



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
UNIDAD DE POSGRADOS

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

Título:

DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS PARA REDUCIR LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y EL AHORRO DEL PORTADOR DE ELECTRICIDAD EN LA FÁBRICA CEREALES “LA PRADERA” EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI, EN EL AÑO 2013.

Autor: Ing. Lara Jácome Óscar Rodrigo

Tutor: MSc. HERNÁNDEZ RAMÍREZ Gabriel

LATACUNGA – ECUADOR

Diciembre – 2015



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD DE POSGRADO

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, el maestrante: Lara Jácome Óscar Rodrigo, con el título de tesis: “DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS PARA REDUCIR LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y EL AHORRO DEL PORTADOR DE ELECTRICIDAD EN LA FÁBRICA CEREALES “LA PRADERA” EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI, EN EL AÑO 2013”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Defensa de Tesis.

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

Latacunga, diciembre del 2015

Para constancia firman:

.....
MSc. Ángel León
PRESIDENTE

.....
MSc. Germán Erazo
MIEMBRO

.....
MSc. Xavier Proaño
MIEMBRO

.....
PhD. Gustavo Rodríguez
OPOSITOR

AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS

Latacunga, diciembre del 2015

En mi calidad de Director de Tesis presentada por el Ing. Lara Jácome Óscar Rodrigo, Egresado de la Maestría en Gestión de Energías, previa a la obtención del mencionado grado académico, cuyo título es el: **DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS PARA REDUCIR LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y EL AHORRO DEL PORTADOR DE ELECTRICIDAD EN LA FÁBRICA CEREALES “LA PRADERA” EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI, EN EL AÑO 2013.**

Considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador.

Atentamente

MSc. Gabriel Hernández Ramírez.

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo, Lara Jácome Óscar Rodrigo, portador del número de C.I. 050296059-4, declaro que la presente Tesis de Grado, es fruto de mi esfuerzo, responsabilidad y disciplina, logrando que los objetivos propuestos se culminen con éxito.

Atentamente

Óscar Rodrigo Lara Jácome

C. I. 050296059-4

AGRADECIMIENTO

Agradezco a:

A Dios por darme salud y vida permitiéndome mediante mi esfuerzo, sacrificio, triunfos, llenarles de gran felicidad a los seres que están junto a mí.

A mi Esposa Katy y mi Hijo Mateo, quienes están a mi lado todo su amor y comprensión, me brindan apoyo y fuerzas para lograr mis metas.

A mis Padres: Rodrigo e Hipatia quienes estuvieron apoyándome, guiándome, brindándome su amor, cariño, comprensión para luchar contra los obstáculos que se presentan, enseñándome valores y principios para ser hombre de bien y cada día ser mejor; por eso y más les agradezco, respeto, valoro y amo mucho.

A mi hermano Alex por apoyarme, estar pendiente de mí sea a mi lado o lejos compartiendo alegrías y tristezas siempre hemos continuado adelante logrando nuestros propósitos, gracias mi hermano querido.

A mis abuelitos Alfonso, Raquel, Rodolfo, Rebeca, quienes me apoyaron en todo sentido, enseñándome todas sus experiencias, con la alegría de compartir bellas momentos de mi vida.

Oscar Lara

DEDICATORIA

Este trabajo de grado en mención al título de, Máster en Gestión de Energías, lo dedico a mis regalos de Dios mi Esposa Katy y mi Hijo Mateito; a su apoyo incondicional, su amor y comprensión que día a día me brindan, siendo mi pilar fundamental para la culminación de la tesis de grado, fruto de esfuerzo y dedicación.

Óscar

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSGRADOS

PROGRAMA: “MAESTRÍA EN GESTIÓN DE ENERGÍAS”

DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS PARA REDUCIR LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y EL AHORRO DEL PORTADOR DE ELECTRICIDAD EN LA FÁBRICA CEREALES “LA PRADERA” EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI, EN EL AÑO 2013.

Autor: Lara Jácome Óscar Rodrigo

Fecha: diciembre del 2015

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

TÍTULO: DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS PARA REDUCIR LAS PÉRDIDAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y EL AHORRO DEL PORTADOR DE ELECTRICIDAD EN LA FÁBRICA CEREALES “LA PRADERA” EN LA PARROQUIA BELISARIO QUEVEDO, EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI, EN EL AÑO 2013.

AUTOR: Ing. LARA JÁCOME Óscar Rodrigo.

TUTOR: MSc. HERNANDEZ RAMIREZ Gabriel.

RESUMEN

Este trabajo se realiza en la fábrica cereales “La Pradera” en la parroquia Belisario Quevedo. La investigación se desarrolla con el objetivo de evaluar la eficiencia energética, el análisis de consumo de electricidad y establecer una propuesta para el uso racional de la energía eléctrica a través de un plan de mejoras que reduzca las pérdidas de energía en la fábrica cereales “La Pradera”, la tecnología de gestión total eficiente de la energía, se detectó la ineficiencia del mismo, determinándose también los niveles de consumo de energía eléctrica con mediciones y levantamiento de carga para conocer el estado eléctrico y actualizar el monolineal eléctrico no existente, con las acciones que se proponen se ahorra un 16 % de la factura eléctrica mensual siendo factible económicamente su implementación con un tiempo de amortización de 1,67 años.

Descriptor: Eficiencia energética, consumo electricidad, niveles de consumo.

COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY
POSTGRADUATE UNID
MASTER IN ENERGY MANAGEMENT

TITLE: DESIGN OF AN IMPROVEMENT PLAN TO REDUCE LOSSES OF ELECTRICITY AND ELECTRICITY SAVING CARRIER IN THE FACTORY "PRAIRIE CEREALS" IN THE PARISH BELISARIO QUEVEDO, IN THE PROVINCE OF COTOPAXI, IN 2013.

AUTHOR: Ing. LARA JÁCOME Oscar Rodrigo.

TUTOR: MSc. HERNANDEZ RAMIREZ Gabriel.

ABSTRACT

This work is done in the context factory "Prairie Grain" in the parish Belisario Quevedo. The research is conducted in order to evaluate the energy efficiency, electricity consumption analysis and establish a proposal for the rational use of electric energy through an improvement plan to reduce energy losses in the company "Cereals the Meadow" technology total efficient management of energy, the same inefficiencies detected, also determined the levels of power consumption with the completion of measurements and load lifting to meet the electrical state and update the nonexistent electrical monolineal with the actions proposed saving 16% of the monthly electric bill being economically feasible implementation a payback time of 1.67 years.

Descriptors: energy management, electric energy consumption levels, energy carrier.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS	iii
AUTORÍA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE ECUACIONES	xix
CAPÍTULO I.....	1
1. EL PROBLEMA	1
1.1. Antecedentes del Problema	1
1.1.1 Situación del conflicto	2
1.2. Análisis crítico.....	3
1.3. Formulación del Problema	4
1.4. Objeto de estudio:.....	4
1.5. Campo de acción	4
1.6. Justificación de la Investigación.....	4
1.7. Objetivos	6
1.7.1 Objetivo General.....	6
1.7.2 Objetivos Específicos.....	6
1.7.3 Conclusiones.....	7
CAPÍTULO II	8
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes	8
2.2. Fundamentación Teórica	9
2.3. La gestión energética.....	10
2.3.1 Eficiencia energética.....	11

2.3.1.1	Sistema de gestión energética.	12
2.3.1.2	Herramientas de medición.	13
2.3.1.3	Herramientas básicas.	14
2.3.2	Factor potencia.	14
2.3.2.1	Bajo factor de potencia.	15
2.3.2.2	Optimizar el factor de potencia.	15
2.3.3	Modos de compensación de potencia.	15
2.3.3.1	Tipos de compensación.	16
2.3.3.2	Ventajas de la compensación.	17
2.3.3.3	Triángulo de Potencia	18
2.3.3.4	Capacidad liberada.	20
2.3.3.5	Tipos de diagnóstico energético.	21
2.3.4	Indicadores energéticos a nivel de empresa.	23
2.3.4.1	Índice de consumo.	23
2.3.4.2	Gasto energético.	24
2.3.4.3	Índice relativo de la variación del gasto en energéticos.	24
2.3.4.4	Intensidad energética.	24
2.3.4.5	Competitividad.	25
2.3.4.6	Personal clave.	25
2.3.5	Ahorro de energía.	25
2.3.5.1	Contaminación ambiental.	27
2.3.5.2	Costo de la energía eléctrica.	27
2.3.5.3	Efecto invernadero.	27
2.3.5.4	Calidad del sistema de suministro y servicio.	27
2.3.6	Nivel de Voltaje.	29
2.3.6.1	Índice de calidad.	29
2.3.6.2	Perturbaciones.	30
2.3.7	Armónicos.	30
2.3.7.1	Índices de Calidad.	31
2.4	Marco Legal Vigente.	31
2.4.1	Ministerio de electricidad y energía renovable.	32
2.4.2	El Comité de comercio exterior (COMEX).	33

2.5	Definición de términos básicos	35
2.6	Conclusión.....	36
CAPÍTULO III.....		37
3.	METODOLOGÍA	37
3.1	Diseño de la investigación.....	37
3.1.1	Modalidad de la investigación.	37
3.1.1.1	Aplicada.	38
3.1.2	Métodos.....	38
3.1.2.1	Método científico.....	38
3.1.2.2	La medición.	39
3.1.2.3	Método inductivo.....	39
3.1.2.4	Método deductivo.	39
3.1.2.5	Método de investigación de campo.	39
3.1.3	Tipo de investigación.....	40
3.1.4	Métodos y técnicas a ser empleadas.	40
3.1.4.1	Métodos teóricos.....	40
3.1.4.2	Métodos empíricos.....	41
3.1.5	Hipótesis.	43
3.2	Población y muestra	43
3.2.1	Unidad de Estudio (población y muestra).....	43
3.3	Instrumento de medición utilizado	45
3.3.1	Diseño y simulación de flujos de carga mediante software.....	46
3.3.2	Procedimientos para organizar un sistema de monitoreo y control energético.	46
3.3.3	Determinación de la carga instalada.	47
3.3.4	Análisis de la energía eléctrica consumida.	48
3.3.5	Análisis de conductores eléctricos.....	48
3.3.6	Ejecución del proceso de control.	48
3.4	Conclusión.....	49
CAPÍTULO IV.....		50
4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	50
4.1.	Resultado de la encuesta aplicada en la empresa	50

4.2	Diagrama unifilar	75
4.3	Resultado del diagnóstico energético aplicado.....	75
4.3.1	Levantamiento de carga instalada y consumo de los equipos.....	76
4.3.1.1	Potencia o capacidad instalada.	76
4.3.1.2	Consumo de energía eléctrica de los equipos y máquinas.....	76
4.3.1.3	Obtención de la curva de carga con los resultados del analizador PowerPad AEMC 3945-B.	76
4.3.1.4	Cálculo de la demanda de potencia en un día típico de trabajo.....	77
4.3.1.5	Capacidad de reserva del transformador.....	79
4.3.1.6	Determinación del factor de demanda.	79
4.4	Análisis del nivel de baja tensión eléctrica.....	81
4.4.1.1	Simulación y determinación del flujo de cargas con el software EASE POWER.....	81
4.4.2	Análisis y rediseño de conductores.....	85
4.4.2.1	Criterios de selección de conductores.....	85
4.4.2.2	Por caída de tensión.	87
4.4.2.3	Por corrientes de corto circuito.....	89
4.5	CONCLUSIONES.....	91
CAPÍTULO V		92
5.	LA PROPUESTA	92
5.1	Título de la propuesta	92
5.2	Justificación de la propuesta.....	92
5.3	Objetivos de la propuesta	92
5.4	Estructura de la propuesta	93
5.5	Desarrollo de la propuesta	94
5.5.1	Política energética de la empresa.	94
5.5.2	Formulación del programa de ahorro y uso racional de la energía a detallar de los resultados de un diagnóstico energético.	94
5.5.3	Establecimiento de un sistema de monitoreo y control energético.....	102
5.6	Evaluación económica del plan de acción.....	106
5.6.1	Ahorros anuales netos.	106

5.6.2	Inversiones de Capital.....	108
5.7	Determinación del valor actual neto.....	108
5.7.1	Evaluación Ambiental.....	109
	Conclusiones	110
	Recomendaciones.....	111
	Bibliografía	112
	Anexos	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 3. 1: Variable independiente pérdidas de energía.....	41
Tabla N° 3. 2: Variable dependiente ahorro portador energético electricidad....	42
Tabla N° 4. 1: Edad de los trabajadores.....	51
Tabla N° 4. 2: Sexo de los trabajadores.....	52
Tabla N° 4. 3: Años de experiencia.....	53
Tabla N° 4. 4: Área de trabajo.....	54
Tabla N° 4. 5: Salario.....	55
Tabla N° 4. 6: Considera que usted puede ahorrar energía en su de trabajo.....	56
Tabla N° 4. 7: Conoce la cantidad de energía que consume.....	57
Tabla N° 4. 8: Conoce las medidas de ahorro de energía.....	58
Tabla N° 4. 9: En su puesto de trabajo puede usted ahorrar energía.....	59
Tabla N° 4. 10: Forma de ahorro de energía.....	60
Tabla N° 4. 11: Instrucciones de operación y mantenimiento.....	61
Tabla N° 4. 12: Ha recibido cursos de ahorro de consumo energético.....	62
Tabla N° 4. 13: Contaminación provoca su área de trabajo.....	63
Tabla N° 4. 14: Actividad de uso de energía provoca contaminación ambiental.....	64
Tabla N° 4. 15: Afectaciones al medio ambiente.....	65
Tabla N° 4. 16: Medidas para la protección del medio ambiente.....	66
Tabla N° 4. 17: Función que desempeña en la empresa.....	67
Tabla N° 4. 18: Nivel de formación.....	68
Tabla N° 4. 19: Edad.....	69
Tabla N° 4. 20: Sexo.....	70
Tabla N° 4. 21: Área.....	71
Tabla N° 4. 22: Valores de afirmaciones.....	72
Tabla N° 4. 23: Datos del sistema.....	75
Tabla N° 4. 24: Información de consumo de máquinas de un día laboral.....	78
Tabla N° 4. 25: Capacidad de reserva del transformador.....	79
Tabla N° 4. 26: Calidad de energía.....	80
Tabla N° 4. 27: Reporte resumen del sistema.....	83
Tabla N° 4. 28: Reportes de sobre cargas en las líneas.....	83

Tabla N° 4. 29: Reportes de cargas del transformador principal	84
Tabla N° 4. 30: Reportes del comportamiento de las tensiones en las barras.....	85
Tabla N° 4. 31: Caídas de voltaje permisibles	88
Tabla N° 5. 1: Ejemplo de cálculo de conductores-sugerencias de cambio....	96
Tabla N° 5. 2: Corrección del factor de potencia.....	97
Tabla N° 5. 3: Reporte resumen del sistema de alimentación	99
Tabla N° 5. 4: Reportes de las cargas	99
Tabla N° 5. 5: Reporte general del sistema.....	99
Tabla N° 5. 6: Reporte sobre carga en las líneas	100
Tabla N° 5. 7: Reportes de cargas del transformador principal	100
Tabla N° 5. 8: Reportes del comportamiento de las tensiones en las barras....	100
Tabla N° 5. 9: Costo de las mejoras en la compensación	101
Tabla N° 5. 10: Ahorros anuales netos	107
Tabla N° 5. 11: Datos de consumo mensual de la planilla de ELEPCO.....	107
Tabla N° 5. 12: Inversiones.....	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 2. 1: Tipos de compensación	17
Figura N° 2. 2: Triángulo de potencia.....	18
Figura N° 3. 1: Empresa cereales “La Pradera”	44
Figura N° 3. 2: Sistema de alimentación.....	44
Figura N° 3. 3: Analizador de energía trifásico powerpad modelo 3945-B	45
Figura N° 3. 4: EASY POWER 8.0	46
Figura N° 4. 1: Edad de los trabajadores.....	51
Figura N° 4. 2: Sexo de los trabajadores.....	52
Figura N° 4. 3: Años de experiencia	53
Figura N° 4. 4: Área de trabajo	54
Figura N° 4. 5: Salario	55
Figura N° 4. 6: Considera que usted puede ahorrar energía en su trabajo	56
Figura N° 4. 7: Conoce la cantidad de energía que consume	57
Figura N° 4. 8: Conoce las medidas de ahorro de energía.....	58
Figura N° 4. 9: En su puesto de trabajo puede usted ahorrar energía	59
Figura N° 4. 10: Forma de ahorro de energía	60
Figura N° 4. 11: Instrucciones de operación y mantenimiento.....	61
Figura N° 4. 12. Ha recibido cursos de ahorro de consumo energético.....	62
Figura N° 4. 13: Contaminación provoca su área de trabajo	63
Figura N° 4. 14: Actividad de uso de energía provoca contaminación ambiental.....	64
Figura N° 4. 15: Afectaciones al medio ambiente	65
Figura N° 4. 16: Medidas para la protección del medio ambiente.....	66
Figura N° 4. 17: Función que desempeña en la empresa	67
Figura N° 4. 18: Nivel de formación.....	68
Figura N° 4. 19: Edad	69
Figura N° 4. 20: Sexo.....	70
Figura N° 4. 21: Área	71
Figura N° 4. 22: Afirmación	74
Figura N° 4. 23: Curva de carga 25 de septiembre de 2013.	77
Figura N° 4. 24: Diagrama unifilar de la planta el software Ease Power.	82

Figura N° 4. 25: Gráfico de sobrecarga de los conductores.....	84
Figura N° 4. 26: Características de sobrecarga permisible para conductores	90
Figura N° 5. 1: Representación del sistema de gestión según norma ISO 5000194	
Figura N° 5. 2: Esquema unifilar para las corridas de flujo con las mejoras	98
Figura N° 5. 3: Evaluación del desempeño energético	103
Figura N° 5. 4: Ciclo de gestión phva	104

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación N° 2. 1: Relación coseno	18
Ecuación N° 2. 2: Relación tangente	19
Ecuación N° 2. 3: Relación seno.....	19
Ecuación N° 2. 4: Potencia real	19
Ecuación N° 2. 5: Potencia aparente	19
Ecuación N° 2. 6: Potencia reactiva.....	19
Ecuación N° 2. 7: Capacidad liberada	20
Ecuación N° 2. 8: Cosenos.....	20
Ecuación N° 2. 9: Despeje de S_2	20
Ecuación N° 2. 10: Índice de calidad	29
Ecuación N° 2. 11: Pareto flicker.....	30
Ecuación N° 2. 12: Armónico 1	30
Ecuación N° 2. 13: Armónico 2	31
Ecuación N° 4. 1: Corriente.....	86
Ecuación N° 4. 2: Corriente nominal	86
Ecuación N° 4. 3: Corriente sobrecarga.....	86
Ecuación N° 4. 4: Obtención de la potencia	87
Ecuación N° 4. 5: Obtención de la potencia aparente.....	87
Ecuación N° 4. 6: Cálculo de corriente.....	87
Ecuación N° 4. 7: Cálculo de la caída de voltaje	88
Ecuación N° 5. 1: Caída de voltaje.....	95
Ecuación N° 5. 2: Pérdida en el conductor	95
Ecuación N° 5. 3: Factor K	96
Ecuación N° 5. 4: Valor actual neto.....	108
Ecuación N° 5. 5: Cálculo del VAN	109

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

En este capítulo se analiza el problema de investigación, se contextualiza los niveles macro, meso y micro; se determina el objeto y campo de la investigación, la justificación y se plantean los respectivos objetivos.

1.1. Antecedentes del Problema

El descubrimiento de la electricidad fue el salto del hombre hacia la evolución tecnológica e industrial, desde que se la conoció han existido muchas formas de obtenerla, transformarla y utilizarla para el provecho, de esta manera el hombre a poblado la tierra de cables que lleva la electricidad y se ha convertido en algo tan valioso que cuando esta llega a faltar el hombre queda inutilizado en cierta parte de sus actividades.

Desde hace algunos años se está registrando, no sólo en los países industrializados una creciente sensibilidad hacia “eficiencia y calidad de la energía eléctrica”; lo que se pretende con la presente investigación es justamente determinar esto en la fábrica cereales “La Pradera”. El efecto más importante que produce la pérdida de la calidad de la energía eléctrica es el mal funcionamiento o la avería de los equipos conectados a la red de distribución. Los equipos eléctricos y electrónicos, como los computadores personales, autómatas programables, equipos de iluminación, equipos de electrónica de consumo entre otros pueden funcionar de forma incorrecta si la energía eléctrica suministrada se interrumpe solamente durante unas décimas de segundo o incluso centésimas de segundo.

El mal funcionamiento de los equipos origina problemas importantes en los procesos; es por ello que se necesita hacer una evaluación de la eficiencia energética de los portadores de la fábrica cereales “La Pradera” para determinar su consumo energético.

En este marco general, la definición de índices y objetivos en la calidad de la energía eléctrica y el desarrollo de técnicas de medida, para la determinación de esos índices se ha convertido en una necesidad en de establecer planes de mejoras para la reducción de las pérdidas de energía, y de manera especial en este caso de la fábrica cereales “La Pradera” lo que permitió evaluar las características del propio sistema, valorar la compatibilidad del sistema con las cargas o poder diseñar estrategias de mitigación de esas perturbaciones; este particular se podría convertir en una obligación para los proveedores y acarrear penalizaciones en caso de incumplimiento.

1.1.1 Situación del conflicto

Tomando en cuenta el caso de la fábrica cereales “La Pradera” el consumo eléctrico de la misma se convierte en un factor de estudio, pues si se logra optimizar el consumo de energía dentro de la fábrica sin que esta pierda su capacidad de productividad y eficiencia.

La importancia de reducir el consumo de las fuentes primarias se ha transformado de un problema económico a un problema vital. Dentro de una empresa las acciones que están a cargo de los trabajadores son indicadores del manejo de la misma la forma en la que podemos direccionar a que cada una de las acciones que se dan en una empresa estén direccionadas a tratar de reducir los consumos al máximo, esta optimización es posible mediante la educación del trabajador durante su período laboral presentando de manera adecuada que, acciones reducen grandes costos empresariales.

El gasto de energía se debe principalmente al desperdicio de la misma, ya que cuando no se toma en cuenta parámetros tan básicos como el apagar los equipos o desconectar la maquinaria que no sea necesaria en ciertos momentos se ve un excedente el en gasto de la luz, este consumo se vuelve de carácter significativo al final del periodo donde se muestra de manera evidente el nivel de pérdida que se ha obtenido.

1.2. Análisis crítico

La política de ahorro trazada a lo largo de los últimos años, se han llevado a cabo ingentes esfuerzos encaminados a elevar la eficiencia de los procesos productivos de las diferentes ramas industriales, paralelamente con el ahorro de la energía, con vistas a alcanzar los más altos rendimientos económicos. Sin duda alguna, la energía es la fuerza que mueve al mundo de la industria. Por eso es importante saber cómo emplearla de una manera responsable. Solo aquellos que hacen el mejor uso de la energía pueden prosperar en un mundo en el que la crisis de los energéticos, el alto costo de la energía y las futuras fuentes de obtención son temas de uso común. En la industria moderna, el ahorro de energía es una de las claves para abatir costos y poder competir en el ámbito mundial en una economía cada vez más globalizada.

En el país, la eficiencia energética es uno de los problemas fundamentales que atentan contra la economía, por lo que se requiere de grandes esfuerzos en su solución, lo que se expresa a través de los grandes cambios y transformaciones que se están llevando a cabo en las empresas productoras de energía eléctrica, en aras de ofrecer un servicio de calidad, económico y con la seguridad requerida, para lo cual es necesario la introducción de planes para la reducción de pérdidas de energía en todos los sectores productivos, de servicios y sociales.

Las principales causas de este problema pueden ser inferidas como:

- Consumo de energía elevado
- Falta de cuidado en los equipos
- Malas conexiones dentro del sistema eléctrico.

Las principales consecuencias diferidas de estos problemas pueden ser:

- Cargo por consumo de energía
- Pérdidas económicas en la empresa
- Equipos defectuosos o con fallas

Conociendo cada uno de estos detalles a medida es factible y viable su mejora de manera eficiente, ya que la revisión completa y detalla de estos factores causales establecen las delimitaciones necesarias en cada uno de los casos de esta manera se pueden sectorizar e identificar los problemas que están contribuyendo a pérdida de la energía.

1.3. Formulación del Problema

De qué manera incide la investigación de ahorro energético aplicado a la fábrica cereales “La Pradera” en la parroquia Belisario Quevedo, en la provincia de Cotopaxi, en el año 2013” en la situación financiera de la fábrica y de la gestión energética.

1.4. Objeto de estudio:

Sistema de suministro eléctrico de la fábrica cereales “La Pradera”.

1.5. Campo de acción

La eficiencia energética en la fábrica cereales “La Pradera”.

1.6. Justificación de la Investigación

La importancia de esta investigación radica en el precepto de que una empresa tiene en su carácter global la noción de solo generar ganancias disminuyendo las pérdidas en todos los aspectos. De manera análoga el “diagnóstico energético” efectúa una serie de técnicas de exploración y evaluación que permiten determinar el grado de eficiencia/deficiencia que tiene una empresa o planta en nuestro caso. Tiene como base la identificación del consumo energético, que puede definirse como la respuesta a la pregunta ¿Cómo, dónde y cuánta energía es empleada o desperdiciada? En sistemas, además del análisis del consumo energético se

requieren los perfiles energéticos, lo cual permite establecer las áreas potenciales de ahorro de energía.

Resulta imprescindible en la situación actual de la economía de nuestro país la reducción de la demanda, del consumo de energía, de los costos asociados con ellos y con las inversiones capitales en los equipos eléctricos utilizados en las instalaciones industriales y de servicios. (Caiza W. 2010). En nuestro país se han llevado a cabo vigentes esfuerzos encaminados a elevar la eficiencia de los procesos productivos de las diferentes ramas industriales, con vista a alcanzar los más altos rendimientos económicos. Los portadores energéticos podrán utilizarse eficazmente con la aplicación de medidas que son realizables desde el punto de vista técnico, lo que tiene suma importancia en el sector de los servicios. La utilización racional de la energía requiere de métodos racionales que enfoquen la solución del sobre-consumo, excesos de pérdidas y explotación de las instalaciones en el ámbito técnico, económico y ambiental.

La existencia de una estructura organizativa, un comité o comisión de ahorro de energía, así como de un administrador de energía capacitado y certificado, sin dudas ha contribuido significativamente a la mejor gestión energética, pero la ausencia de un proceso formalizado para la administración de la energía impide la evolución y el mejoramiento continuo de la misma, sobre la base de un programa estable y de largo plazo.

Un sistema de gestión constituye una estructura documentada que define la política, los objetivos y las responsabilidades de la organización, y establece los procedimientos y procesos de planificación, control, aseguramiento y mejoramiento. Un sistema de gestión establece claramente las responsabilidades, los procedimientos, el entrenamiento, la verificación interna, las acciones correctivas y preventivas, y el mejoramiento continuo.

Un sistema de gestión, por tanto, ayuda a una organización a establecer los procedimientos, las responsabilidades, los recursos y las actividades que le

permitan una gestión orientada hacia la obtención de esos buenos resultados que desea, o lo que es lo mismo, la obtención de los objetivos definidos. (Beltrán J. y Rivas M. 2010)

Una definición aceptada internacionalmente de Sistema de Gestión es: “Sistema para establecer la política y los objetivos y para lograr dichos objetivos”. (ISO 9000:2000). Los sistemas de gestión para conducir los programas de calidad y medio ambiente de las empresas, establecidos por las Normas ISO 9000 y 14000, han demostrado su efectividad y tienen una amplia y creciente difusión a nivel internacional. Un sistema de gestión se fundamenta en una estructura rígida que establece todo lo que hay que hacer, pero a la vez es flexible en el sentido de que no dice cómo hay que hacerlo. La aplicación de un sistema de gestión energética, al igual que de otros sistemas como el de gestión de calidad, requiere de una guía, una norma que estandarice lo que hay que hacer para implementarlo, mantenerlo y mejorarlo continuamente, con la menor inversión de recursos, en el menor tiempo y la mayor efectividad.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo General.

- Evaluar la eficiencia energética y las causas que originan las pérdidas de energía eléctrica en la fábrica cereales “La Pradera” 2013.
- Establecer un plan de mejoras para el uso racional de la energía eléctrica y el ahorro del portador electricidad en la fábrica cereales “La Pradera”.

1.7.2 Objetivos Específicos.

- Caracterizar teóricamente el sistema de suministro eléctrico de la empresa.
- Realizar un diagnóstico del portador electricidad para la identificación de los consumos, pérdidas y las reservas de energía existentes en la fábrica.
- Diseñar un plan de mejoras en base a los resultados obtenidos en el diagnóstico que permitan un uso racional del suministro y reduzca el consumo de electricidad en la fábrica.

- Evaluar técnica y económicamente de las medidas propuestas en el plan de mejoras.

1.7.3 Conclusiones.

- En este capítulo se determinó el campo de acción y aplicación del trabajo investigativo sustentando de manera eficiente mediante textos y documentos.
- En el presente capítulo se realizó la formulación del problema viendo la necesidad que tiene la empresa de mejorar el consumo energético.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo contiene los fundamentos teóricos necesarios para poner en marcha el plan de mejoras y reducir las pérdidas de energía eléctrica en la fábrica de cereales “La Pradera” como contenido se determina los antecedentes, fundamentaciones teóricas para de esta manera sustentar la investigación.

2.1. Antecedentes

El análisis de los repositorios de las diferentes universidades del Ecuador, en busca de investigaciones relacionadas con el trabajo investigativo para una óptima sustentación de tema, el cual establece la correcta gestión de energía de la fábrica de cereales “La Pradera”.

De acuerdo con Ing. Cuenca S. (2013), con tema de investigación: Factibilidad de la norma ISO 50001 en la Central Hidroeléctrica “Carlos Mora Carrión”, llegaron a la conclusión que:

Es muy importante implementar un Sistema de Gestión Energética en la CCMC ya que la diferencia entre energía bruta producida y la energía vendida al ME M no reflejan una coherencia entre el consumo energético o pérdidas energéticas de la central e instalaciones. Además que se requiere poner la atención adecuada a la información de los datos de producción y consumo energético de la CCMC. Esto lo demuestra la información recopilada de energía bruta producida, energía vendida al ME M y de los medidores de autoconsumo desde el 2009 hasta el primer semestre del 2012. Para lo cual el primer paso, para comenzar un análisis para reducir los consumos energéticos y mejorar la eficiencia energética es asegurarse que los instrumentos de medición de producción, venta y consumo energético funcionan bien y tienen la precisión adecuada. La información encontrada especialmente de los medidores de consumos energéticos tienen errores que deben ser corregidos y prevenidos con el remplazo de instrumentos modernos de medición. (p. 105)

Llegando a establecer las siguientes recomendaciones:

Para evaluar y hacer el seguimiento del SGE a la CCMC, debe de realizarse una auditoría energética en cada una de las instalaciones y equipos de la central utilizando las fichas informativas y de evaluación del cumplimiento de las normas INE N, regulaciones nacionales e internacionales sobre eficiencia energética como las que se indican en los Anexos. Esto nos ayudará a evaluar los usos energéticos significativos para tomar futuras medidas correctivas y/o preventivas y, de eficiencia energética. La rehabilitación o repotenciación de la CCMC no se recomienda bajo la evaluación de los índices respectivos, se recomienda la rehabilitación en especial mediante el remplazo de algunos accesorios o dispositivos complementarios de nueva tecnología como son los reguladores de velocidad, sincronoscopios, válvulas de compuerta principal automáticas, etc.; esta renovación mejoraría el índice de rehabilitación de la CCMC. Y el estudio de factibilidad de la repotenciación de la CCMC bajo la optimización de los caudales afluentes a la CCMC se ve limitado por consideraciones ambientales ya que existen especies animales y vegetales que están siendo afectadas por la disminución del caudal del río San Francisco, principal afluente para la generación hidroeléctrica. Es necesario el registro actualizado del caudal del río San Francisco y sus afluentes para determinar si se respeta el caudal ecológico en la generación de la CCMC. (p. 106)

2.2. Fundamentación Teórica

Las necesidades que el mercado actual va imponiendo hace necesario proponer una gestión ambiental y energética, desarrollando estrategias claves en las empresas que ayuden a mejorar el desempeño y rendimiento disminuyendo el consumo de energía sin afectar la producción, en la época actual la gestión de energía es un tema indispensable para las organizaciones o empresas teniendo en como referencia las exigencias de la vigente situación económica, en especial las empresas industriales, el estado hace esfuerzos por fomentar la eficiencia energética y el uso de energías limpias con el propósito de disminuir en lo posible las emisiones de gases que provocan el efecto invernadero y perjudican el medioambiente, además las empresas buscan hacer conciencia en los trabajadores el correcto uso de la luz eléctrica implantando la cultura y medidas para disminuir su consumo desarrollando modelos sostenibles potenciando la implementación de sistemas de gestión de energía.

Con el objetivo de determinar bases teóricas que son necesarias para sustentar la investigación se pretende dejar definidos los principales conceptos que se va a utilizar sobre el tema.

2.3 La gestión energética

La gestión energética en la actualidad es tomada en cuenta por casi todas las empresas y se puede definir como las medidas que toman las entidades como la planificación y desarrollo de estrategias que permita conseguir el objetivo propuesto que es la utilización de la menor cantidad de energía posible manteniendo el nivel adecuado de producción y confort sin afectar el normal desempeño de las organizaciones, en conclusión es un procedimiento controlado y organizado sobre el consumo de energía eléctrica que como fin es tener un mejor rendimiento energético sin reducir el nivel de producción logrando ventajas competitivas, también de esta manera se cumple con las obligaciones medioambientales y la responsabilidad social que tienen las empresas.

Sastresa E. & Días S. (2010) expresa que:

En cuanto a la eficiencia energética es preciso considerar no solo el rendimiento técnico de los equipos consumidores de energía sino también el comportamiento y los hábitos de las personas que toman decisiones sobre el consumo para atender a sus necesidades de confort. Para adoptar estas decisiones de forma correcta, los usuarios necesitan disponer de información y de herramientas tecnológicas que les permitan, a partir de los datos disponibles, adoptar la conducta más eficiente en cada momento. (p. 73).

Existen diferentes métodos a través de los cuales los usuarios de la energía se pueden informar para poder actuar pero también es importante la intervención de las personas que están a cargo del personal de las instituciones fomentar una cultura que permita al usuario poder actuar sobre la demanda energética para conseguir incrementar la eficiencia de la energía desde la gestión.

Olmo C. (2009) menciona que:

Las organizaciones son conscientes de la importancia de desarrollar actuaciones técnicas y de gestión tendente a mejorar su costo energético el coste de los combustibles o de la factura eléctrica son claves incluso para la supervivencia de la empresa, además de esto las empresas buscan cada día otro tipo de energía que genere menores costos. (p. 103)

Los planes desarrollados por alguna empresas sobre el ahorro y eficiencia de energía conlleva una serie de esfuerzos para poden mejorar el procedimiento productivo ocupando la menor cantidad de energía si afectar el proceso productivo y ser más eficientes desde el punto de vista energético además de implantar el uso de nuevos tipos de energía renovables tratando no depender de la energía de la red de distribución publica o de los hidrocarburos.

2.3.1 Eficiencia energética.

El objetivo principal de la eficiencia energética es reducir el consumo de la energía eléctrica, es decir, es el uso eficiente del uso que se le da a la energía eléctrica mejorando los procesos productivos disminuyendo el consumo de energía o aumentando la producción sin aumentar el consumo de electricidad, se debe tomar en cuenta que al mencionar eficiencia energética se mejora también la economía de la empresa o institución disminuyendo las planillas de luz y apoyando con la responsabilidad social.

La eficiencia energética genera una serie de beneficios como:

- Posibilita la disminución de emisiones de CO₂ hacia las atmosfera aportando con el medio ambiente.
- Reducción del consumo de energía eléctrica y responsabilidad social corporativa.
- Uso eficiente del consumo de energía eléctrica.

- Mejora la imagen de la empresa por estar comprometida con el cuidado del medio ambiente y el ahorro energético.

Sánchez E. (2008) “La única posibilidad económica y técnica para aumentar la confiabilidad del sistema eléctrico y evitar los riesgos de apagones en el medio plazo, está en el montaje de un programa de eficiencia energética”. (p. 4)

En la época moderna todas las instituciones topan el tema de eficiencia energética ya que está relacionada con el ahorro de energía y el efecto ambiental teniendo la necesidad de buscar otra manera de generar electricidad mediante energías renovables mejorando la producción esto se le denomina también como ahorro de energía.

2.3.1.1 Sistema de gestión energética.

El SGE (sistema de gestión energética) es parte del sistema de gestión integrado de una empresa o institución, la cual es la encargada de la incorporación, desarrollo, organización de todos los elementos energéticos, la empresa es la responsable de cómo gestionar el uso de la energía y como desarrollar las actividades que intervienen con su uso, enfocada a la sostenibilidad y eficiencia energética.

La implementación de un sistema de gestión integrada en alguna empresa es de manera voluntaria y el éxito del mismo depende principalmente del nivel de responsabilidad e importancia de la empresa y la manera de gestionar los costos energéticos y el consumo.

Un SGE correcto está compuesto de:

- Procedimientos.
- Organización estructural.
- Procesos.
- Recursos para la implantación.

El sistema de gestión energética es favorable para las empresas que lo pongan en marcha porque:

- Accede a la elaboración de la política energética
- Mejora la eficiencia y optimiza la energía, además permite tomar medidas de consumo.
- Revisa y recopila información de los usos de energía permitiendo identificar los lugares para el ahorro de energía.
- La gestión energética implica a todas las personas que pertenecen a la institución.
- Estructura un plan para implementar la política energética y así lograr los objetivos propuestos.
- Implanta procedimientos eficientes de control, planificación, autoría, seguimiento, evaluación, entre otros, de los procesos energéticos.

2.3.1.2 Herramientas de medición.

Todas aquellas herramientas informáticas de trabajo permiten mejorar los trabajos y hacer más fácil las que son complejas, las herramientas se puede clasificar en básicas, medias y avanzadas.

Las básicas son aquellas que debe conocer todo miembro de un círculo o grupo de calidad y se basan en métodos estadísticos que permiten desarrollar un proceso deductivo que va de lo general a lo particular detectando las causas de los problemas. También se puede realizar varias observaciones de un mismo problema observar un objeto de diferentes ángulos creando una visión más completa. Las medias y de avanzada deben ser conocidas por los equipos y grupos de gestión de mejora ya que requieren un nivel académico y grado de especialización técnica para su comprensión, aplicación e interpretación.

La selección de las herramientas de trabajo para abordar un determinado problema de mejora puede ser determinante en el éxito de su solución, por ello hay que

prestar especial cuidado en esto para no invertir tiempo y recursos en obtener resultados erróneos por mala selección o utilización de las herramientas.

2.3.1.3 Herramientas básicas.

El empleo de estas herramientas sigue el principio de Pareto, de ahí que unas pocas de ellas (herramientas básicas) permiten resolver la mayor parte de los problemas.

Las herramientas básicas fundamentalmente son las siguientes:

- Histogramas.
- Estratificación.
- Gráficos de control.
- Hoja de verificación.

Las siguientes herramientas se utilizan en el transcurso del desarrollo del trabajo aportando a generar la estructura adecuada.

2.3.2 Factor potencia.

Se denomina factor potencia a la corriente entre la potencia activa (kW) y la potencia aparente (kVA).

Campomanes J (1990) “Se denomina factor potencia de una instalación, a la relación entre la potencia activa y la potencia aparente consumida por dicha instalación.” (p. 200)

Factor potencia es el coeficiente que mide el aprovechamiento de una instalación, esto es indispensable determinar ya que un bajo factor de potencia en una instalación tiene un sin números de inconvenientes por este motivo este tema es muy importante en las industrias, en todas las empresas es recomendable que el factor potencia tenga un nivel alto como en el caso de las empresas de electrodomésticos.

2.3.2.1 Bajo factor de potencia.

La potencia reactiva es aquella que no produce un trabajo físico directo en la maquinaria y equipos de trabajo sino que es necesario para generar el flujo eléctrico que sirve para poner en funcionamiento elementos tales como: transformadores, motores, equipos de refrigeración, lámparas entre otros. En el caso de las empresas que tengan una cantidad considerable de los equipos mencionados anteriormente o similares, los requerimientos de potencia relativa es indispensable y significativa lo que produce una disminución considerable del factor potencia.

La alta utilización de energía relativa se puede dar como consecuencia principal por:

- Varía cantidad de motores.
- Por presencia de equipos de aire acondicionado o refrigeración.
- Por sub-instalaciones en equipos.
- Condiciones defectuosas de equipos y red eléctrica.

2.3.2.2 Optimizar el factor de potencia.

Para mejorar el factor potencia no se necesita de gran cantidad de recurso ya que se lo puede hacer de manera económica y práctica con tan solo instalar condensadores electrónicos estáticos, o mediante la utilización de motores sincrónicos. La instalación para el uso de estos elementos no en todos los casos es fácil por lo que para asegurar que estén adecuadamente instalados se requiere recurrir a especialistas para realizar el trabajo.

2.3.3 Modos de compensación de potencia.

Mediante la medición de la energía reactiva y activa que consumen las industrias o empresas existentes se puede determinar la potencia necesaria que debe tener los

condensadores a instalar para lograr la compensación que se requiere, además de esto es recomendable instalar registradores de potencia durante un tiempo para medir si se está cumpliendo con lo que se requiere durante un ciclo de completo de trabajo de la empresa que se va a aplicar y debe también estar adjunta el período de descanso.

2.3.3.1 Tipos de compensación.

Prias O. (2007) “Las inductancias se compensan con la conexión en paralelo de capacitancias, conocida como compensación en paralelo. Esta forma de compensación es la más usual, especialmente en sistemas trifásicos”. (p. 10)

Los tipos más comunes y utilizados de compensación en paralelo son:

- **Compensación individual**

Para cada consumidor inductivo se le establece el condensador necesario, Esto es situado para compensar consumidores grandes de trabajo continuo.

- **Compensación en Grupos**

Esta conforma grupos de consumidores de igual trabajo y tiempo e igual potencias, se compensan mediante un condensador común. Esta compensación es empleada por ejemplo para compensar un grupo de reflectores.

- **Compensación Central**

La potencia reactiva inductiva de varios consumidores de distintos tiempos de trabajo o de distinta potencias es compensada mediante un banco de condensadores.

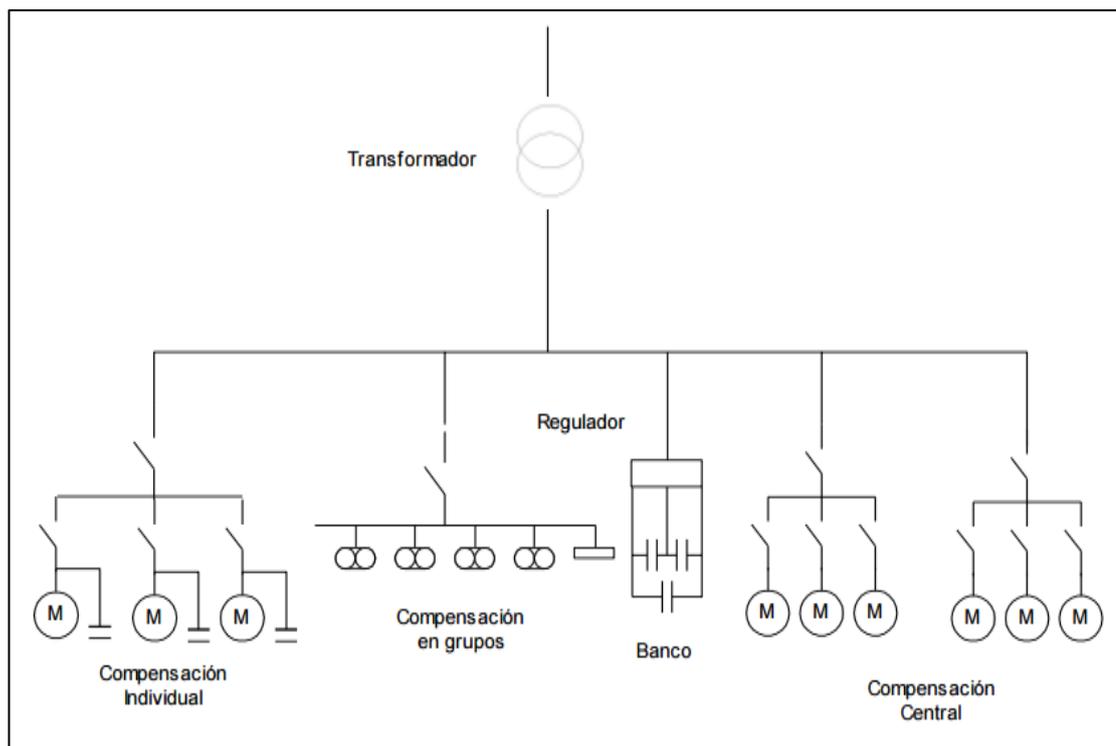


Figura N° 2. 1: Tipos de compensación

Fuente: M.Sc. Caicedo O. (2011).

2.3.3.2 Ventajas de la compensación.

Al tener un factor de potencia corregido se tiene varios beneficios.

- Impide ser penalizados en las facturas mensuales de la empresa eléctrica.
- Utiliza eficientemente la capacidad, mejorando el factor potencia de un 0,6 a un 0,9 disponiendo del 33% aproximadamente de energía adicional sin la necesidad de cambiar los transformadores o generadores.
- Mediante la disminución de corriente en los conductores se genera una pérdida del 55% aproximadamente, esto es particularmente interesante en nuevas instalaciones pues puede ahorrar dinero al dimensionar los conductores.
- Mejora el voltaje o regulación, debido a la disminución del porcentaje de caída de voltaje.

2.3.3.3 Triángulo de Potencia

El triángulo de potencia es modo más adecuado de comprender y ver de manera gráfica lo que es el factor de potencia o coseno de “fi, φ ” y la relación que tiene con el resto de potencias que se encuentran en un circuito eléctrico de corriente alterna.

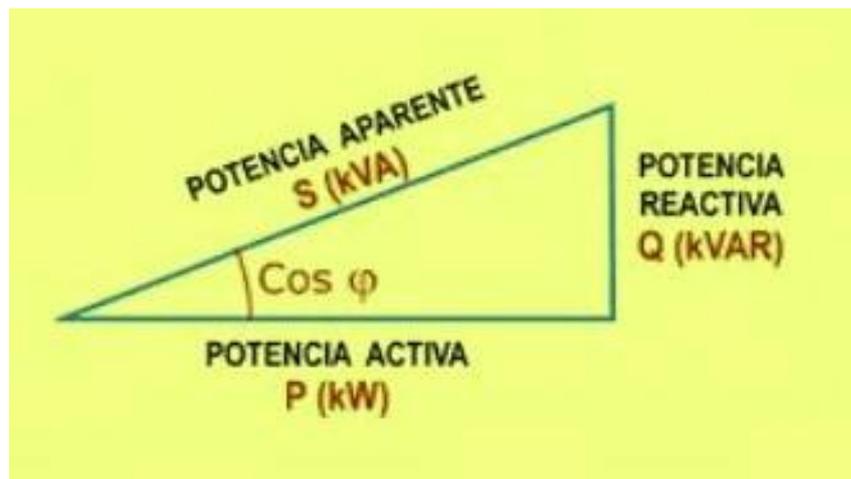


Figura N° 2. 2: Triángulo de potencia

Fuente: MSc. Caicedo O. (2011).

Donde:

P: potencia activa

Q: potencia reactiva

S: potencia aparente

φ 1: ángulo de desfasaje medio

φ 2: ángulo de desfasaje normativo

Del triángulo anterior se obtienen las siguientes relaciones:

Ecuación N° 2. 1: Relación coseno

$$\text{Cos}\varphi = \frac{P}{S}$$

Ecuación N° 2. 2: Relación tangente

$$\text{Tang}\varphi = \frac{Q}{P}$$

Ecuación N° 2. 3: Relación seno.

$$\text{Sen}\varphi = \frac{Q}{S}$$

Como se puede observar del triángulo se define tres tipos de potencia cuando esta se alimenta de una corriente alterna.

Potencia real o activa.- se representa (P) es cuando el voltaje y la corriente es positivo, es la que está disponible para realizar un determinado trabajo y se lo mide en (W) watt.

Ecuación N° 2. 4: Potencia real

$$P = V \cdot I \cdot \text{Cos}\varphi$$

Potencia Aparente: se representa (S) es producto del voltaje de línea y la corriente de línea y se mide en volt ampere (VA).

Ecuación N° 2. 5: Potencia aparente

$$S = V \cdot I$$

Potencia Reactiva: se representada con la letra (Q) es aquella que el voltaje y la corriente es negativo, en la potencia que regresa a la línea, se lo mide en (VAR) volt ampere reactivo.

Ecuación N° 2. 6: Potencia reactiva

$$Q = V \cdot I \cdot \text{sen}\varphi$$

2.3.3.4 Capacidad liberada.

Cuando hablamos de capacidad liberadas se refiere al valor de la potencia que existe en el sistema pero no es utilizado en ningún sentido, después de mejorar el factor potencia se puede agregar cargas al sistema ya que mediante la compensación del factor potencia se libera capacidad.

Zavala R. (2001) menciona que:

La capacidad liberada en un circuito eléctrico es cuando se instala un banco de capacitores para mejorar el factor de potencia de la siguiente manera. Capacidad liberada es la cantidad de carga (en kvar) que se puede agregar con el factor de potencia original, de manera que la magnitud de la carga (en kvar) sea la misma antes y después de agregar los capacitores. (p. 152).

La forma de calcular la capacidad liberada es utilizando las siguientes expresiones como:

Ecuación N° 2. 7: Capacidad liberada

$$P_1 = S_1 \cdot \cos \varphi_1$$

$$P_2 = S_2 \cdot \cos \varphi_2$$

Mediante la combinación de fórmulas tenemos:

Ecuación N° 2. 8: Cosenos

$$S_1 \cdot \cos \varphi_1 = S_2 \cdot \cos \varphi_2$$

Despejando (S2) tenemos:

Ecuación N° 2. 9: Despeje de S₂

$$S_2 = S_1 \frac{\cos \varphi_1}{\cos \varphi_2}$$

Donde:

cosφ1: antes de la mejora.

$\cos\phi_2$: después de la mejora.

S1: potencia aparente instalada

S2: potencia aparente después de la compensación.

2.3.3.5 Tipos de diagnóstico energético.

Para ahorrar energía se lo puede hacer de diferentes maneras como puede ser generar buenos hábitos y costumbres en los trabajadores recomendando cosas simples como apagar los focos cuando no haya nadie en el lugar, pero también existen otras posibilidades que generan costos y se debe tomar en cuenta que tan beneficioso resulta hacer ese tipo de inversión y el período de recuperación.

Soto J (2000) señala:

Quando se hace un estudio o una evaluación a una planta productiva y se detecta ahorros energéticos potenciales, en algunos casos con el simple hecho de modificar los horarios de operación de un turno de trabajo, optimizando el uso de algunos equipos o bien con un adecuado mantenimiento a las instalaciones, se obtenga un ahorro energético, pero en otros caso será indispensable hacer inversiones para cambiar algunos equipos. (p. 8)

Se determina tres tipos de diagnóstico como son el de primer, segundo y tercer grado a continuación se va a enunciar cada uno de ellos.

Diagnóstico de primer grado:

- Se inspecciona visualmente las condiciones de las instalaciones para hacer un diagnóstico.
- Analizar los registros de mantenimiento y operación que se hacen rutinariamente en las empresas.
- Análisis de información de pagos y consumo estadísticamente de combustibles y energía eléctrica.
- Detectar en maquinarias, lugares o áreas de trabajo en donde se puede ahorrar energía de manera inmediata y con la inversión mínima.

- Capacitar al personal de la empresa sobre ahorro de energía y medidas a tomar en las instalaciones.

Diagnóstico de segundo grado:

- Análisis y estudio todas las fuentes de energía de la fábrica cereales “La Pradera”.
- Analizar los consumos pasados de energía de producción.
- Verificar y analizar las condiciones de las instalaciones y el mantenimiento.
- Analizar el consumo de manera específica en cada una de las áreas y sus instalaciones.
- Efectuar un balance de los costos de energía.
- Identificar lugares en donde se puede corregir el consumo para ahorrar energía.
- Analizar económicamente las medidas que se va a tomar.
- Fijar metas y objetivos en función al ahorro de energía.

Diagnóstico de tercer grado:

- Realizar un análisis a fondo de las condiciones de producción y de las instalaciones.
- Integrar a personal especializado y personal de ingeniería de cada una de las área para toman decisiones.
- Evaluar las causas y efectos sobre el consumo y ahorro de energía en maquinarias y procesos de producción como temperatura, presión entre otros.
- Después del diagnóstico general se debe considerar las recomendaciones para ver si son a largo, medio o corto plazo, ya que para esto es necesario modificar equipos, maquinaria, procesos y en algunos caos la tecnología.
- Debido al alto costos de inversión que requiere este diagnóstico el análisis económico debe ser muy rigurosa y ver cuál es el período de recuperación de la inversión.

2.3.4 Indicadores energéticos a nivel de empresa.

2.3.4.1 Índice de consumo.

El consumo de energía eléctrica es inevitable en todas las empresas y puede ser a gran o menor escala esto depende del proceso productivo que realiza la empresa, los índices de consumo se pueden determinar para cada uno de los productos o procesos así mismo se puede establecer para toda la planta, otra manera de calcular este índice de consumo es por tipo de producto si se diera el caso que el producto lo permita.

Rozas P. (2002) menciona que:

La eficiencia energética no consiste en racionar o eliminar el consumo de la energía eléctrica, sino de utilizar la energía de manera más racional conforme a su condición de escasez y al carácter no renovable de alguna de sus fuentes de generación, de hecho, en países desarrollados los aumentos de la producción de bienes y de servicios han ocurrido simultáneamente con la notoria disminución del consumo energético por unidad de producto, poniendo en evidencia que se trata de facetas de un mismo proceso. (p. 12)

De darse el caso que se consume diferentes tipos de energía para elaborar un solo producto se debe determinar el consumo equivalente relacionando los otros tipos, al determinar el índice de consumo permite a la empresa conocer si se encuentra dentro del rango consumo establecido de energía o si existe un consumo exagerado y poder determinar las causas y soluciones pertinentes.

La empresa no utiliza solo la electricidad para los procesos de producción, además de esta que es indispensable para el correcto funcionamiento se utilizan hidrocarburos como diésel, gasolina, fuel oil, ya que también existen motores de combustión que se utiliza en algunos procesos de producción.

2.3.4.2 Gasto energético.

La energía es esencial para realizar las varias actividades de producción en las industrias y empresas, sin importar a la actividad que se dedique, los gastos energéticos se relacionan directamente al consumo de energía y a la energía que se necesita para cumplir una función, para que las empresas puedan mantener el equilibrio adecuado la energía que se consume debe ser igual a la energía que se utiliza, esto quiere decir que las necesidades energéticas de los diferentes procesos diarios es igual al gasto total energético diario. El gasto total de energía se refiere a la suma del gasto de energía en consumo en las 24 horas.

2.3.4.3 Índice relativo de la variación del gasto en energéticos.

Se establece para relacionar un período con otro, en el que se trabaja en igualdad de condiciones, para determinar el impacto de medidas de control y la disminución de los consumos energéticos, esto se calcula como la variación de los gastos energéticos en un período de tiempo dado con respecto a la variación de los gastos totales en el mismo período de tiempo.

Este indicador determina cómo fue el período la variación de los gastos energéticos con respecto a la variación de los gastos totales. Se puede interpretar de distintas maneras en dependencia de las variaciones que ocurran en el numerador y denominador: pesos de disminución de los gastos energéticos por peso de incremento de los gastos totales, pesos de incremento de los gastos de energéticos por peso incrementado en los gastos totales etc.

2.3.4.4 Intensidad energética.

Dentro de las empresas estos indicadores pueden determinarse mediante la relación entre el consumo total de energía y el valor de la producción total. Muestra la tendencia de la variación de los consumos energéticos en relación al incremento de la producción.

Los indicadores de consumo energético y de eficiencia dependen de circunstancias de la producción y de algunos servicios que tiene la empresa como el: 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.

2.3.4.5 Competitividad.

Es la capacidad que tiene una empresa para expandir y seguir con sus funciones o participación en el mercado haciendo referencia a las nuevas tendencias existentes, las empresas deben tener la capacidad de generar mayor satisfacción en los clientes.

2.3.4.6 Personal clave.

Incluye a los trabajadores y directivos que tienen una influencia directa sobre la eficiencia energética de los sistemas y equipos claves.

Sistemas y equipos claves: Están integrados por los sistemas y equipos mayores consumidores, por aproximadamente el 20 % de los equipos y sistemas que en conjunto representan el 80 % del consumo de energía.

2.3.5 Ahorro de energía.

Es el esfuerzo por reducir la cantidad de energía para usos industriales y residenciales, tanto en el sector público como en el privado.

Desde hace varios años el principal objetivo de las empresas es la reducción de costos de energía, por este motivo las empresas han tenido la necesidad de implementar medidas que les permitan implementar proyectos de ahorro energético en las diferentes áreas y procesos de producción, en varias de las

industrias el costo de energía puede ir del 9 al 24% del costo total de la producción.

Los principales puntos que se toma en cuenta dentro de las empresas para poder tomar medidas de ahorro de energía son los motores eléctricos de alta eficiencia, se puede tomar medidas para la reducción de energía con respecto a los motores como:

- Cambiar los motores antiguos por motores modernos en especial los que tienen más de 10 años, ha de ser el caso reparar o modificar para mejorar el consumo de energía.
- Dar el mantenimiento adecuado a los motores que ya existen en la empresa como la limpieza de los mismos para mejorar el rendimiento su enfriamiento.
- Realizar el respectivo cambio de los rodamientos que constituyen el motor
- Realizar la adecuada alineación entre carga y motor.
- Evitar que existan vibraciones y en el caso de existir reducirlas o eliminarlas.

Además de estos consejos para reducir el consumo de energía eléctrica en motores se debe tomar también en cuenta una serie de recomendaciones para los diferentes sistemas de producción que hay dentro de las empresas como son los:

- Compresores de aire.
- Iluminación interior.
- Iluminación exterior.
- Condensadores y evaporadores
- Refrigeración Industrial
- Equipos de proceso
- Aire Acondicionado
- Aislante térmico, entre otros.

2.3.5.1 Contaminación ambiental.

Es la alteración de las condiciones del medio ambiente por la presencia de agentes físicos o químicos, ajenos al mismo, en grado tal que pueda resultar perjudicial para las personas, animales, plantas u objetos, y producir un deterioro en la calidad de vida.

2.3.5.2 Costo de la energía eléctrica.

El costo de un producto es la suma de los diferentes gastos en los que se incurre para fabricarlo y que se repercuten sobre el mismo.

2.3.5.3 Efecto invernadero.

Se entiende por efecto de invernadero el cambio climático provocado por un aumento de la temperatura ambiental a consecuencia de una mayor concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, que, aunque permite que la radiación solar llegue a la Tierra, impide que parte de aquélla pueda volver al espacio, siendo reflejada nuevamente y, por lo tanto, facilitando un cambio de clima.

2.3.5.4 Calidad del sistema de suministro y servicio.

La prestación de un bien y servicio este tiene que estar orientado a la satisfacción de los clientes y está enfocado en que los mismo puedan adquirir beneficios del servicio por el cual estaban pagando, todo está dentro del parámetro de ofrecer al cliente no solo la seguridad del bien que está utilizando sino que se siente protegido y cómodo en este aspecto.

Los estándares de la calidad esta regidos por este servicio deben estar estrechamente ligados la determinación de la tarifa que se está aplicando al mismo.

Dentro del marco legislativo el estado siempre tendrá en primera instancia la defensa del consumidor, teniendo la obligación de hacerse responsable de cualquier daño que sufrieran los equipos de las personas que usen el servicio y sea ocasionado por fallas dentro del sistema de servicio eléctrico.

Para que esto se cumpla de manera adecuada es necesario establecer las pautas de evaluación necesarias para lo cual es indispensable que el servicio este dado dentro de los niveles de calidad exigidos en la regulación pertinente, para lo cual la institución deberá ser seria y bien consolidada manteniendo una estructura y procedimientos que sean buenos.

Dentro la calidad del servicio es necesario tomar en cuenta alguna de los siguientes aspectos estructurales como lo son:

- **La calidad del producto.**

La calidad del producto o servicio hace referencia al bien en si mostrando sus características relevantes.

Nivel del voltaje.- El voltaje admitido será establecido por normativas y regulaciones pertenecientes.

Perturbaciones.- Son las oscilaciones que afecten la calidad de servicio.

Factor de potencia.- Establece la cantidad del suministro prestado.

- **La calidad del servicio.**

Continuidad del servicio.- Está directamente relacionada con la frecuencia ininterrumpida que tenga el servicio.

Frecuencia de interruptores.- En caso de que se den fallas en el sistema estas se establecerán por periodos y se tomara en cuenta las frecuencias de estas interrupciones.

Duración de interrupciones.- Cuando se dé un fallo en el sistema el prestador del servicio deberá solucionar de manera inmediata este fallo.

- **Calidad del servicio comercial.**

Atención de solicitud de servicio.- El modo en que el proveedor de servicio tiene la disposición de atender nuestras inquietudes en relación a nuestro servicio.

Errores en medición y facturación.- Es cómo se asume los errores en el momento de cobrar por el servicio establecido.

A continuación se presentan los parámetros eléctricos, que generalmente se consideran para medir la calidad del producto.

2.3.6 Nivel de Voltaje.

2.3.6.1 Índice de calidad.

Ecuación N° 2. 10: Índice de calidad

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

Donde:

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

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

V_n : voltaje nominal en el punto de medición.

2.3.6.2 Perturbaciones.

Pareto (Flicker) Índice de Calidad

Para efectos de la evaluación de la calidad, en cuanto al flicker, se considera el índice de severidad por Flicker de corta duración (P_{st}), en intervalos de medición de 10 minutos, definido de acuerdo a las normas. Para el caso de la norma IEC el índice se determina mediante la siguiente expresión:

Ecuación N° 2. 11: Pareto flicker

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

Donde:

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

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

2.3.7 Armónicos.

Las cargas no lineales tales como: rectificadores, inversores, variadores de velocidad, hornos, entre otros; absorben de la red corrientes periódicas no senoidales. Estas corrientes están formadas por un componente fundamental de frecuencia 50 o 60 Hz, más una serie de corrientes superpuestas de frecuencias, múltiplos de la fundamental, que denominamos armónicos eléctricos, que generan costes técnicos y económicos importantes.

Ecuación N° 2. 12: Armónico 1

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

2.3.7.1 Índices de Calidad

Ecuación N° 2. 13: Armónico 2

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

Donde:

V_i : factor de distorsión armónica individual de voltaje.

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

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

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

2.4 Marco Legal Vigente

La energía eléctrica en el país es un servicio público y de derecho de todas las personas mediante esto es deber del estado satisfacer las necesidades de todas las personas y del país por medio del aprovechamiento de los recursos naturales de manera óptima y responsable para conformidad de todos los que lo requieran, existen también leyes que competen al sector eléctrico como:

- Ley Orgánica de Defensa del Consumidor.
- La ley del Régimen del Sector Eléctrico.
- Ley para la Constitución de Gravámenes y Derechos Tendientes a Obras de Electrificación.
- Ley de Modernización del Estado, Privatizaciones y Prestación de Servicios Públicos por parte de la iniciativa privada.

Ley del Régimen del Sector Eléctrico.- Esta ley es la que regula las actividades que generan energía eléctrica o que se origine en la explotación de cualquier tipo de fuente de energía, por medio de esta ley se determina las funciones del (CONELEC) Consejo Nacional de Electricidad.

Ley Orgánica de Defensa del Consumidor.- la ley tiene como propósito normar las relaciones entre consumidores y proveedores protegiendo el derecho de las personas y verificando la equidad y seguridad jurídica entre ambas partes.

2.4.1 Ministerio de electricidad y energía renovable.

Esta entidad se creó el 9 de junio del 2007 es la principal del sector eléctrico y energías renovables ecuatoriano, la entidad es la encargada de satisfacer las necesidades de todas las personas en el país, por medio de la formulación pertinente o planes de desarrollo para el aprovechamiento adecuado y responsable de los recursos garantizando que los recursos energéticos respondan con uniformidad, responsabilidad, eficiencia, regularidad, calidad, que aporten con el desarrollo del país. Además de esto el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables ha participado conjuntamente con instituciones como el COMEX y el INEN para de esta manera incentivar el uso de equipos eficientes que aporten al ahorro de energía eléctrica.

Mediante estas instituciones se ha obtenido las siguientes normativas obligatorias para el uso eficiente de los recursos energéticos.

Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 036:2010 eficiencia energética, lámparas fluorescentes compactas. Rangos de desempeño energético y etiquetado.

La (eficiencia energética) eficacia mínima energética y las características de la etiqueta informativa en cuanto a la eficacia (luminosa) energética de las lámparas fluorescentes compactas de construcción modular, para uso con balastos electrónicos o electromagnéticos, y a las lámparas fluorescentes compactas de construcción integral para uso con balasto electrónico. Adicionalmente especifica el contenido de la etiqueta de consumo de energía, a fin de prevenir los riesgos para la seguridad, la salud, el medio ambiente y prácticas que pueden inducir a error a los usuarios de la energía eléctrica. (p. 3)

Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 035 “Eficiencia energética en artefactos de refrigeración de uso doméstico. Reporte de consumo de energía,

métodos de prueba y etiquetado” y sus modificatorias en la que se estableció que a partir de Diciembre de 2011 se permite únicamente la comercialización de aparatos de refrigeración de rango energético A.

Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 072 “Eficiencia Energética para acondicionadores de aire sin ducto”, mismo que entró en vigencia desde el 29 de mayo de 2013.

Además de estas normas existen una serie de normas técnicas ecuatorianas voluntarias de eficiencia energética entre estas tenemos:

- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2498 “Eficiencia Energética en motores eléctrico estacionarios”
- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2555 “Seguridad en cocinas de inducción”
- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2511 “Eficiencia energética en cámaras de refrigeración instaladas en vehículos automotores. Requisitos”
- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2506 “Eficiencia Energética en Edificaciones”
- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2567 “Eficiencia Energética en cocinas de inducción de uso doméstico. Requisitos”
- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2507 “Rendimiento térmico de colectores solares en sistemas de calentamiento de agua para uso sanitario. Requisitos”

2.4.2 El Comité de comercio exterior (COMEX).

“El Comité de Comercio Exterior (COMEX) es el organismo que aprueba las políticas públicas nacionales en materia de política comercial, es un cuerpo colegiado de carácter intersectorial público, encargado de la regulación de todos

los asuntos y procesos vinculados a esta materia.” RECUPERADO DE <http://www.comercioexterior.gob.ec/comex>.

Mediante esta entidad se ha gestionado un sinnúmero de resoluciones como:

- Resolución COMEX 076: Restringe la importación de equipos acondicionadores de aire de rango B, C, D E, F y G.
- Resolución COMEXI 505: Se emitió dictamen favorable para el diferimiento arancelario (0% advalorem) de lámparas compactas fluorescentes compactas (focos ahorradores) de rango A (alta eficiencia) así como para tubos fluorescentes T5 y T8 de mayor eficiencia.
- Resolución COMEXI 529: Se prohíbe las importaciones de focos incandescentes entre 25 y 100W de uso residencial a partir de enero de 2010.
- Resolución COMEXI 595: Incluye a los artefactos de refrigeración en la Resolución 450 del COMEXI que contiene al nómina de productos sujetos a controles previo la importación.

Se puede hacer referencia a las ISO 50001 que es el Estándar de Gestión Energética

Se refiere al proyecto de eficiencia energética en la industria (MEER) y conjuntamente con el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) mediante la Organización de las Naciones Unidas del Desarrollo Industrial (ONUDI) se adopta las normas ISO 50001 “Estándar de Gestión Energética”

El propósito de las ISO 50001 es permitir a las industrias u organizaciones regirse a un enfoque sistemático para lograr la mejora continua en cuanto al desempeño, la eficiencia energética, el consumo y la utilización de energía.

Alcance de las ISO 50001:

Especifica los requisitos sobre el uso y consumo de energía, abarca también:

- Reporte

- Documentación
- Medición
- Diseño y practica de seguridad.
- Control

Las ISO 50001 se puede aplicas a cualquier tipo de organización no importa el tamaño.

2.5 Definición de términos básicos

El fundamento teórico es el que sustenta la investigación, se define algunos de los conceptos principales.

- **Angulo de fase:** Desplazamiento angular entre la forma de la onda y la atención de corriente.
- **Capacidad:** Relación que tiene la carga que se le aplica a un conductor.
- **Carga:** Cantidad de potencia que tiene un sistema eléctrico.
- **Condensador:** Elemento electrónico que posee capacidad.
- **Consumo de energía eléctrica (kWh per cápita):** Permite medir la producción de las centrales eléctricas y también de las plantas de cogeneración.
- **Efectividad:** Es la generación sistemática de resultados consistentes integrando eficacia y eficiencia.
- **Eficacia:** Es cumplir con los objetivos propuesto a trazados mediante la obtención de resultados.
- **Eficiencia energética:** La optimización de los recursos energéticos para alcanzar los objetivos económicos de la empresa. Se mide a través de indicadores de eficiencia energética.
- **Eficiencia:** Es optimizar los recursos para obtener los resultados esperados.
- **Equipo:** Elemento que realiza funciones específicas.

- **Indicadores Energéticos:** Son aquellos que se usan para medir el desempeño de la eficiencia energética.
- **Instalación:** Es la infraestructura para distribuir y generar la energía eléctrica.
- **Intensidad Energética:** Es un indicador de la eficiencia energética, se calcula como la relación entre el consumo energético y el producto interno bruto de un país.
- **kvar:** Medida del flujo de potencia reactiva esto se produce cuando la corriente y la tensión no están correctamente sincronizadas.
- **Mantenimiento:** Son las actividades para mantener en buen estado las instalaciones.
- **Rango:** Es el límite de funcionamiento de maquinaria o equipos.
- **Resistencia:** Es la oposición o resistencia al flujo de corriente.
- **Usuario:** Persona moral o física que utiliza la energía eléctrica.
- **Var:** es voltio amperio reactivo

2.6 Conclusión

- Como primer punto en el desarrollo de este capítulo se investigan los antecedentes para poder ver si existen trabajos relacionados a la gestión energética.
- El capítulo consta del marco teórico, en la cual se obtiene información fundamentada referente al tema de investigación como es la gestión energética, eficiencia, sistemas de gestión, factor potencia ventajas entre otros, temas que son fundamentales conocer por que intervienen directamente en el desarrollo del trabajo asegurando la factibilidad del mismo.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

La metodología que se aplicó en la investigación es necesaria para el correcto desarrollo de esta capítulo el cual está formado por los siguientes aspectos como: el enfoque metodológico, la modalidad, el tipo de investigación, el nivel, las técnicas e instrumentos a utilizar. Además, se declara la población o universo y se define la muestra para aplicar los instrumentos de recolección de información.

3.1 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es una planificación compendiada de lo que se debe hacer para lograr los objetivos del estudio, se recogen estructuralmente los elementos metodológicos generales que describen las distintas etapas llevadas a cabo.

3.1.1 Modalidad de la investigación.

El trabajo de investigación corresponde a una modalidad de proyecto factible o de intervención, ya que la propuesta es un programa de soluciones técnicas económicamente viable para solucionar los posibles problemas energéticos detectados, los cuales permitirán reducir los costos del pago de las planillas eléctricas. El diseño de investigación constituye un plan de trabajo a seguir por el investigador para obtener respuestas a sus interrogantes o comprobar la hipótesis de investigación.

El diseño de investigación desglosa las estrategias básica que el investigador adopta para generar la información adecuada y de fácil de interpretación.

3.1.1.1 Aplicada.

Esta investigación también es conocida como práctica o empírica la investigación busca identificar los portadores energéticos claves que pueden aumentar el consumo de energía eléctrica y de esta manera analizar la posible estrategia energética mediante la toma de acciones para mejorar la eficiencia en los equipos instalados y de fomentar en los trabajadores la cultura de ahorro de energía, es decir, que se ocupen la energía solo cuando sea necesario, además se puede generar idea de nuevas energías renovables.

Como se sabe la investigación aplicada se orienta a la resolución de problemas cotidianos es por esto el motivo que se le toma en cuenta dentro del estudio, además de esto nos permite encontrar una innovación técnica e industrial, esta modalidad nos permite saber, describir, hacer, explicar y aplicar para encontrar la eficiencia del estudio.

3.1.2 Métodos.

Los métodos a utilizar en el desarrollo del trabajo de investigación se los puede dividir en métodos generales y particulares.

3.1.2.1 Método científico.

Toda investigación científica como tal requiere de este método. Ya que es el conjunto de actividades sistemáticas que el investigador utiliza para descubrir la verdad y enriquecer la ciencia, dentro del proyecto se va a determinar la manera de hacer más eficiente el consumo de energía eléctrica, mediante un conjunto de actividades que estarán dirigidas a reducir el consumo energético o mejorar la utilización de la energía mediante la investigación científica y de esta manera aportar con el medio ambiente creando también una política energética sostenible y mejorar la responsabilidad social de la empresa.

3.1.2.2 La medición.

Se desarrolla con el objetivo de obtener la información numérica acerca de una propiedad o cualidad del objeto o fenómeno, donde se comparan magnitudes medibles y conocidas. Es decir es la atribución de valores numéricos a las propiedades de los objetos.

3.1.2.3 Método inductivo.

Mediante la auditoria energética identificamos los portadores energéticos para diseñar la propuesta de mejoramiento a partir de un razonamiento lógico en el que partiendo de la observación de casos particulares, y luego de establecer comparaciones de características, propiedades, relaciones funcionales de las distintas facetas de los objetos del conocimiento se abstrae, se generaliza y se llega al establecimiento de las reglas y medidas a implementar.

3.1.2.4 Método deductivo.

Permite, a partir de la interpretación de los conceptos, principios, reglas, definiciones y formulas establecidas analizar, sintetizar, comparar, generalizar y demostrar la factibilidad y viabilidad de la investigación. Aplicado en la determinación de las pérdidas de energía del portador de electricidad de la empresa.

3.1.2.5 Método de investigación de campo.

Este tipo de investigación se apoya en informaciones que provienen de elementos como la encuesta, la entrevista, los cuestionarios o la observación, además de esto este tipo de investigación se complementa con la investigación de carácter documental.

3.1.3 Tipo de investigación.

Para la elaboración del trabajo de investigación, se consideró dos tipos de investigación como es la exploratoria y la descriptiva.

La investigación exploratoria “Es un tipo de investigación que tuvo como objetivo principal facilitar el estudio para realizarlo más a fondo y con mayor comprensión sobre los problemas que enfrenta el investigador”

La investigación descriptiva “El objetivo principal de este tipo de investigación es la de describir el problema o la situación actual de la fábrica en cuanto a los recursos energéticos, generalmente son las características o funciones del problema en cuestión”.

El estudio exploratorio al inicio de la investigación, permitió que se integre y se tome contacto con el tema, después de esto se obtendrá los datos suficientes para realizar la investigación más a fondo.

La investigación también será de tipo descriptiva, ya que se requiere información del área que se analizará, con esto se conseguirá formular preguntas importantes para la obtención de los datos que se requiere o desea saber. Posteriormente se examinará la información generada en base a los objetivos previamente definidos y de esta manera dar solución al problema planteado.

3.1.4 Métodos y técnicas a ser empleadas.

3.1.4.1 Métodos teóricos.

Histórico - Lógico, este método se aplica atendiendo a la necesidad de revisar toda la información disponible de la empresa, obteniendo primeramente la descripción del objeto estudiado, partiendo de esta base extraer los rasgos más sobresalientes que marcan la tendencia sobre el conocimiento en el campo de

acción revisando materiales y documentos que anteriormente hayan sido tratados dentro de la fábrica.

Análisis y síntesis, se utiliza para el análisis de documentos, elementos y experiencias que sustentan el trabajo investigativo en cuanto se refiere a materia de gestión energética.

3.1.4.2 Métodos empíricos.

Observación: Se emplea para conseguir una percepción práctica detallada y participativa de los elementos del campo de acción y el objeto de estudio, así como de los factores a tener en cuenta para la elaboración de la estrategia que se va seguir.

Estadísticos: Este método se utiliza para el cálculo de los resultados del estudio realizado, valorando fundamentalmente las medidas de tendencia central.

Dentro del trabajo de investigación se ha utilizado técnicas tanto cuantitativas como cualitativas, el uso de estas técnicas ha sido necesario porque ofrece una panorámica sobre las causas que generan el fenómeno.

Tabla N° 3. 1: Variable independiente pérdidas de energía

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Es optimizar la energía utilizada y lograr los mismos objetivos planteados.	Gestión energética	Eficiencia de energía	kW	Medición	Analizador de red
	Factor potencia	Modos y tipos de compensación	kWh	Cálculos Encuestas	Ecuaciones Cuestionario
	Prefactibilidad	Costo	\$	Cálculos	Ecuaciones

Elaborado por: Oscar Lara

Tabla N° 3. 2: Variable dependiente ahorro del portador energético electricidad

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Gasto total de energía, potencia consumida de un proceso en un periodo tiempo determinado.	Motores eléctricos	Potencia	kWh	Medición	Analizador de red
	Iluminación	Lux	lúmenes	Medición	Luxómetro
	Prefactibilidad	Costo	\$	Cálculos	Ecuaciones

Elaborado por: Oscar Lara

A este escenario se le suman aspectos de orden económico, dados por las continuas fluctuaciones de los precios asociados a los energéticos y la creciente inestabilidad de las cadenas de abastecimiento.

En el monitoreo se utilizó la ayuda de analizadores de red con alta precisión de medida de energía activa, que garantizaron el rendimiento, la seguridad y el comportamiento funcional en servicio de la fábrica, cumpliendo con los requerimientos de las instalaciones, obteniendo las siguientes ventajas:

- Adquisición de diferentes valores de medición representados en forma clara y sencilla.
- Transparencia en el flujo de energía desde la alimentación a la carga.
- Obtención de una medida de energía fiable y en tiempo real.
- Identificación de cargas con alto consumo energético.
- Registro preciso de todos los datos de consumo en toda la distribución de energía.
- Visualización y registro de calidad de la potencia de forma estructurada y clara en el punto de medida.

3.1.5 Hipótesis.

Si se conocen el conjunto de causas que influyen en las pérdidas de energía eléctrica, así como la interrelación funcional y de consumo, el diseño de un plan de mejorar permitirá obtener el ahorro del portador energético electricidad.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Unidad de estudio (población y muestra).

La identificación de cada una de las oportunidades se dieron con el objetivo de disminuir el consumo de energía eléctrica, se actuó con trabajadores y directivos que estaban relacionados de manera directa en el tema de consumo energético dentro de la empresa, el total de la población sometida a investigación no superó a las 100 personas lo cual ayudó de manera directa a mejorar la correcta aplicación de las herramientas y técnicas usadas en la recolección de información.

La fábrica cereales “La Pradera” se encuentra ubicada en la parroquia Belisario Quevedo del cantón Latacunga, y consta de dos transformadores que la alimentan de manera, en la actualidad uno de estos se encuentra desconectado por lo tanto la energía se obtiene solo de un transformador de 100kVA.

La fábrica de cereales “La Pradera” cuenta con la infraestructura necesaria para poder desempeñar las funciones pertinentes de una empresa dedicada a la producción de productos alimenticios en el área de producción de cereales.



Figura N° 3. 1: Fábrica cereales “La Pradera”
Elaborado por: Oscar Lara

El sistema eléctrico instalado en la fábrica cereales “La Pradera” se realizó en 1985 el cual se proyectó su buen y correcto funcionamiento en un tiempo de optimización de 15 años como lo exigen las normas para sistemas de distribución vigentes de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi (ELEPCO S.A.). El tiempo establecido se ha cumplido sin problemas, pero no se ha tomado en cuenta que en los últimos años la empresa ha tenido un desarrollo lo cual modifica de manera directa el ámbito tanto laboral como en el crecimiento de su infraestructura y tecnología de equipamiento de la empresa.

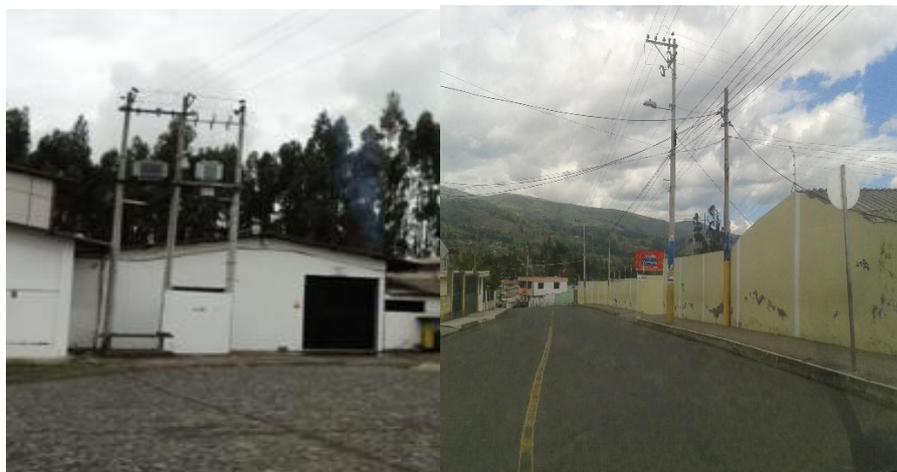


Figura N° 3. 2: Sistema de alimentación
Elaborado por: Oscar Lara

El lograr identificar de manera explícita cuales son las áreas que general el problema de gasto energético es un trabajo muy complicado ya que la empresa carece de un plano de las instalaciones eléctricas por lo que se deberá realizar este análisis siguiendo todas las instalaciones eléctricas.

Al encontrar estas falencias en lo referente al sistema eléctrico de la fábrica cereales “La Pradera” es necesario realizar un rediseño total de lo que se refiere a este sistema para este fin es necesario la realización de una auditoria eléctrica acerca del adecuado manejo del sistema, el objetivo de esto es poder llegar a un óptimo funcionamiento del sistema reduciendo todas las pérdidas que está ocasionando las deficiencias presentes dentro de la empresa.

3.3 Instrumento de medición utilizado

Para la adquisición de datos de calidad de energía se ha hecho referencia a la regulación 004/001 del CONELEC, en donde se estipula el procedimiento a seguir para la obtención de las mediciones; en efecto, el equipo empleado fue el Analizador de Calidad de Energía Eléctrica Trifásica PowerPad modelo 3945-B. El cual fue instalado en parte de baja del transformador.

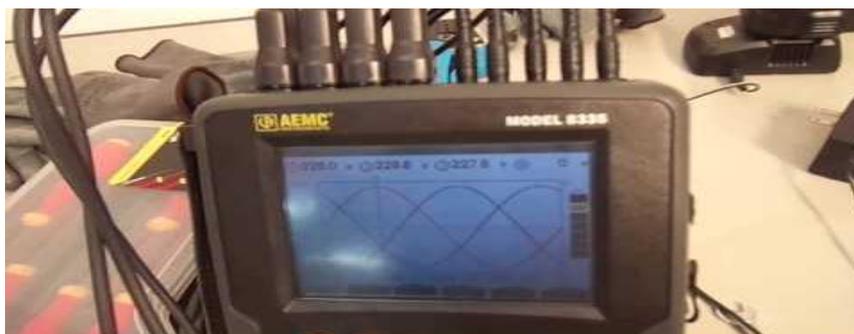


Figura N° 3. 3: Analizador de calidad de energía trifásico powerpad modelo 3945-B

Elaborado por: Oscar Lara

Las secciones y áreas de trabajo se encuentran de acuerdo a las especificaciones y orden descritas en el anexo 2.

3.3.1 Diseño y simulación de flujos de carga mediante software.

Se empleó el software Easy Power 8.0 por la facilidad de adquisición de datos y por los resultados que despliega en cuanto se refiere a flujos de carga y corrientes de cortocircuito, tomando como base el esquema monolineal anexo 3.

Los resultados principales que se obtienen del flujo de potencia son: magnitud y ángulo de fase del voltaje de cada barra del sistema (V , θ), potencia activa y reactiva que fluye por cada elemento del sistema (P , Q). Los resultados secundarios son las caídas de voltaje ($\% \Delta V$), y cargabilidad de los elementos ($\% P_{max}$).

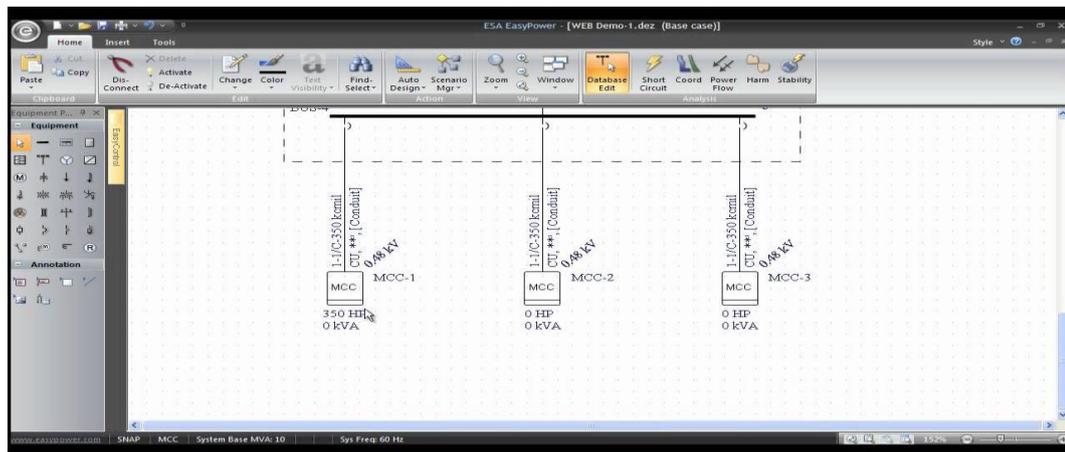


Figura N° 3. 4: EASY POWER 8.0

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

3.3.2 Procedimientos para organizar un sistema de monitoreo y control energético.

Para elaborar el diagrama unifilar, se realiza el levantamiento de datos de las subestaciones, transformadores, tableros, centros de carga, cables y canalizaciones, tomando en cuenta los siguientes datos:

- Suministro de energía eléctrica: tensión, frecuencia, número de fases, y número de hilos.
- Circuitos eléctricos: capacidad (kW), capacidad del interruptor, longitud, cantidad y calibre de conductores, tipo de canalización.

- Transformadores: potencia en kVA, número de fases, tipo de conexión, tipo de enfriamiento, tensión, impedancia, y elevación de temperatura.
- Tableros: capacidad de barras, tensión, número de fases, número de hilos, frecuencia.
- Interruptores: capacidad, número de polos, marco y disparo.
- Cargas: capacidad en kW, kVA.
- Transformadores de corriente y potencial: relación de transformación y cantidad.
- Instrumentos de Medición: rango de medición, cantidad, indicar si es análogo o digital, así como parámetros que mide.
- Planta de emergencia: capacidad en kW o kVA, fases, frecuencia, tensión, RPM, y factor de potencia.

En todos los casos se indicará identificación del equipo y ubicación del mismo.

3.3.3 Determinación de la carga instalada.

La exactitud de la carga de una instalación compleja depende de un sin número de factores que le dan las características buscadas o necesarias para el uso que la misma este prestando, sin embargo se puede establecer un valor general ya con la recolección de toda la información de los equipos que están conectados o también analizando los datos de las placas de los motores.

Para poder establecer la determinación de la carga tenemos que tener en cuenta que es un trabajo de campo el cual debe ser realizado de manera paulatina, técnica estableciéndose y planteándose en el tiempo necesario para su consumo o desuso ya que si existe una reserva excesiva esta generara perdidas ya que se convertiría de acuerdo al uso de la misma en una inversión que no generaría ninguna ganancia del mismo modo una reserva es escasa podría generar daños o problemas en períodos cortos lo cual detendría los equipos de producción, esto ocasionaría una pérdida y un problema para la empresa.

3.3.4 Análisis de la energía eléctrica consumida.

La determinación de la energía eléctrica consumida, es importante tener en cuenta algunas variables como lo son:

El tipo de equipo que está conectado al suministro de electricidad.

El número de horas que este equipo está funcionando y su el horario del mismo.

Entonces el cálculo de la electricidad consumida se realiza en función a estas variables.

3.3.5 Análisis de conductores eléctricos.

Un conductor eléctrico es aquel material que ayuda y permite el traslado de los electrones de un punto A hacia un punto B sin interrupción alguna.

En el rediseño de instalaciones eléctricas uno de los puntos más importantes que tenemos que tomar en cuenta es (y más repetitivas) es el cálculo de la sección de alimentadores, es decir la especificación de los conductores que suministran energía eléctrica a la carga, se siguen los literales anteriores. De la precisión de estos cálculos depende, en buena medida, la seguridad y el buen funcionamiento de la instalación, así como el costo de los gastos de operación y mantenimiento

3.3.6 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.

El 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.

3.4 Conclusión

En el presenta capítulo se describe la metodología que la investigación tiene, para poder desarrollar de la mejor manera las estrategias adecuadas mediante la correcta utilización y aplicación de los diferentes métodos, técnicas, la determinación de las variables y los instrumentos que se utilizarán en la aplicación del proyecto de investigación.

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se analizaron e interpretaron los datos emitidos por los instrumentos mencionados en la metodología y dentro de los que se encuentra la encuesta. Los resultados demostraron la necesidad de aplicar un sistema de gestión energética y la presencia de energía en el sistema.

4.1. Resultado de la encuesta aplicada en la empresa

Nivel de competencia en materia energética.

Para la realización de las encuestas se entrevistaron a 25 personas dentro de los cuales se encuentran obreros y directivos. Se obtuvieron los siguientes resultados:

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS TRABAJADORES

1.- Datos personales de los trabajadores:

Edad de los trabajadores:

Tabla N° 4. 1: Edad de los trabajadores.

	18- 25	25- 32	32- 39	39- 46	TOTAL
Edad:	9	5	8	3	25
PORCENTAJE	36	20	32	12	100

Elaborado por: Oscar Lara.

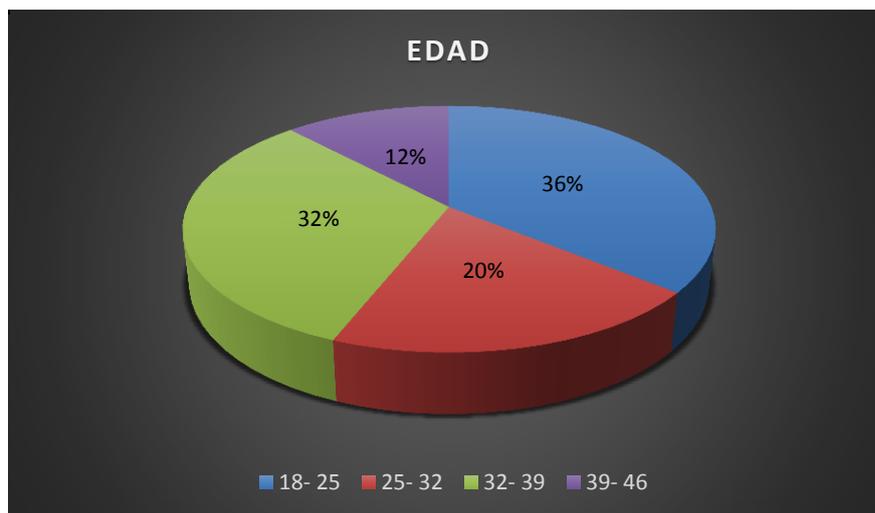


Figura N° 4. 1: Edad de los trabajadores.

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación:

El 36% de los encuestados tiene una edad que oscila entre los 18 y 25 años, 20% de los encuestados se encuentran entre los 25 y 32 años, 32% de se encuentran entre los 32 y 39 años y 12% se encuentran en un rango de 39 a 46 años.

La gran mayoría de la población encuestada se encuentra en una edad establecida entre los 18 y 25 años.

Sexo de los trabajadores:

Tabla N° 4. 2: Sexo de los trabajadores

	Hombre	Mujer	TOTAL
Sexo:	21	4	25
PORCENTAJE	84	16	100

Elaborado por: Oscar Lara.

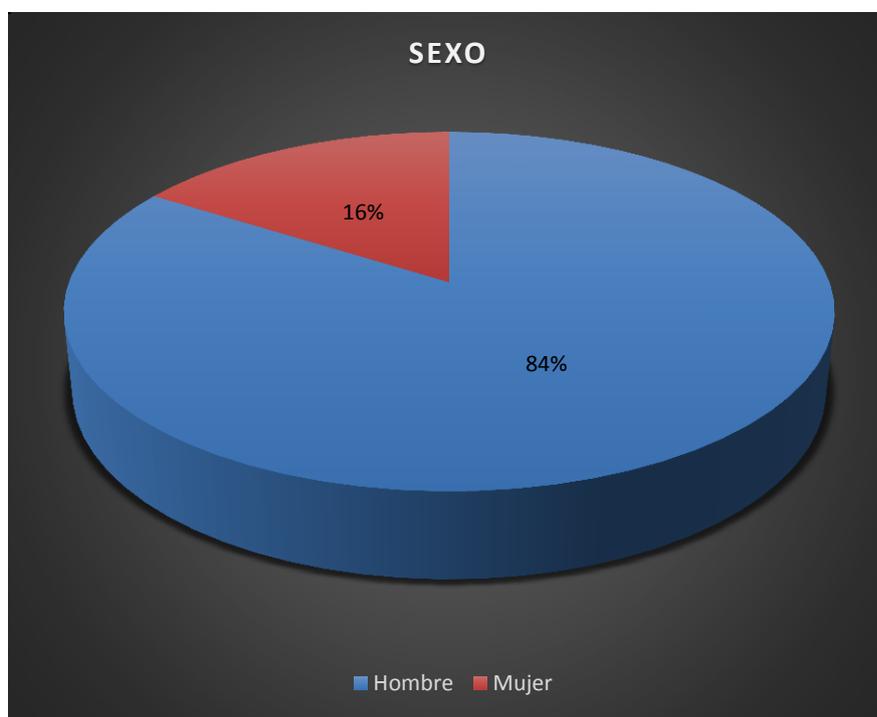


Figura N° 4. 2: Sexo de los trabajadores

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación.

El 84% de la población son hombres y el 16% son mujeres.

La mayoría de las personas que laboran dentro de la empresa son hombres.

Años de experiencia que tiene:

Tabla N° 4. 3: Años de experiencia

	1	2	3	4	5	TOTAL
Años de Experiencia:	6	11	5	2	1	25
PORCENTAJE	24	44	20	8	4	100

Elaborado por: Oscar Lara.



Figura N° 4. 3: Años de experiencia

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación.

El 24% de los encuestados tienen un año de experiencia, 44% de los trabajadores tienen años de experiencia, 20% de los encuestados tienen 3 años de experiencia, 8% se ubica en los 4 años de experiencia, y 4% cuenta con cinco años de experiencia.

Una mayor parte de la población que labora en la fábrica cuenta con 2 años de experiencia laborando dentro de la fábrica.

¿Cuál es su área de trabajo?

Tabla N° 4. 4: Área de trabajo

	Producción	Administración	Ventas	TOTAL
Área:	25	0	0	25
PORCENTAJE	100	0	0	100

Elaborado por: Oscar Lara.

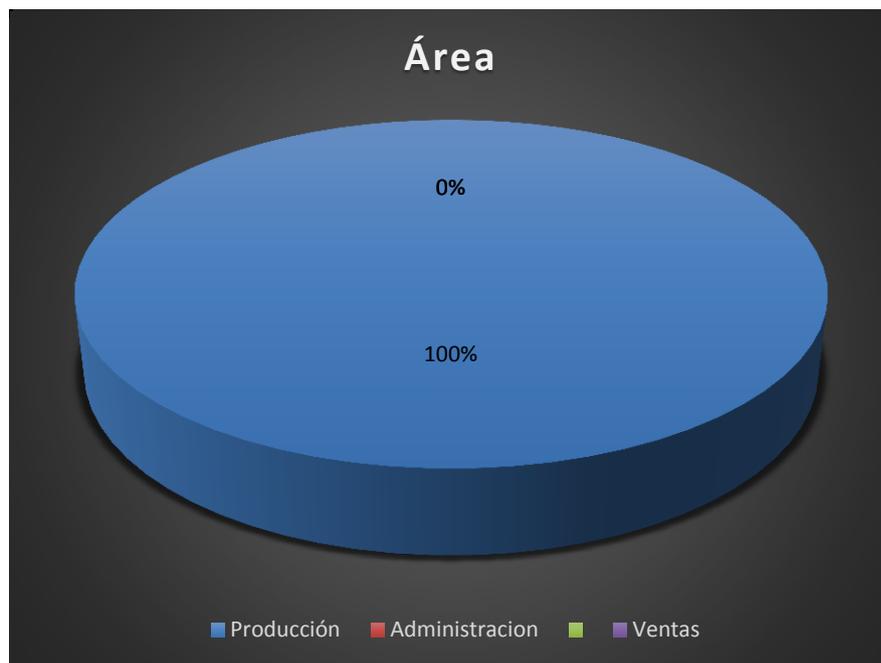


Figura N° 4. 4: Área de trabajo

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación.

El 100% de los encuestados pertenecen al área de producción.

Es evidente que esta área es de suma importancia para el desarrollo del presente trabajo investigativo.

¿Cuál es su salario?

Tabla N° 4. 5: Salario

	150-250 \$	250- 350 \$	350- 450 \$	450- Mas \$	TOTAL
Salario:	0	17	6	2	25
PORCENTAJE	0	68	24	8	100

Elaborado por: Oscar Lara.

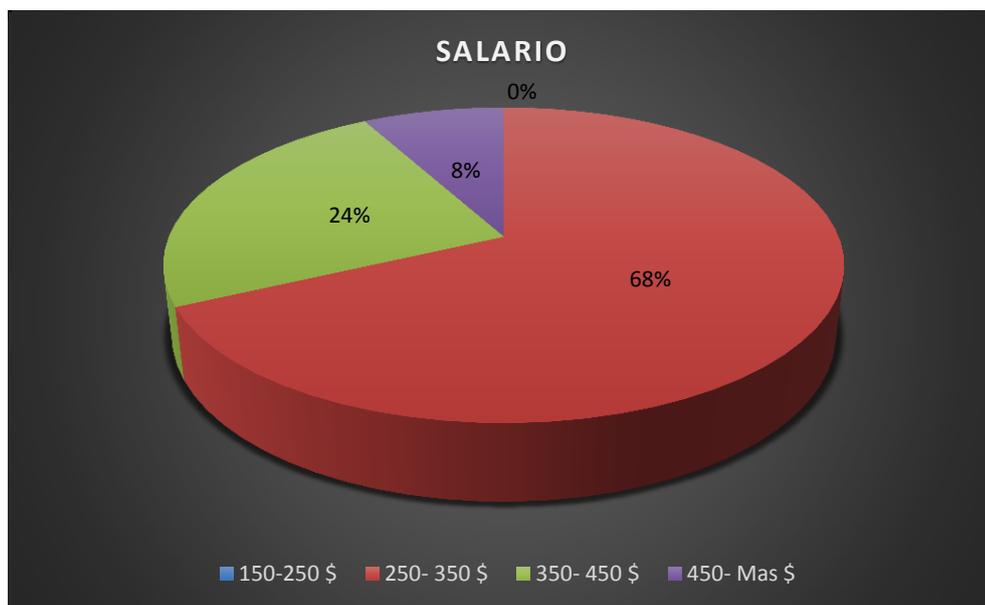


Figura N° 4. 5: Salario

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación.

El 68% de los encuestados manifestaron que su sueldo oscila entre los 250 y 350 dólares, el 24% indicó que su sueldo esta entre 350 a 450 dólares y el 8% gana más de 450 dólares.

Es evidente que la gran mayoría de los empleados recibe una prestación por sus servicios que se encuentra entre los 250 y 350 dólares, es decir el salario básico común del Ecuador.

Tabla N° 4. 6: Considera que usted puede ahorrar energía en su puesto de trabajo mediante

CONSIDERA QUE USTED PUEDE AHORRAR ENERGÍA EN SU PUESTO DE TRABAJO MEDIANTE					
	MUCHO	POCO	NADA	DESCONOZCO	TOTAL
Mejorando la operación	2	12	5	6	25
Mejorando el mantenimiento	11	5	4	5	25
Mejorando la instrumentación	13	6	3	3	25
Mejorando los registros de control	4	3	13	5	25
Mejorando el nivel de conocimiento	17	5	2	1	25
Mejorando mi motivación	20	2	1	2	25
Mejorando las condiciones de trabajo	16	7	2	0	25
Mejorando la automatización	4	14	3	4	25
Mejorando la cantidad y calidad de las inspecciones	5	13	4	3	25
Mejorando la política de estímulo	18	3	3	1	25
TOTAL	110	70	40	30	250
PORCENTAJE	44	28	16	12	100

Elaborado por: Oscar Lara.



Figura N° 4. 6: Considera que usted puede ahorrar energía en su puesto de trabajo mediante

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación.

El 44% de los encuestados puede ahorrar energía desde su puesto de trabajo, 28% de los encuestados manifestaron que es poco el ahorro de energía que ellos pueden lograr desde su puesto de trabajo, el 16% indica que no ahorran nada de energía eléctrica desde su puesto de trabajo, y el 12% indica que no sabe si desde su puesto de trabajo puede disminuir o no el consumo de energía eléctrica.

Es claro que la gran mayoría de encuestados piensan que pueden contribuir al ahorro de la energía de la empresa desde su puesto de trabajo realizando diferentes acciones.

Señale la respuesta que desee contestar con un x en cada uno de los literales.

a) Conoce la cantidad de energía que consume:

Tabla N° 4. 7: Conoce la cantidad de energía que consume

Conoce la cantidad de energía que se consume.		
	RESPUESTAS	PORCENTEJE
Si	0	0
No	25	100
TOTAL	25	100

Elaborado por: Oscar Lara.

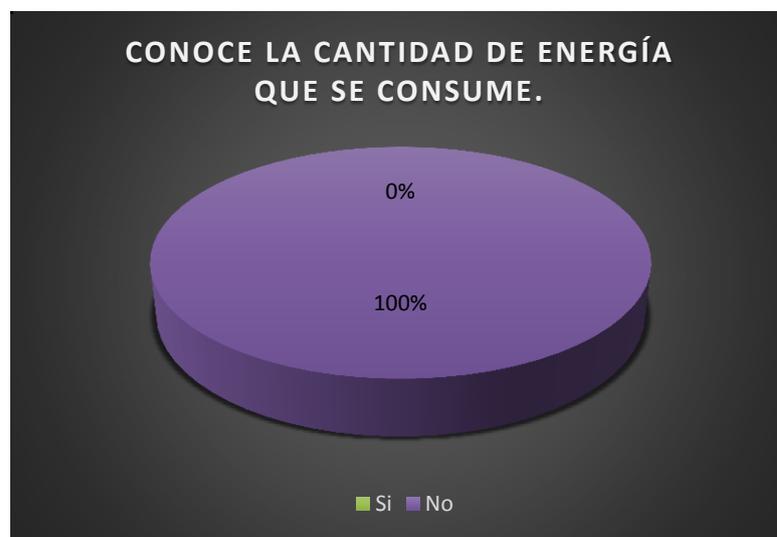


Figura N° 4. 7: Conoce la cantidad de energía que consume

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación.

El 100% de la población encuestada manifestó que no conoce la cantidad de energía que se consume.

Es notable que existió desconocimiento por parte de las personas que laboran dentro de la fábrica en cuanto al tema del gasto energético de la empresa.

b) Conoce las medidas de ahorro de energía:

Tabla N° 4. 8: Conoce las medidas de ahorro de energía.

Conoce medidas de ahorro de energía.		
	RESPUESTAS	PORCENTEJE
Si	6	24
No	19	76
TOTAL	25	100

Elaborado por: Oscar Lara.



Figura N° 4. 8: Conoce las medidas de ahorro de energía

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación.

24% de la población encuestada manifestó que conoce medidas de ahorro de energía, el 76% de los encuestados indicó que desconoce de medidas para el ahorro de energía.

La gran mayoría de la población encuestada desconoce los métodos para poder ahorrar energía dentro de la empresa, por lo cual una capacitación acerca del tema es necesaria para de esta manera optimizar y no gastar de manera inadecuada la energía eléctrica.

c) En su puesto de trabajo puede usted ahorrar energía:

Tabla N° 4. 9: En su puesto de trabajo puede usted ahorrar energía

En su puesto de trabajo puede usted ahorrar energía		
	RESPUESTAS	PORCENTEJE
Si	6	24
No	19	76
TOTAL	25	100

Elaborado por: Oscar Lara.



Figura N° 4. 9: En su puesto de trabajo puede usted ahorrar energía

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación.

24% de la población encuestada manifestó que si puede ahorra energía desde su puesto de trabajo, el 76% restante mostró que no ahorra energía cuando realiza las actividades.

La gran mayoría de los encuestados indican que no tienen relación directa con la pérdida o el mal gasto de la energía desde sus puestos de trabajo, es entendible por lo tanto que no se relacionan de forma directo con el manejo de los equipos.

2.- Aplica alguna forma de ahorro de energía en su puesto de trabajo:

Tabla N° 4. 10: Forma de ahorro de energía

Aplica alguna forma de ahorro de energía en su puesto de trabajo.		
	RESPUESTAS	PORCENTAJE
SI	2	8
NO	23	92
TOTAL	25	100

Elaborado por: Oscar Lara.



Figura N° 4. 10: Forma de ahorro de energía

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación.

8% de los encuestados indicaron que aplican en sus puestos de trabajo alguna forma para ahorrar energía, el 92% restante indicó que en sus puestos de trabajo no aplican ninguna forma para ahorrar en energía.

Un porcentaje muy elevado de los trabajadores no contribuye al ahorro energético de la empresa esto puede ser por diversas razones entre esta la más importante sería el tema del desconocimiento por lo tanto sería necesario un plan de capacitación acerca del tema en mención.

3.- Dispone de instrucciones de operación y mantenimiento de su equipo o área de trabajo:

Tabla N° 4. 11: Instrucciones de operación y mantenimiento

Dispone de instrucciones de operación y mantenimiento de su equipo o área de trabajo.		
	RESPUESTAS	PORCENTAJES
SI	25	100
NO	0	0
TOTAL	25	100

Elaborado por: Oscar Lara.

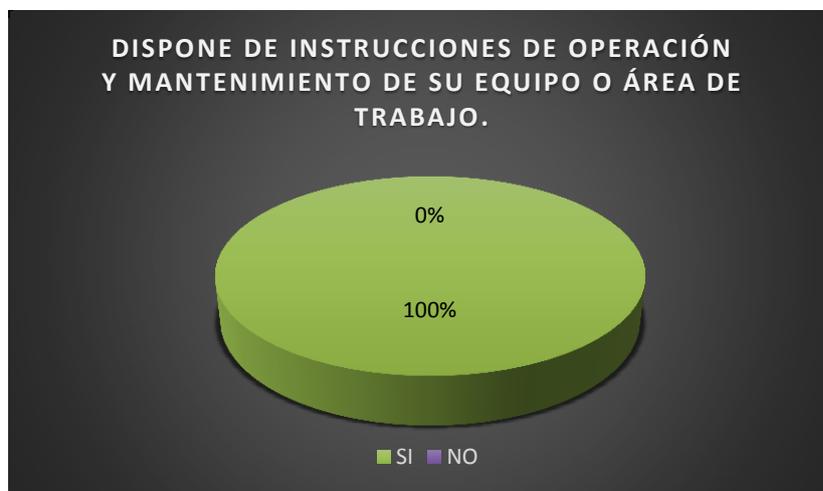


Figura N° 4. 11: Instrucciones de operación y mantenimiento

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación.

El 100% de la población encuestado indicó que dispone de instrucciones de operación y mantenimiento de su equipo o de su área de trabajo.

Mediante los resultados se evidencia que la estructura de la empresa está muy bien establecida, es importante que cada uno de los miembros de la empresa conozca sus funciones y acate las instrucciones que los supervisores de cada área disponen a los trabajadores realizar actividades de operación o mantenimiento.

4.- Ha recibido cursos de ahorro de consumo energético:

Tabla N° 4. 12: Ha recibido cursos de ahorro de consumo energético

Ha recibido cursos de ahorro de consumo energético		
	RESPUESTAS	PORCENTAJE
SI	4	16
NO	21	84
TOTAL	25	100

Elaborado por: Oscar Lara.



Figura N° 4. 12. Ha recibido cursos de ahorro de consumo energético

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación.

El 16 % de los encuestados indicaron que han recibido cursos referentes al ahorro energético, el 84% restante no han recibido ningún tipo de capacitación en lo en cuanto al tema.

Es evidente la falta de capacitación que tiene el personal de la empresa en respecto a lo que tiene que ver con lo referente al ahorro energético.

5.- Sabe usted que contaminación provoca su área de trabajo:

Tabla N° 4. 13: Contaminación provoca su área de trabajo

Sabe usted que contaminación provoca su área de trabajo.		
	RESPUESTAS	PORCENTAJE
SI	6	24
NO	19	76
TOTAL	25	100

Elaborado por: Oscar Lara.



Figura N° 4. 13: Contaminación provoca su área de trabajo

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación.

El 24% de los encuestados manifestaron que ellos si conocen la contaminación que posee su área de trabajo, y el 76% restante desconoce la contaminación que del área en donde realiza sus funciones.

Es factible decir que hay desconocimiento de algunos temas que deberían ser conocidos por los trabajadores de la empresa ya que es impórtate que ellos conozcan que es lo que están haciendo y cuáles son las consecuencias que generan en su área de trabajo.

6.- Según su opinión la actividad de uso de energía provoca contaminación ambiental:

Tabla N° 4. 14: Actividad de uso de energía provoca contaminación ambiental.

Según su opinión la actividad de uso de energía provoca contaminación ambiental.		
	RESPUESTA	PORCENTAJE
SI	15	60
NO	10	40
TOTAL	25	100

Elaborado por: Oscar Lara.



Figura N° 4. 14: Actividad de uso de energía provoca contaminación ambiental.

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación.

60% de los encuestados manifestaron que la actividad de uso energético si genera contaminación ambiental, mientras el 40% restante supo indicar que el uso de energía no provoca la contaminación ambiental.

Hay una gran tendencia así la idea de que el uso de energía es un causante de contaminación ambiental es necesario capacitar a los trabajadores en estos temas para que de esta manera ellos se enteren de las cosas que influyen dentro de su ambiente de trabajo.

7.- Sobre las afectaciones al medio ambiente provocadas por su centro de trabajo:

Tabla N° 4. 15: Afectaciones al medio ambiente

Sobre las afectaciones al medio ambiente provocadas por su centro de trabajo.		
Se considera informado:	RESPUESTAS	PORCENTAGE
Ampliamente	0	0
Suficiente	2	8
Escasamente	15	60
No informado	8	32
TOTAL	25	100

Elaborado por: Oscar Lara.



Figura N° 4. 15: Afectaciones al medio ambiente

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación.

El 60% de la población encuestada se encuentra escasamente informado sobre las afectaciones que provocan al medio ambiente en su puesto de trabajo, 32% indicó no estar informado de las afectaciones, el 8% restante indicó que se considera suficientemente informado de las afectaciones que genera al medio ambiente su puesto de trabajo.

Es necesario que cada uno de los miembros de la empresa conozca su puesto de trabajo lo que está realizando y lo que sale como desecho y como esto puede afectar al entorno.

8.- La empresa cuenta con un plan de medidas para la protección del medio ambiente.

Tabla N° 4. 16: Medidas para la protección del medio ambiente.

La empresa cuenta con un plan de medidas para la protección del medio ambiente.		
	RESPUESTAS	PORCENTAJE
SI	14	56
NO	4	16
DESCONOSCO	7	28
TOTAL	25	100

Elaborado por: Oscar Lara.



Figura N° 4. 16: Medidas para la protección del medio ambiente.

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación.

El 56% de las personas encuestadas manifestaron que la empresa cuenta con un plan para la protección del medio ambiente, el 16% de los encuestados indicaron que no y el 28% restante, indicó de desconocer si la empresa cuenta con algún método de protección al medio ambiente.

Un porcentaje superior a la mitad indicó que la empresa cuenta con un plan de protección ambiental esto indica que la empresa cumple con las normativas pertinentes y necesarias de la responsabilidad social.

ENCUESTA PARA FUNCIONARIOS Y TÉCNICOS

Datos personales:

Función que desempeña en la empresa:

Tabla N° 4. 17: Función que desempeña en la empresa

	DIRIGENTE	TÉCNICO	TOTAL
FUNCION	2	3	5
PORCENTAJE	40	60	100

Elaborado por: Oscar Lara.



Figura N° 4. 17: Función que desempeña en la empresa

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación.

60% de los encuestados manifestaron ser técnicos y 40% son los dirigentes de la empresa.

Se establece las funciones de cada uno de los encuestados las cuales deben estar dadas de acuerdo al profesiograma que se les ha dado.

Título que posee:

Tabla N° 4. 18: Nivel de formación

	TÉCNICO	INGENIERÍA	LICENCIATURA	TOTAL
TITULO	2	2	1	5
PORCENTAJE	40	40	20	100

Elaborado por: Oscar Lara.

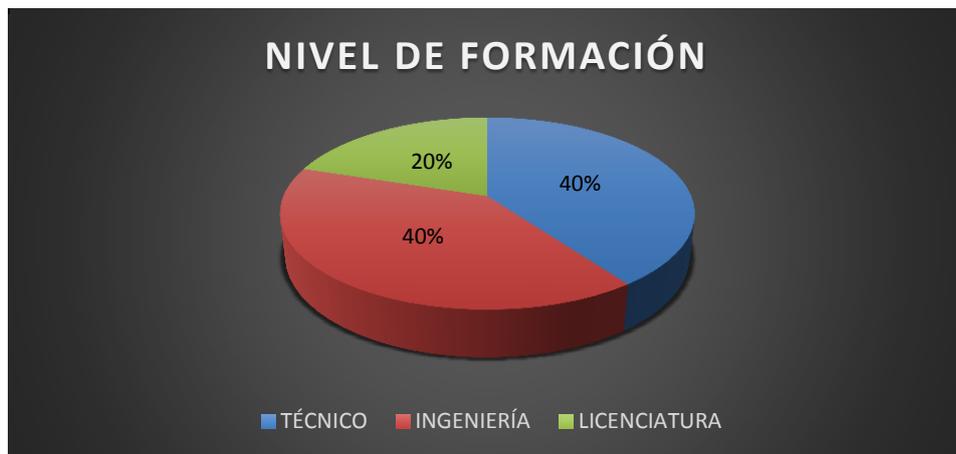


Figura N° 4. 18: Nivel de formación

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación.

40% de la población encuestada poseen títulos técnicos, el otro 40% indicó que son ingenieros y el 20% son licenciados.

Las personas que encabezan la empresa son personas que han preparado profesional mente en diferentes áreas en las cuales están ubicados ya que su formación profesional les hace que puedan responder de manera óptima en su puesto laboral.

Edad que tiene:

Tabla N° 4. 19: Edad

	18- 25	25- 32	32- 39	39- 46	TOTAL
EDAD	0	2	3	0	5
PORCENTAJE	0	40	60	0	100

Elaborado por: Oscar Lara.

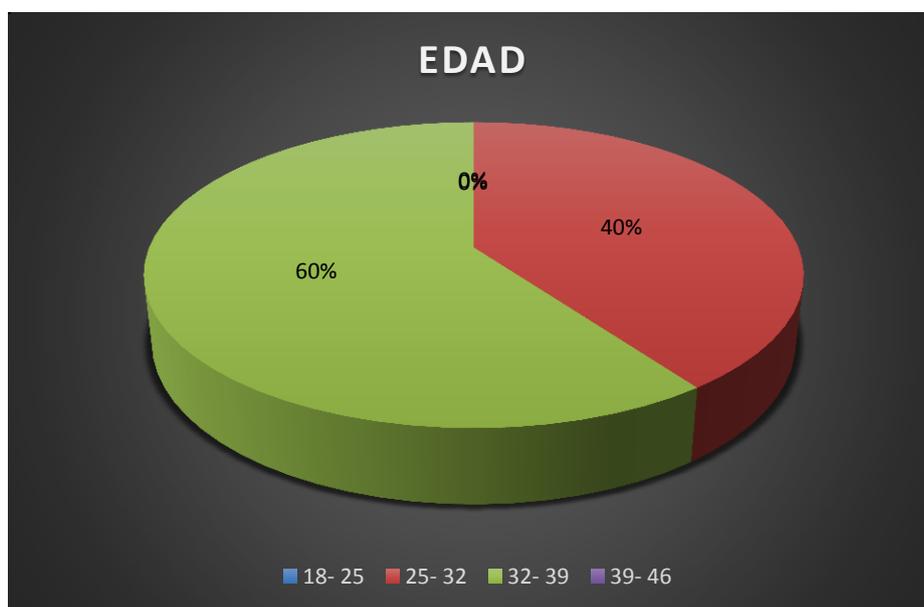


Figura N° 4. 19: Edad

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación.

El 40% de los encuestados están en una edad que oscilan entre los 25 y 32 años y el 60% de los encuestados están dentro de una edad de 32 a 39 años.

Se puede ver que la mayoría del personal encuestado tiene una edad avanzada lo cual indica que con el paso de los años ya han adquirido experiencia en los diferentes campos que laboran.

Que sexo es:

Tabla N° 4. 20: Sexo

	HOMBRE	MUJER	TOTAL
SEXO	4	1	5
PORCENTAJE	80	20	100

Elaborado por: Oscar Lara.



Figura N° 4. 20: Sexo

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación.

El 80% de los encuestados son varones y 20% de los encuestados son mujeres, es visible que la mayoría de las personas que ocupan un cargo laboral alto dentro de la empresa son varones.

Mediante los resultados se conoce que la mayoría de las personas son de sexo masculino por las condiciones de latos esfuerzos que se debe ejercer en los puestos de trabajo

Área de trabajo:

Tabla N° 4. 21: Área

	ADMINISTRACIÓN	VENTAS	PRODUCCIÓN	TOTAL
ÁREA	2	1	2	5
PORCENTAJE	40	20	40	100

Elaborado por: Oscar Lara.



Figura N° 4. 21: Área

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación.

40% de los encuestados pertenecen al área de administración, el 20% pertenece al área de ventas, y el 40% pertenece a producción.

Cada una de las áreas de la empresa cuenta con personal capacitado para desempeñar sus labores y para dirigir a la gente que se encuentra bajo su cargo.

Se valora las afirmaciones que a continuación se exponen:

Tabla N° 4. 22: Valores de afirmaciones

Afirmación	Sin criterio	FALSO	Ni falso, ni verdadero	VERDADERO	TOTAL
1. Se desconoce el consumo total y la estructura de consumo desagregado por tipo de energético, áreas, sistemas y equipos.		5			5
2. Se desconoce el costo de la energía y su impacto en los costos totales.		4	1		5
3. No se cuenta con indicadores de eficiencia energética ni de consumo.				5	5
4. No existe un sistema de información energética organizado o se encuentra en distintos departamentos y desordenado.				5	5
5. La instrumentación es insuficiente o no se encuentra en condiciones de ser utilizada.			1	4	5
6. Se desconocen los potenciales de ahorro y no existe el banco de problemas energéticos.				5	5
7. No se han realizado actividades de capacitación en eficiencia energética a la dirección o el personal especializado y de operación.				5	5
8. Se conoce el consumo total por portadores energéticos pero no se ha alcanzado la desagregación total hasta las áreas, sistemas y equipos mayores consumidores por problemas de instrumentación.				5	5
9. Existen indicadores de consumo a nivel de empresa pero no se ha podido normar los índices de consumo en áreas y equipos mayores consumidores.			1	4	5

10. Se realizan algunas inspecciones de tipo preliminar, mediante las que se descubren desperdicios y fugas de energía, así como otros tipos de potenciales de ahorro.				5	5
11. Se llevan a cabo algunas acciones para ahorrar electricidad, basadas en el récord histórico de la empresa, pero en forma aislada y con seguimiento parcial.			1	4	5
12. Se logran ahorros básicamente por eliminación parcial o temporal de desperdicios o suspensión de servicios no imprescindibles, no se monitorean diariamente estos ahorros.			1	4	5
13. Se asignan y/o delegan acciones relativas al ahorro de energía, sin embargo no están involucradas todas las áreas, cuesta trabajo implantarlas y mantenerlas.				5	5
14. El banco de problemas no responde a los resultados de la realización de diagnósticos o auditorías energéticas en la fábrica.		4	1		5
15. Existe una incipiente divulgación gráfica sobre la necesidad del ahorro a nivel de fábrica.		5			5
16. No se ha capacitado de forma especializada la dirección y el personal involucrado en la transformación y uso de la energía.		4	1		5
17. Se cuenta con el total apoyo de la dirección de la empresa y todas sus áreas.		4	1		5
18. Existen los índices de consumo y de eficiencia energética bien identificados desde el nivel de empresa hasta el nivel de áreas y equipos mayores consumidores.		5			5
19. Se responsabiliza a un comité o grupo de trabajo para llevar a cabo las principales acciones y medidas establecidas en el programa de ahorro.		5			5

20. El banco de problemas energéticos es resultado de diagnósticos y auditorías energéticas realizadas a la empresa y que se ejecutan en forma sistemática		4	1		5
21. El banco de problemas energéticos cuenta con un banco de soluciones preevaluadas económicamente y que tiene medidas a corto, mediano y largo plazo		4	1		5
TOTAL =	0	44	10	51	105
PORCENTAJE=	0	42	10	49	100

Elaborado por: Oscar Lara.



Figura N° 4. 22: Afirmación

Elaborado por: Oscar Lara.

Análisis e interpretación.

49% manifiesta que los criterios postulados son verdaderos, 42% indicaron que estos criterios son falsos, y el 9% manifestó que ni son verdaderos ni falsos. Es factible ver que no existe una diferencia muy sustentable entre las dos opciones analizadas.

Es primordial que cualquier acción que tome la empresa para poder acabar con el problema relacionado con el ahorro energético ya que es fundamental que las decisiones tomadas sean comentadas y dadas a conocer a todo los miembros de la empresa se vuelvan participes de estos cambios.

4.2 Diagrama unifilar

El diagrama unifilar del sistema de suministro eléctrico de la planta se describe en el anexo número 3(diagrama unifilar existente), consta de cuatro barras principales y un banco de compensación, a continuación presentamos los datos del mismo:

Tabla N° 4. 23: Datos del sistema

DATOS DEL SISTEMA	
DATOS DEL TRANSF.	DYG-100kVA-13,8/220V-Z=3%-3F
POT. INST.	258,048kVA
CENTROS DE CARGA	4
POT. CONTRATADA	255,34kVA

Elaborado por: Oscar Lara

4.3 Resultado del diagnóstico energético aplicado.

Levantamiento de diagramas unificables de baja tensión. Para el estudio detallado de la energía eléctrica se utilizará la metodología presentada en el capítulo 3, donde se procederá a zonificar el consumo eléctrico de planta por barras y tableros, el levantamiento se debe iniciar desde el tablero de distribución principal de baja tensión correspondiente al transformador de 100 kVA, hasta el final de las derivaciones de las cajas de interruptores y tableros secundarios cercanos a los puntos de carga.

El sistema presenta protecciones en baja tensión como son: los interruptores termo magnéticos y fusibles para la sobre carga, corto circuitos y fallas en el circuito secundario. Este sistema de protecciones consta de 3 pararrayos y 3 seccionadores. La ubicación de estos elementos se muestra en el diagrama unifilar del anexo 3.

4.3.1 Levantamiento de carga instalada y consumo de los equipos.

Se realizó un levantamiento de la cantidad de motores, lámparas, equipos auxiliares y de oficina de forma general en toda la planta además se recolectaron los datos de placa y valores nominales de corriente y voltaje de los equipos para poder determinar la potencia instalada, y seleccionar los puntos de mediciones. Los resultados de este trabajo aparecen en el anexo 4 y anexo 5.

4.3.1.1 Potencia o capacidad instalada.

La carga total instalada en el sistema es de 258,048 kVA y su distribución por barras y secciones aparece en el anexo número 4. Si consideramos que el factor de potencia promedio es de 0,87 entonces podemos decir que la potencia instalada es de: 224,502kW.

4.3.1.2 Consumo de energía eléctrica de los equipos y máquinas.

Para establecer el consumo de la planta en función de la carga instalada, se realizaron las mediciones y se establecieron los tiempos de trabajo de los diferentes equipos para establecer la demanda promedio, la cual tuvo un valor de **81,20 kW** y se muestra en el anexo número 5, distribuidas por secciones.

4.3.1.3 Obtención de la curva de carga con los resultados del analizador PowerPad AEMC 3945-B.

La medición del consumo de energía fue realizado durante un periodo de 8 días, con un intervalo entre medición de 10 minutos, considerado como tiempo perceptible para evaluar el comportamiento de las cargas, el instrumento de medición empleado fue el analizador de calidad de energía eléctrica trifásica PowerPad AEMC modelo 3945-B. Los registros de mediciones fueron realizados en el lado de baja tensión del transformador. Ver anexo 6.

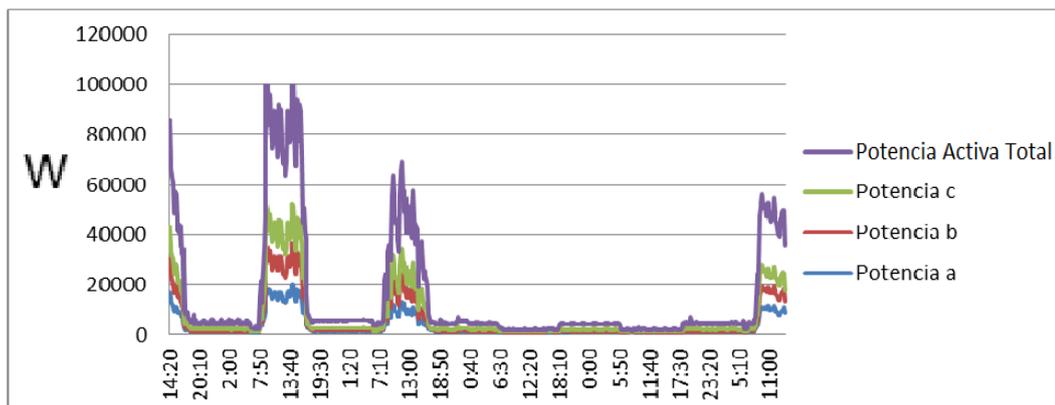


Figura N° 4. 23: Curva de carga 25 de septiembre de 2013.
Elaborado por: Oscar Lara.

Como se puede observar existe un desbalance de carga por fases que genera pérdidas afectando la calidad de la energía, se aprecia también la variabilidad en la demanda de potencia para diferentes días de producción, la cual conserva valores desde 57kW hasta 92kW aproximadamente, aspectos que fueron considerados durante la simulación para evaluar el comportamiento del sistema eléctrico, donde se utilizó el comportamiento de un día de trabajo cercano a los momentos de demanda máxima.

4.3.1.4 Cálculo de la demanda de potencia en un día típico de trabajo.

Se procedió a tomar mediciones de corriente y voltaje con los respectivos aparatos de medición (amperímetro y voltímetro) para determinar las demandas de las máquinas que trabajan en un día común de labor, tomando como referencia al literal anterior y muestreando la cantidad de equipos en funcionamiento cada media hora; con vista a establecer los consumos en la diferentes barras para con ello realizar la comparación y determinar si los datos tomados con el analizador se asemejan a los calculados, con su horario de inicio y finalización de funcionamiento. Para tener la curva de carga del pico máximo de demanda, en la figura 4.23 se detalla el número de motores encendidos con su respectiva potencia de consumo calculada, se comparó el pico máximo el cual dio un valor de 81.20kW, valor cercano al registrado por el analizador, como se muestra en la tabla 4.24.

Tabla N° 4. 24: Información de consumo de máquinas de un día laboral

CONSUMO DE MÁQUINAS DE UN DÍA LABORAL			
N°	Equipos	Potencia	Horario de Encendido
		Demandada kW	
1	Zaranda (Z1)	0,27	8am-5pm
2	Elevador (E1)	0,61	8am-5pm
3	Elevador (E2)	0,38	8am-5pm
4	Elevador (E3)	0,83	8am-5pm
5	Clasificadora	0,53	8am-5pm
6	Esclusa	5,98	8am-5pm
7	Piladora (P1)	0,76	8am-5pm
8	Pulidora (P2)	0,49	8am-5pm
9	Elevador (E4)	7,99	8am-5pm
10	Elevador (E5)	0,46	8am-5pm
11	Elevador (E6)	0,84	8am-5pm
12	Vibrador M.G. (CA)	1,03	8am-5pm
13	Zaranda Pequeña (Z2)	0,88	8am-5pm
14	Elevador Auxiliar	0,19	8am-5pm
15	Elevador (E7)	1,64	8am-5pm
16	Compresor (20HP) -C1	7,27	8am-5pm
17	Compresor (6.5HP) -C2	4,49	8am-5pm
18	Compresor (6.5HP) -C3	2,17	8am-5pm
19	Compresor (5.5HP) -C4	2,13	8am-5pm
20	Ventilador de secado	11,49	8am-5pm
21	Empaquetadora MACPEG	1,08	8am-5pm
			Variable
22	Empaquetadora MACPET A	0,23	8am-5pm
			Variable
23	Empaquetadora MACPET 1	0,27	8am-5pm
			Variable
24	Empaquetadora MACPET 2	0,29	8am-5pm
			Variable
25	Empaquetadora MACPET 3	0,25	8am-5pm
			Variable
26	Ventilador Grande Exter.	6,93	8am-5pm
27	Piladora (P1)	5,98	8am-5pm
28	Pulidora (P2)	7,99	8am-5pm
29	Cortadora de Morocho (CM)	0,80	8am-5pm
30	Aventadora	0,53	8am-5pm
			Variable
31	Bomba de Agua (0.5HP)	1,11	8am-5pm
32	Quemador de secado	0,52	8am-5pm
33	Absorción de impurezas (SA2)	4,53	8am-5pm
34	Ventilador horno Quemador	0,11	8am-5pm
POTENCIA TOTAL	Medida Individualmente motor a motor =81,20 kW		

Elaborado por: Oscar Lara.

4.3.1.5 Capacidad de reserva del transformador.

Con la sumatoria de las cargas instaladas en función de la Potencia Aparente se obtuvo una correspondencia con el resultado de la suma de todos los tableros de distribución secundarios.

Se estableció una comparación entre los kVA utilizados y registrados con el analizador de energía y los disponibles para dar a conocer la capacidad de reserva del transformador.

Tabla N° 4. 25: Capacidad de reserva del transformador

Centro de Transformación	kVA carga Instalada	kVA máx. Utilizados	% Cargabilidad	% Disponible
CT1 – 100kVA	258,048	93.3	93 %	7

Elaborado por: Oscar Lara.

En la tabla anterior se observa que el nivel de carga del transformador es alto para este día de trabajo con un factor de potencia de 0.87 en el centro de transformación de entrada, alcanzando un pico máximo que presenta bajas reservas, lo que manifiesta la necesidad de evaluar los valores promedios de las demandas con vista a determinar si es necesario la sustitución del transformador. Esto se puede corroborar en la figura 4.23 donde se observan valores de potencia que superan los 90 kW.

4.3.1.6 Determinación del factor de demanda.

En la planta, se tiene como dato una demanda máxima de 91.07 kW (ver figura. 4.1.), se considera que es posible calcular el factor de demanda a partir de la potencia efectiva requerida por cada una de las cargas y el factor de simultaneidad del grupo de equipos, pero en el siguiente caso utilizamos para el cálculo la relación que existe entre la potencia máxima demandada por el conjunto de

equipos de la empresa y la potencia total instalada, con un resultado de 0,35 de factor de demanda.

Este bajo factor de demanda se debe a la operación de la carga es intermitente, un gran número de máquinas no son muy utilizadas, lo que hace que en determinados momentos el proceso productivo no requiera elevados consumos de energía. Sin embargo se debe considerar que es posible que la empresa incremente su producción y por consiguiente se eleve el valor del coeficiente.

En la tabla 4.26 se muestra un resumen del comportamiento de los armónicos y el factor de potencia obtenidos en las mediciones realizadas con el analizador de redes.

Tabla N° 4. 26: Calidad de energía

Parámetros		Valores Medidos		Valores Permitidos	Observación
		Máximo	Promedio		
Frecuencia	(Hz)	60.07	59.77	±1%	CUMPLE
Distorsión Armónica	L1	2.8	1.879	≤8%	CUMPLE
	L2	2.4	1.498	≤8%	CUMPLE
	L3	2.6	1.56	≤8%	CUMPLE
Voltaje Vrms	L1	133.2	127.5	±8% Vn	CUMPLE
	L2	134.1	128.1	±8% Vn	CUMPLE
	L3	135.3	128.9	±8% Vn	CUMPLE
Fliker Vflk	L1	1.36	0.473	<1	CUMPLE
	L2	1.30	0.489	<1	CUMPLE
	L3	1.39	0.491	<1	CUMPLE
Distorsión Armónica ATHD %	L1	27.3	13.07	≤20%	Fuera de rango
	L2	19.3	11.22	≤20%	CUMPLE
	L3	27.2	13.56	≤20%	Fuera de rango
Factor de Potencia PF	L1	0.99	0,867	> 0.92	NO CUMPLE
	L2	0.996	0,746	> 0.92	NO CUMPLE
	L3	0.991	0,863	> 0.92	NO CUMPLE
Desbalance de Fases	Vunb% Aunb%	2.4 54.7	0.59 9.521	<2% <40%	CUMPLE

Elaborado por: Oscar Lara.

Para considerar los valores permitidos asociados a las distorsiones armónicas de tensión y corriente, se utilizó los límites que establece el CONELEC dados en la regulación 004/02, que se rige por la guía IEEE 519 Harmonic Control, que define como permisible la variación de tensión permisible al 5%, una contaminación de THDV de tensión inferior al 8% y una distorsión armónica de corriente THDA inferior al 20%, considerando la relación entre la corriente de cortocircuito y la demanda máxima del sistema. Se presenta un porcentaje considerable de contaminación armónica de corriente en las fases 1 y 3 dado que actualmente en las instalaciones, se encuentra un gran número de cargas no lineales como: computadoras personales, UPS's, variadores de velocidad, entre otros.

Por otra parte el factor de potencia posee un valor promedio de 0.87, resulta inferior al 0.92 exigido por la empresa eléctrica y por consiguiente provoca penalizaciones a la empresa que genera gastos adicionales.

4.4 Análisis del nivel de baja tensión eléctrica

El estudio de la red de baja tensión se realizó con la información obtenida en la fábrica cereales “La Pradera”, para la mejora de los circuitos de alimentación que garanticen la reducción de las pérdidas de energía y la mejora de la calidad en el sistema de suministro.

La mejora estará dirigida a evaluar y seleccionar los conductores adecuados, así como el rediseño del sistema de compensación con vista a eliminar las penalizaciones existentes y reducir las pérdidas totales que presenta el sistema de suministro eléctrico.

4.4.1.1 Simulación y determinación del flujo de cargas con el software EASE POWER.

En este punto se realiza la simulación del sistema eléctrico de potencia para comprobar si se encuentran diseñados de acuerdo a lo requerido por la carga, los

resultados obtenidos se utiliza para el diseño de la expansión del sistema de potencia y para determinar las mejores condiciones de operación y funcionamiento del mismo.

A continuación se muestra el esquema unifilar del sistema eléctrico en las condiciones actuales de la empresa, en él se detalla la red de alimentación y las barras con sus respectivas cargas promedio obtenidas a partir de las mediciones realizadas.

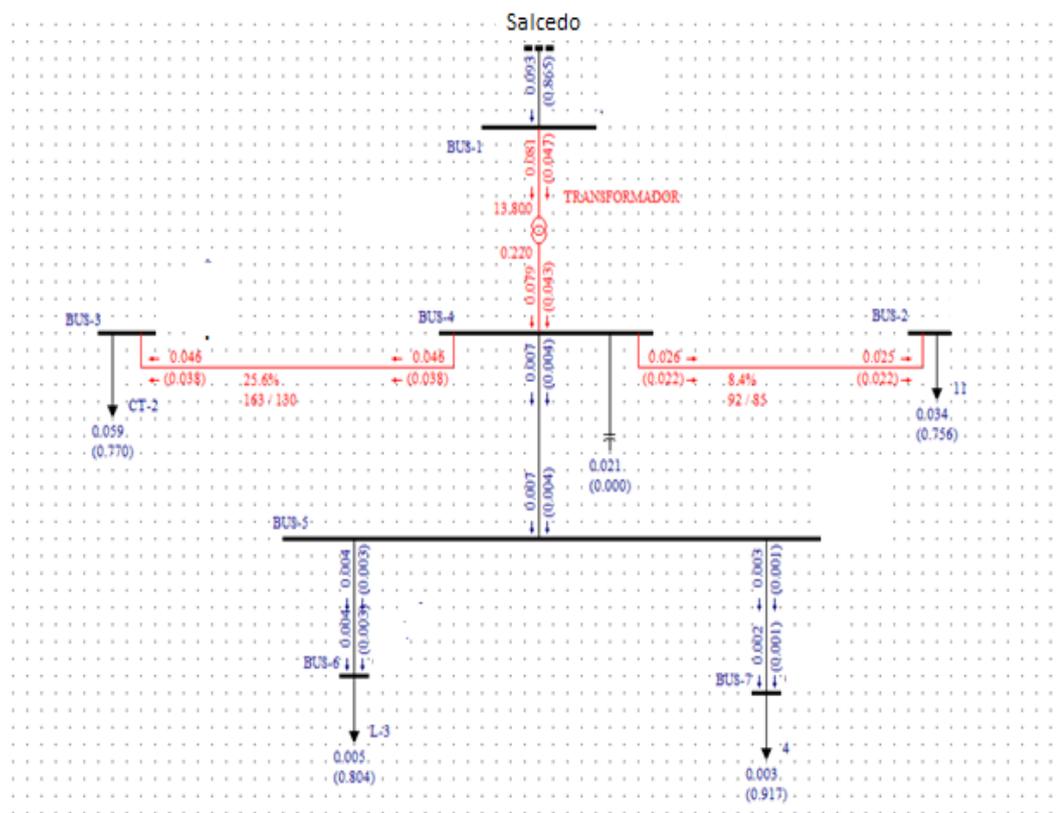


Figura N° 4. 24: Diagrama unifilar de la planta utilizado en la simulación el software Ease Power.

Elaborado por: Oscar Lara.

En la figura 4.24, muestra en color rojo la sobre carga en los conductores que alimentan las barras 2 y 3, así como el estado de carga del transformador, cercano a su límite de capacidad, el factor de potencia se encuentra por debajo de 0.90, lo que manifiesta la incapacidad del banco de compensación existente para corregir

el factor de potencia y las pérdidas activas tienen un valor de 3kW y las reactivas de 4 kvar. Los resultados obtenidos en el flujo de potencia se pueden observar a continuación en las tablas 4.28, donde los valores mostrados en rojos corresponden a los niveles de sobre carga.

En particular para el análisis de la sobrecarga en los conductores, en el gráfico de la fig. (4.25) se aprecian que los conductores C1 y C2 están sobrecargados.

Tabla N° 4. 27: Reporte resumen del sistema

Total	MW	MVAR	MVA	PF
Generación del Sistema	0.081	0.047	0.093	0.865
Cargas en el Sistema	0.078	0.064	0.101	0.772
Pérdidas del sistema	0.003	0.004		

Elaborado por: Oscar Lara.

Tabla N° 4. 28: Reportes de sobre cargas en las líneas

Líneas				Carga			
Desde la barra No	Hasta la barra No	Nombre	Corriente nominal A	Corriente de Carga A	Nivel de carga%	Sobre carga %	Comentarios
Barra-4	Barra-5	C-3	430.0	21.7	5.0%	-95.0%	
Barra-4	Barra-3	C-2	130.0	163.3	125.6%	25.6%	Violación
Barra-4	Barra-2	C-1	85.0	92.2	108.4%	8.4%	Violación
Barra-5	Barra-7	C-5	55.0	7.5	13.6%	-86.4%	
Barra-5	Barra-6	C-4	75.0	14.4	19.1%	-80.9%	

Elaborado por: Oscar Lara.

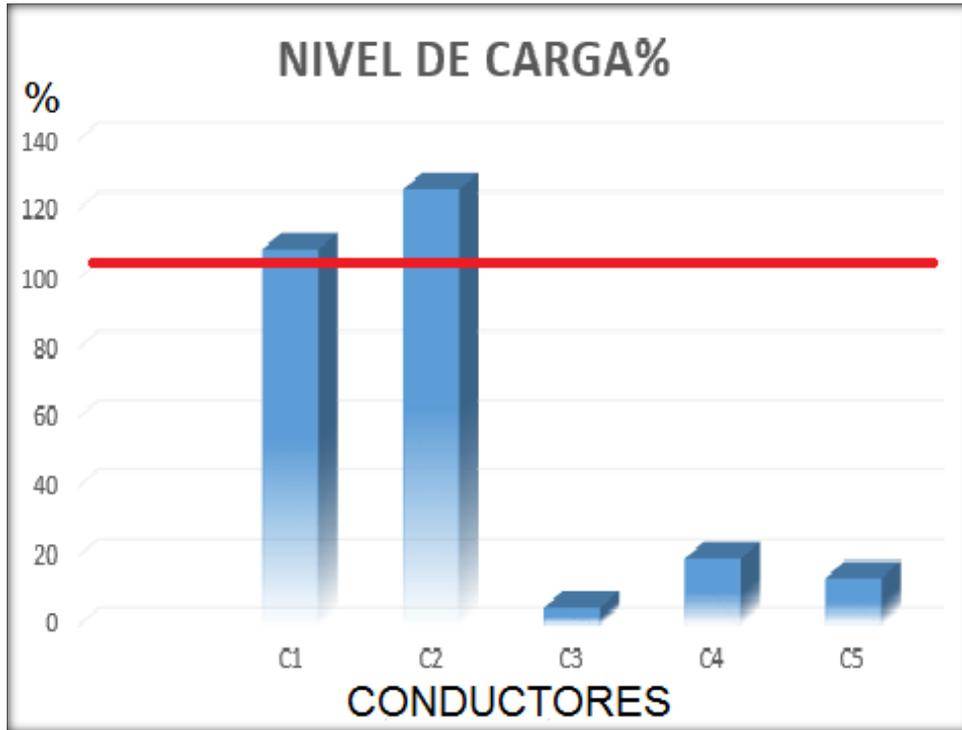


Figura N° 4. 25: Gráfico de sobrecarga de los conductores.
Elaborado por: Oscar Lara.

Tabla N° 4. 29: Reportes de cargas del transformador principal

Transformador				Carga			
Equipo	Desde la barra No	Hasta la barra No	Carga MVA	Rated MVA	Cargabilidad%	Sobre carga%	Comentarios
TRANSFORMADOR	Barra-1	Barra-4	0.093	0.100	93.1%	-6.9%	Peligro

Elaborado por: Oscar Lara.

Tabla N° 4. 30: Reportes del comportamiento de las tensiones en las barras

Desde la barra		Hasta la barra		Variación
No	Tensión base kV	No	Tensión base kV	%
Barra-1	13.800	Barra-4	0.220	3.9%
Barra-4	0.220	Barra-2	0.220	0.5%
Barra-4	0.220	Barra-3	0.220	0.6%
Barra-4	0.220	Barra-5	0.220	0.0%
Barra-5	0.220	Barra-6	0.220	0.6%
Barra-5	0.220	Barra-7	0.220	0.4%

Elaborado por: Oscar Lara.

4.4.2 Análisis y rediseño de conductores.

La selección de conductores, para cada circuito de los tableros principales de la red de baja tensión se efectuó en base a tres criterios: por corriente nominal (I_n), por caída de voltaje (ΔV), por corrientes de cortocircuito (I_{cc}), los cuales con el conocimiento previo de cada circuito permitió confirmar o a su vez determinar si se debe cambiar el tipo o calibre de conductor.

4.4.2.1 Criterios de selección de conductores.

Se realizó el cálculo tipo para la pulidora P2 con una potencia de 20 HP teniendo en cuenta los criterios de corriente nominal, caída de tensión y corriente de corto circuito:

Por corriente nominal

PASO N° 1: Información del circuito

Identificación del tramo: Pulidora (P1)
Potencia de la carga instalada: 20 HP
Conductor alimentador instalado: 3x8 AWG THW

<i>Longitud del conductor:</i>	2,7 m
<i>Voltaje del circuito:</i>	220 V
<i>Factor de potencia:</i>	0,85
<i>Tipo de instalación:</i>	Aérea

PASO N° 2: Cálculos

Ecuación N° 4. 1: Corriente

$$P = 14,92 \text{ KW}$$

$$S = \frac{P}{fp}$$

$$S = 17,56 \text{ KVA}$$

Cálculo de la Corriente Nominal

Ecuación N° 4. 2: Corriente nominal

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} * VL}$$

$$I_n = 46,06 \text{ A}$$

Cálculo de la Corriente de Sobrecarga

Ecuación N° 4. 3: Corriente sobrecarga

$$I_{sc} = I_n + 25\% I_n$$

$$I_{sc} = 57,58 \text{ A}$$

PASO N° 3: Selección del Conductor

El conductor del circuito se seleccionó en tablas de conductores en función de la corriente calculada, en este caso fueron utilizados los conductores AWG de ELECTRO CABLES C.A. ver anexo número 8.

De acuerdo a la intensidad nominal (I_n) calculada y la temperatura de servicio, se seleccionó el conductor.

$$I_n = 46,06 \text{ A}$$

$$I_{sc} = 57,58 \text{ A}$$

$$\text{Temp. Ambiente} = 75^{\circ}\text{C}$$

Con las tablas empleadas para 3 conductores en conduit, tipo THW corresponde un calibre 8 AWG.

4.4.2.2 Por caída de tensión.

PASO N° 1: Cálculos

Ecuación N° 4. 4: Obtención de la potencia

$$P = 20\text{HP} * \frac{746\text{W}}{1\text{HP} \times 1000}$$

$$P = 14,92 \text{ KW}$$

Ecuación N° 4. 5: Obtención de la potencia aparente

$$S = \frac{P}{fp}$$

$$S = \frac{14,92 \text{ KW}}{0,85}$$

$$S = 17,56 \text{ KVA}$$

Cálculo de la Corriente Nominal

Ecuación N° 4. 6: Cálculo de corriente

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} * VL}$$

$$I_n = \frac{17,56 \text{ kVA}}{\sqrt{3} * 220}$$

$$I_n = 46,06 \text{ A}$$

Ecuación N° 4. 7: Cálculo de la caída de voltaje

$$e = \frac{2 * c}{V} \times \frac{L * I}{S}$$

e = Caída de voltaje permitida en por ciento.

c = 2 para circuitos monofásicos o bifásicos y $c = \sqrt{3}$ para trifásicos.

L = Longitud del conductor en metros

I = Corriente de carga

v = Voltaje aplicado

S = Área o sección transversal del conductor en mm^2

$$e = \frac{2 * \sqrt{3}}{220} \times \frac{2,7 * 46,06}{8,37}$$

$$e = 0,23\%$$

PASO N° 2: Validación

La caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el “Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctrica que son del 2% en instalaciones residenciales y un máximo del 5% en instalaciones industriales, desde el punto de alimentación hasta el último punto del circuito)” en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable. (EL ABC DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES; Escrito por Gilberto Enríquez Harper; EDITORIAL LIMUSA, S.A.MEXICO, 2010, 2DA. EDICIÓN; pág. 107)

Tabla N° 4. 31: Caídas de voltaje permisibles

Tipo de Instalación	ΔV máxima permitida
Circuitos interiores	3 %
Línea general de alimentación	1%
Derivación individual	1.5 %
Circuitos de fuerza	5 %
Circuitos de alumbrado	3 %

Fuente: CONELEC 004/02.

PASO N° 3: Selección del conductor

A consecuencia los 3 conductores 8 AWG se encuentran subdimensionados con la caída de voltaje requerida para un circuito de características similares, y a continuación se muestran los resultados:

Se sugiere un nuevo conductor de: 3x6 AWG

Sección transversal: 13,3 mm²

$e = 0,15\%$

Se simplifican los cálculos donde se aplican las ecuaciones utilizadas con las constantes que las características de cada circuito requieran (ver Anexo 9) y apoyados en las características de cargas permisibles para conductores de cobre con aislamiento termoplástico que aparecen en bibliografía.

4.4.2.3 Por corrientes de corto circuito.

Se aplica la corriente de corto circuito en cada tramo o circuito, en función de los ciclos del conductor instalado, seleccionando el conductor adecuado que soportará la corriente de corto circuito.

En la figura 4.26, se muestra la selección de un tramo de “características de sobrecarga permisible en conductores de cobre (Tipo 75 °C) con aislamiento de termoplástico”.

PASO N° 1: Información del circuito

<i>Identificación del tramo:</i>	Piladora
<i>Conductor alimentador instalado:</i>	3 x 8 AWG THW
<i>Corriente de corto circuito I_{cc}:</i>	2772 A

PASO N° 2: Selección del conductor

Se debe trazar una línea partiendo de la corriente de corto circuito (I_{cc}), diagonal a la curva del conductor para seleccionar aquel que soporte un mayor número de ciclos.

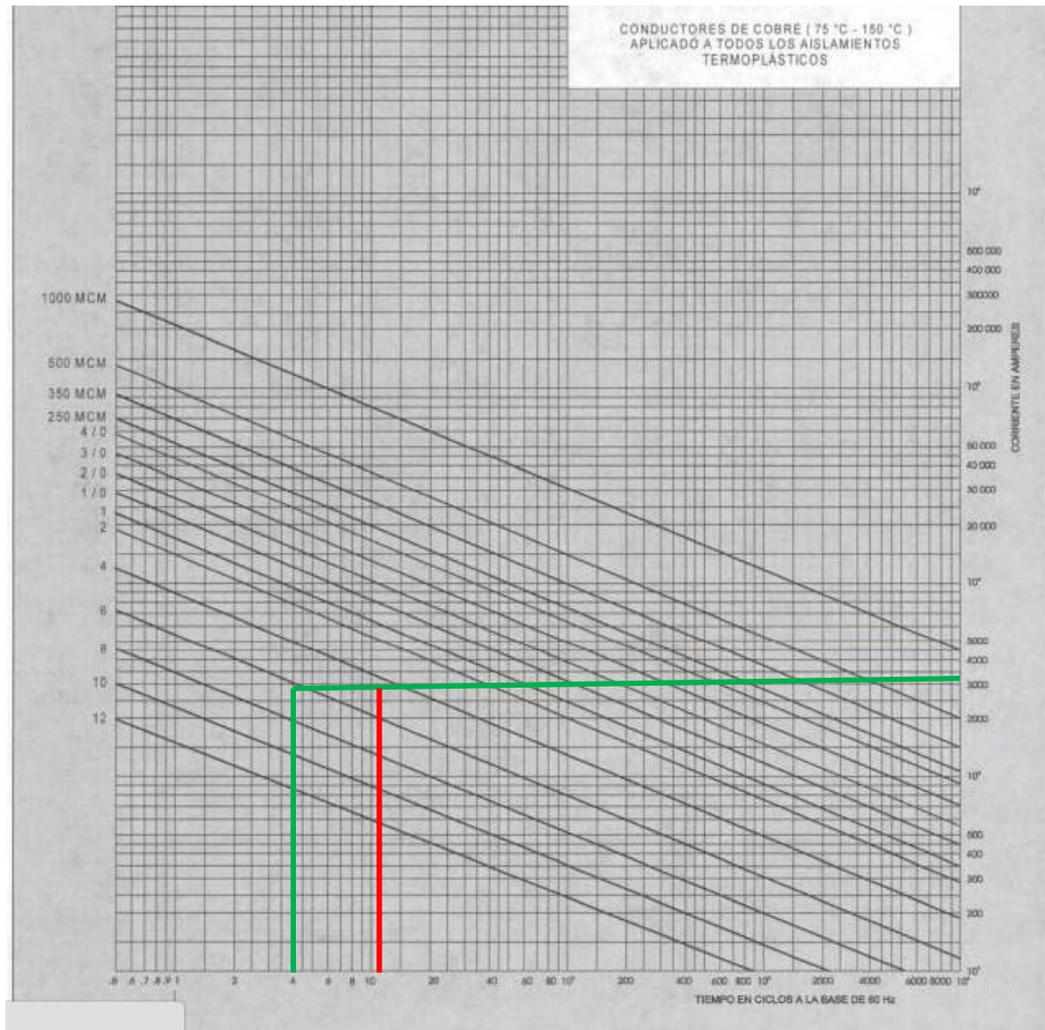


Figura N° 4. 26: Características de sobrecarga permisible para conductores de cobre (tipo 75 °c) con aislamiento de termoplástico

Fuente: ENRÍQUEZ Harper, Gilberto - “Elementos de Diseño de las Instalaciones Eléctricas Industriales”

- Selección de nuevo conductor con los ciclos permitidos.
- Conductor instalado.

Se sugiere el conductor 6 AWG, ciclo 15, este fue seleccionado debido a que soporta un mayor número de ciclos que el instalado. En el anexo 10 se especifica la selección de los conductores adecuados en cada tramo o circuito instalado siguiendo el ejemplo planteado.

4.5 CONCLUSIONES

1. A partir de las mediciones se pudo establecer que la demanda máxima oscila entre 60- 97 kW y que el transformador se encuentra cargado al 95% lo que puede resultar crítico para el mismo por poseer poca reserva.
2. El factor de potencia en el nodo principal tiene un valor menor a 0.92, lo cual pone de manifiesto las pérdidas de energía y gastos adicionales por concepto de multas de bajo factor de potencia.
3. Las corridas de flujo realizadas con el software Ease- Power, manifestaron las sobrecargas en las líneas C1 y C2; causa que contribuye en el incremento de las pérdidas de energía.

CAPÍTULO V

5. LA PROPUESTA

Luego de evaluar el estado de la red de suministro de la fábrica para determinar las principales falencias relacionadas con bajo factor de potencia, sobrecargas de conductores y sobreconsumo también relacionados con las pérdidas, se hace posible proceder a realizar las mejoras técnicas que permitirán reducir los costos asociados al consumo del portador eléctrico y elaborar el plan de mejoras conjuntamente con una propuesta de sistema de monitoreo y control del mismo, con vista a mejorar la eficiencia energética y a su vez realizar una gestión energética eficaz.

5.1 Título de la propuesta

Propuesta de un diseño de plan de mejoras para reducir las pérdidas de energía eléctrica en la fábrica cereales “La Pradera” para optimizar la gestión energética.

5.2 Justificación de la propuesta

La fábrica de cereales “La Pradera” no posee un sistema de gestión que permita, asegurar un uso eficiente de la energía en su procesos productivos, además de no contar con un seguimiento de los índices de eficiencia energética asociado a este portador, existen pérdidas de energía que están relacionadas con el sistema de suministro, bajo factor de potencia, obsolescencia del sistema de iluminación y el dimensionamiento inadecuado de los conductores en el área de producción.

5.3 Objetivos de la propuesta

Diseñar un plan de mejoras para incrementar la eficiencia energética en la fábrica de cereales “La Pradera” y reducir los costos de operación asociados al portador electricidad.

5.4 Estructura de la propuesta

Un sistema de gestión energética se compone de: la estructura organizacional que posee procedimientos, procesos y recursos necesarios para su implementación. Una muestra de los diferentes componentes del sistema según la norma ISO50001 se puede observar en la figura 5.1.

La propuesta considera los requisitos de la norma ISO50001 relacionados con el desarrollo de un diagnóstico del portador electricidad para la elaboración de un plan de mejoras en la eficiencia energética del mismo, la política energética de la empresa y la evaluación del desempeño energético.

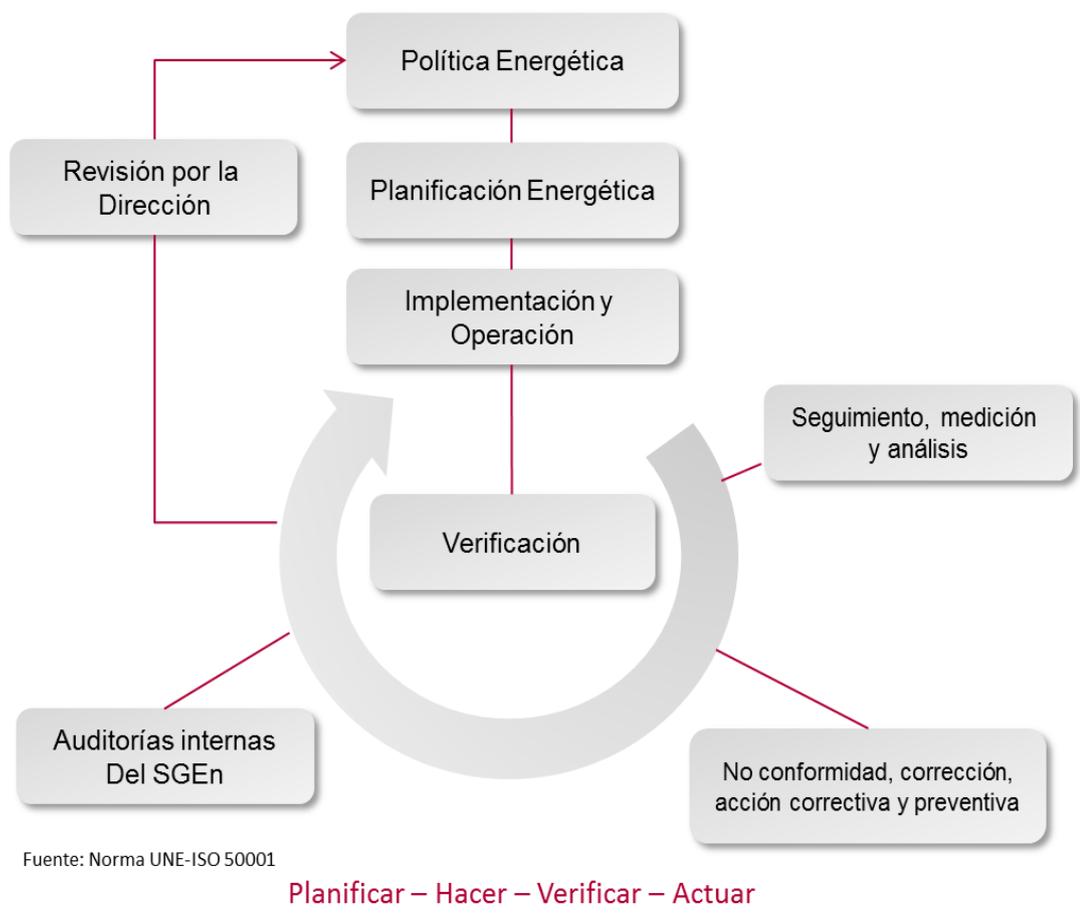


Figura N° 5. 1: Representación del sistema de gestión según norma ISO 50001

5.5 Desarrollo de la propuesta

La propuesta es parte integrante de los requerimientos para la implementación de un sistema de gestión, esta consta de los pasos que se dan a continuación:

- Definición de la política energética de la empresa.
- Formulación de un programa de ahorro y uso racional de la energía a partir de los resultados de una auditoría energética.
- Establecimiento de un sistema de monitoreo y control energético.

5.5.1 Política energética de la empresa.

La organización asume el compromiso de utilizar eficientemente la energía en sus instalaciones y actividades con el propósito de preservar los recursos naturales, reducir las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, contribuyendo a mitigar los efectos del cambio climático y mejorar su posicionamiento competitivo.

5.5.2 Formulación del programa de ahorro y uso racional de la energía a detallar de los resultados de un diagnóstico energético.

Las acciones del programa de ahorro estarán dirigidas a solucionar las pérdidas asociadas a la caída de tensión, bajo factor de potencia, sobrecargas en conductores, sobreconsumo en iluminación y las mejoras en el sistema de monitoreo y control de la gestión de la empresa relacionado con el consumo de la energía eléctrica.

Propuestas de acciones del plan de mejoras

a).-Propuestas de solución para caídas de voltaje y pérdidas de energía.

Se conoce que las caídas de voltaje en conductores originan pérdidas técnicas del sistema. Sin embargo, existen conductores mal dimensionados donde el porcentaje de pérdidas excede los valores permisibles (1,5% V_n). En el sistema analizado existen conductores mal dimensionados donde las pérdidas exceden los valores permisibles, por ello se procede a realizar el cálculo de las pérdidas que estos representan en el sistema, Se manejó el procedimiento adecuado para el cálculo de la sección de cada conductor utilizando las siguientes expresiones:

Como los 3 conductores 8 AWG están subdimensionados con la caída de voltaje que se requiere para el circuito de estas características, se propone esta solución: Ya fue sugerida la sustitución del conductor en el capítulo IV a: 3x6 AWG con sección transversal: 13,3 mm². Por lo que se usarán estos resultados para determinar el costo monetario que representan estas pérdidas en los conductores, como se muestra a continuación.

Ecuación N° 5. 1: Caída de voltaje

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos\phi * 100}{K * S * V_n} \%$$

$$\Delta V = 0,15\%$$

Pérdidas actuales:

Se consideran 60 horas de trabajo mensuales y la resistencia de conductor $R=2,151\Omega$

Ecuación N° 5. 2: Pérdida en el conductor

$$P = I^2 \times R \times t$$

$$P = 55,2KWh$$

Pérdidas por cambio de conductor donde $R=1,354\Omega$

$$P = I^2 \times R \times t$$

$$P = 34,8KWh$$

$$\text{Ahorro} = 55,2 - 34,8 = 20,4 \text{ kWh}$$

Este ahorro de energía representa al mes 1,24 USD, si se considera el costo del kW/h = 0.061 USD.

De la misma forma se procedió a hacer el cálculo del resto de los conductores que no estaban bien dimensionados y los resultados aparecen en la tabla. 5.1, atendiendo a los criterios de variación de tensión, corriente admisible.

Tabla N° 5. 1: Ejemplo de cálculo de pérdidas en conductores-sugerencias de cambio

Tramo o Circuito	Conductor Instalado (AWG)	Caída Voltaje (%)	Pérdidas Actuales (kWh)	Selección Conductor (AWG)	Caída Voltaje (%)	Pérdidas con Cambio (kWh)	Ahorro (kWh)
Elevador 6	8	0,18	1,44	6	0,12	1,44	0
Elevador 5	8	0,20	0,432	6	0,13	0,288	0,144
Elevador 4	8	0,19	0,576	6	0,12	0,288	0,288
Elevador 3	8	0,29	1,44	6	0,18	1,296	0,144
Pulidora P2	8	0,23	55,2	6	0,15	34,8	20,4
Piladora P1	8	1,27	30,6	6	0,80	19,2	11,4

Elaborado por: Oscar Lara.

b) Corrección del factor de potencia.

Se realiza una comparación del factor de potencia registrado con el factor de potencia mínimo establecido por ELEPCO.SA

Capacidad del banco de compensación actual 22 kvar

Para realizar la corrección se selecciona un valor deseado de $\cos\phi=0.96$, a partir de la expresión dada y a continuación se determinará el valor requerido del condensador:

Ecuación N° 5. 3: Factor K

$$Qc = K * P_{inst.}$$

K= factor que se calcula con los valores reales y deseados del factor de potencia, atendiendo los coeficientes a multiplicar por la potencia activa que demanda el sistema que se encuentran en la tabla 5.2.

Se selecciona el valor referente del coeficiente multiplicador para la selección del banco de compensación en la tabla siguiente, donde el valor de K=0.45, lo que al relacionarlo con la demanda de potencia exige un banco de 36 kvar. Para estandarizar el banco se decide incrementar su valor hasta 42kvar.

Tabla N° 5. 2: Corrección del factor de potencia

FACTOR DE POTENCIA INICIAL	FACTOR MULTIPLICADOR DE LOS KW DE LA CARGA PARA ELEVAR EL FACTOR DE POTENCIA A							
	1.00	0.98	0.94	0.90	0.86	0.85	0.82	0.80
0.50	1.732	1.529	1.369	1.248	1.139	1.112	1.034	0.982
0.54	1.559	1.356	1.196	1.074	0.965	0.939	0.861	0.809
0.58	1.403	1.201	1.042	0.920	0.811	0.785	0.707	0.655
0.60	1.333	1.130	0.970	0.849	0.740	0.714	0.635	0.583
0.66	1.138	0.935	0.775	0.654	0.545	0.519	0.440	0.388
0.70	1.020	0.817	0.657	0.536	0.427	0.400	0.322	0.270
0.74	0.909	0.706	0.546	0.425	0.316	0.289	0.211	0.159
0.78	0.802	0.599	0.439	0.318	0.209	0.183	0.104	0.052
0.80	0.750	0.547	0.387	0.266	0.157	0.130	0.520	0.000
0.82	0.698	0.495	0.335	0.214	0.105	0.078	0.000	
0.84	0.646	0.443	0.283	0.162	0.530	0.026		
0.88	0.540	0.337	0.177	0.055	0.000			
0.90	0.484	0.281	0.121	0.000				

Fuente: Compensación de potencia reactiva. INELAP. SA.

Entonces se procede a realizar la simulación con la sustitución de los conductores con vista a eliminar la sobrecarga que existe en las líneas, aspecto observado durante la corrida de flujo realizada en el capítulo anterior. (figura.4.24)

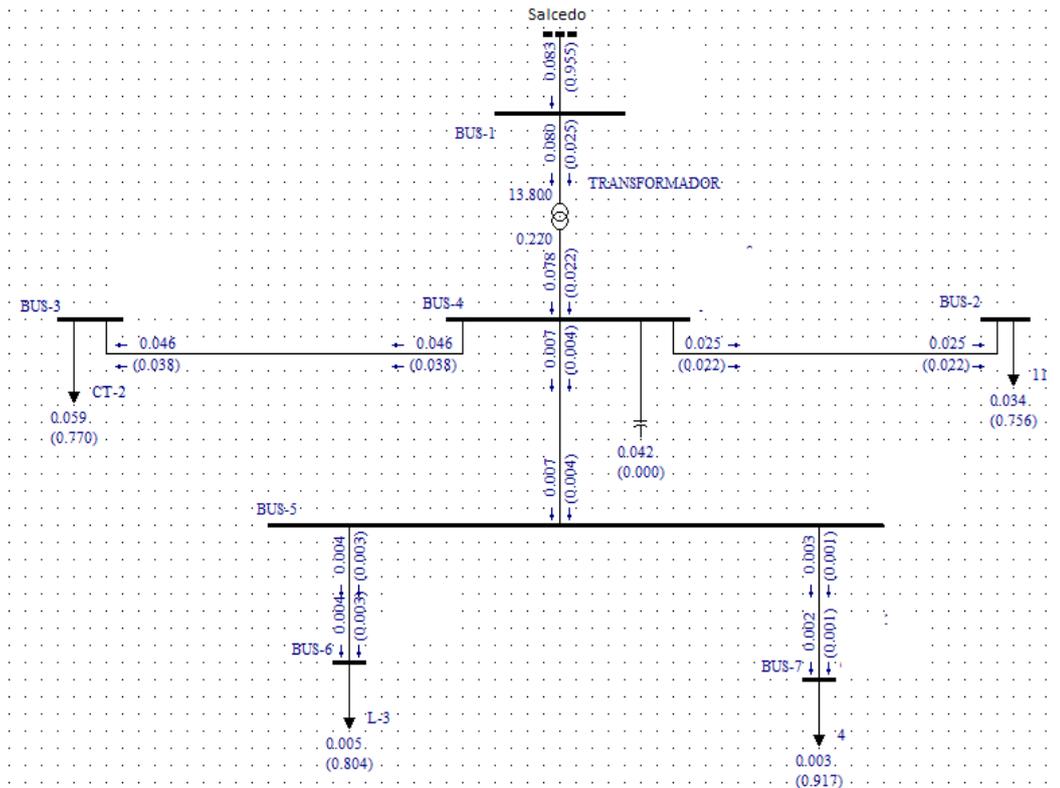


Figura N° 5. 2: Esquema unifilar para las corridas de flujo con las mejoras propuestas

Elaborado por: Oscar Lara.

El diagrama unifilar de la figura.5.2 se realizó atendiendo a los cambios requeridos en los conductores que alimentan las barras 2 y 3, el cálculo del nuevo banco de compensación para llevar el factor de potencia de 0,865 a 0,965; lo que requirió colocar un banco de compensación con 20kvar fijo y dos secciones de 10kvar variables cada uno.

La sustitución de los conductores eliminó las sobrecargas existentes en las barras 2 y 3 esto disminuyó las pérdidas ocasionadas por el sobrecalentamiento de las líneas, esto de conjunto con la mejora del factor de potencia, hizo que las pérdidas activas totales del sistema se redujeran en un 0.33%. La reserva del transformador se incrementa al pasar de la zona de peligro de 6,9% a 17,4%. Se pueden apreciar estos resultados en las tablas 5.3 – 5.8.

Tabla N° 5. 3: Reporte resumen del sistema de alimentación

Generador	Solución			
Nombre	MW	MVAR	MVA	Pf
SALCEDO	0.080	0.022	0.083	0.965

Elaborado por: Oscar Lara.

Tabla N° 5. 4: Reportes de las cargas

Barra							
No	Tensión Base kV	Kv	Vpu	MW	MVAR	MVA	Pf
Barra-1	13.800	13.800	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Barra-2	0.220	0.214	0.971	0.025	0.022	0.034	0.756
Barra-3	0.220	0.213	0.970	0.046	0.038	0.059	0.770
Barra-4	0.220	0.214	0.973	0.000	-0.045	0.045	0.000
Barra-5	0.220	0.214	0.973	0.000	0.000	0.000	0.000
Barra-6	0.220	0.213	0.967	0.004	0.003	0.005	0.804
Barra-7	0.220	0.213	0.969	0.002	0.001	0.003	0.917

Elaborado por: Oscar Lara.

Tabla N° 5. 5: Reporte general del sistema

Total	MW	MVAR	MVA	PF
Generación del Sistema	0.080	0.022	0.083	0.965
Carga del Sistema	0.078	0.064	0.101	0.772
Banco de compensación	0.000	-0.045		
Pérdidas del sistema	0.002	0.003		

Elaborado por: Oscar Lara.

Tabla N° 5. 6: Reporte sobre carga en las líneas

Línea				Carga		
Desde la barra No	Hasta la barra No	Rama	Corriente nominal A	Corriente de carga A	Cargabilidad %	Sobrecarga %
Barra-4	Barra-5	C-3	430.0	21.5	5.0%	-95.0%
Barra-4	Barra-3	C-2	195.0	160.7	82.4%	-17.6%
Barra-4	Barra-2	C-1	135.0	90.8	67.2%	-32.8%
Barra-5	Barra-7	C-5	55.0	7.4	13.4%	-86.6%
Barra-5	Barra-6	C-4	75.0	14.2	18.9%	-81.1%

Elaborado por: Oscar Lara.

Tabla N° 5. 7: Reportes de cargas del transformador principal

Transformador				Carga			
Equipo	Desde la barra No	Hasta la barra No	Carga MVA	Nominal MVA	Cargabilidad	Sobre carga %	Comentarios
TRANSFORMADOR	BUS-1	BUS-4	0.083	0.100	82.6%	-17.4%	

Elaborado por: Oscar Lara.

Tabla N° 5. 8: Reportes del comportamiento de las tensiones en las barras

Desde Barra		Hasta la Barra		Variación
No	Tensión Base kV	No	Tensión Base kV	%
Barra-1	13.800	Barra-4	0.220	2.7%
Barra-4	0.220	Barra-2	0.220	0.2%
Barra-4	0.220	Barra-3	0.220	0.3%
Barra-4	0.220	Barra-5	0.220	0.0%
Barra-5	0.220	Barra-6	0.220	0.6%
Barra-5	0.220	Barra-7	0.220	0.4%

Elaborado por: Oscar Lara.

Para determinar los costos en la mejora de la compensación se considera el incremento de la capacidad del banco en 20 kvar, lo que representa un gasto de 850USD incluyendo accesorios y el regulador. Tabla 5.9.

Tabla N° 5. 9: Costo de las mejoras en la compensación

Equipos y Accesorios	Voltaje(V)	Características	Precio(USD)
Condensador	240	20kvar	600
Regulador	240	3pasos	200
Otros accesorios			150
Total			850

Fuente: www.Schneider-electric.com.pe

Las mejoras en la compensación de reactivo y reducción de pérdidas en conductores permite ahorrar al año 5720kW/h. Este es el resultado al considerar la reducción de pérdidas totales activas de 1 KW obtenidas en la corrida de flujo de potencia, por un total de 5720 horas equivalentes de trabajo anual. Estas mejoras del factor de potencia trae consigo un ahorro de 1151,59USD por concepto de no penalización anual, ver tabla 5.10 y 5.11).

c) Sustitución de luminarias fluorescentes ineficientes

En los sectores económicos de la industria y los servicios, la iluminación corresponde a más del 5% del consumo de energía. En las oficinas y en el comercio la relación es aún mayor. En grandes empresas industriales, los gastos de energía dedicados a iluminación pueden ser mayores o menores dependiendo del tipo de producción y de su intensidad en energía. En todos los sectores es necesaria una verificación de la eficiencia de la energía en las instalaciones de iluminación, ya que en casi todos los casos existe un potencial de optimización. Ver anexo 15.

Ahorro por concepto de luminarias más eficientes, propuesta:

- Una luminaria de las existentes con vieja tecnología, balasto magnético, una lámpara de 40 W c/u, consume 47,5 W aproximadamente.
- Una luminaria eficiente de las nuevas con balasto electrónico, una lámpara de 32W c/u consume 33,33 W aproximadamente e ilumina un 30% más que las actuales.

100 luminarias viejas x 47,5 W x 2 horas/días x 22 días = 209 kW/h.

100 luminarias nuevas x 33,33 W x 2 horas/días x 22 días = 147.6 kW/h.

Con una diferencia de 61,4 kW/h al mes.

Con la tarifa de 0,061 establecida por ELEPCO S.A., el ahorro es de 3,75 USD.

5.5.3 Establecimiento de un sistema de monitoreo y control energético.

El proceso de control, se realiza ejecutando los siguientes pasos:

- Recolección de datos mensuales del consumo de portador electricidad a través de fichas (ver anexos. Fichas 1 y 2).
- Procesamiento de los datos utilizando herramientas como: histogramas, Pareto, gráficos de control para establecer la relación de los consumos de energía y niveles de producción para la evaluación del desempeño energético, como se muestra en la figura 5.3, a partir de:
- Seguimiento del consumo de energía, (para el caso de los motores se utilizó una ficha técnica de datos y características de los mismos) (ver anexo fichas 1 y 2 y 4)
- Determinar intensidad energética mensual (ver anexo. fichas 1);
- Evaluación de la eficiencia energética en las áreas;
- Teniendo en cuenta la línea base energética e indicadores de desempeño. (Ahorrar no es dejar de consumir sino consumir lo necesario)
- Comparación del resultado con los estándares o indicadores de eficiencia.

- Desarrollo de auditorías internas del portador electricidad, frecuencia: anual. (Significa hacer un balance anual de consumo y ahorro energético)
- Modificación del plan de mejoras en función de las desviaciones detectadas en las auditorias y monitoreo de los consumos (ver anexo. fichas 3).



Figura N° 5. 3: Evaluación del desempeño energético

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. Es importante destacar que este proceso debe cumplir el ciclo de gestión PHVA que asegura una mejora continua como se demuestra en la figura 5.4.



Figura N° 5. 4: Ciclo de gestión phva

Fuente: Calidad: Escrito por Alcalde, Pablo Alcalde San Miguel, 1ra edición, 3ra reimpresión, 2009, Madrid, España (pág. 81).

Un sistema de seguimiento del desempeño energético puede ser desde una simple hoja de cálculo hasta un sistema de información tecnológica. Es importante que la empresa considere los siguientes puntos para lograr el seguimiento adecuado:

Alcance: el sistema de seguimiento que define el nivel de información recolectada, se debe ejecutar con una frecuencia mensual con el correspondiente análisis de los datos energéticos.

Mantenimiento: Este sistema de seguimiento debe tener las herramientas y hojas de cálculo fácil de usar, actualizar y mantener (ver anexo. 1; 2; 3 fichas).

Reporte y comunicación: Utilizar sistemas de seguimiento que puedan comunicar y motivar a las partes interesadas el desempeño energético. El formato debe considerar que la información que se plasma sea comprensible a todos los niveles de la organización. Este reporte podrá ser realizado a través de boletines electrónicos internos periódicos que deberán incluir:

- Reducciones obtenidas en el consumo energético y emisiones de ruido contaminante dentro de la empresa;
- Reducción obtenida por áreas y personas (se puede otorgar un premio anual a las áreas con mejor desempeño).

Se deben realizar campañas de información, formación y sensibilización, además crear un buzón de sugerencias y dudas, a través del cual los empleados pueden dirigir sus consultas y comentarios al responsable del plan de mejoras de la gestión energética.

También podrán ser utilizadas otras herramientas de comunicación externa, como: la página web de la empresa, la participación en foros y eventos relacionados con el ahorro de energía.

El sistema de seguimiento debe permitir analizar las desviaciones y cambios de los siguientes aspectos claves con el objeto de identificar las oportunidades de mejora, donde al finalizar esta etapa y realizar de manera adecuada la evaluación del desempeño energético, se debe obtener lo siguiente:

- Clasificación del consumo actual de energía por tipo de combustible, en las áreas de producción, molinos, clasificación de granos, sección de secado y enfundadores, sección mecánica, bodegas y oficinas de la gerencia;
- Identificación de las instalaciones de alto desempeño para el reconocimiento y prácticas replicables;
- Priorización de las instalaciones de bajo desempeño para la implementación de mejoras inmediatas;
- Comprensión de la contribución de los gastos de energía en los costos operativos;

- Establecimiento de puntos de referencia para la medición y reconocimiento a buenos desempeños.

5.6 Evaluación económica del plan de acción

Evaluación económica de proyectos de ahorro de energía. La justificación para la ejecución de la mayoría de las inversiones de capital es que sean económicamente convenientes.

A menos que se les provea a quienes toman las decisiones de una amplia y fundamentada información acerca del costo de implementación y de operación futura de un proyecto de eficiencia energética, ya sea dentro de la entidad o en organizaciones exteriores tales como bancos y agencias financieras, no se logrará la aprobación de las inversiones necesarias.

La medida de conveniencia económica más básica es el período recuperación (PR).

En el caso en que los ahorros anuales son constantes, el PR en años será:

$$PR = [\text{Inversión en Capital}] / [\text{Ahorros anuales netos}]$$

Un período de recuperación corto supone una conveniencia económica. Muchas empresas requieren que sus inversiones tengan períodos de recuperación simple de dos años o menos, independientemente de la vida esperada del proyecto.

5.6.1 Ahorros anuales netos.

A partir de las propuestas reflejadas con anterioridad en el plan de mejoras se determinan los ahorros que se relacionan con la mejora del factor de potencia, sustitución de luminarias más eficientes, selección de conductores adecuados a las cargas y adecuación del banco de capacitores para lograr elevar el factor de

potencia por encima de 0.92 y eliminar las penalizaciones existente por este concepto.

Tabla N° 5. 10: Ahorros anuales netos

No.	Acción	Económico (USD)
1	Reducción de Pérdidas Totales en el Sistema	549,12
2	Penalización del factor de potencia	1151,59
3	Luminarias más eficientes	3,75
Total anual		1704,46

Elaborado por: Oscar Lara.

ELEPCO S.A. a través de la oficina de grandes clientes, hace llegar la notificación de pago, detallando cada rubro de consumo del mes.

Tabla N° 5. 11: Datos de consumo mensual tomados de la planilla de ELEPCO

Por Concepto	(USD)
Comercialización.....	1,41
Consumo de Energía	
-En Horario: 07H00-22H00.....	554, 92
-En Horario: 22H00-07H00.....	37, 29
Demanda del Cliente.....	255, 34
Penalización por bajo factor de Potencia.....	104, 69
Valor Total.....	953,65

Elaborado por: Oscar Lara.

Si consideramos que la facturación anual actual que presenta la empresa por concepto de consumo de energía es de: 10490,15 USD entonces, la reducción de pérdidas y el cambio de luminarias representa un ahorro del 16,2%.

5.6.2 Inversiones de Capital

Tabla N° 5. 12: Inversiones

Descripción	Cantidad	Valor total
Cable 7 hilos No. 2 Tipo THHN	150 mts	571,35
Cable 7 hilos No. 4 Tipo THHN	50 mts	104,50
cable flexible No. 10	300 mts	183,00
Cable 7 hilos No. 8 Tipo THHN	75 mts	303,75
cable flexible No. 12	200 mts	78,00
Conduit flexible de 1"	10 mts	31,90
Luminarias 32 W	100	732,00
Banco de Compensación	1	850
Costo Total USD		2854,50

Elaborado por: Oscar Lara.

PR = [Inversión en Capital] / [Ahorros anuales netos]

PR = 2854.50/1704.46

PR= 1,67 años

5.7 Determinación del valor actual neto

Ecuación N° 5. 4: Valor actual neto

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Donde:

V_t = Flujo de carga en cada periodo t.

I_0 = Valor del desembolso inicial.

n = Número de periodos considerados.

k = Interés.

Para el cálculo se tomará los siguientes datos:

$$V_t = 1704,46 \text{ USD.}$$

$$I_0 = 2854.5 \text{ USD. (Inversión)}$$

$$n = 3 \text{ años.}$$

Tiempo de vida del equipo = 15 años.

$$k = 15\%$$

Ecuación N° 5. 5: Cálculo del VAN

$$VAN = \frac{1704,46}{1 + 0.15} + \frac{1704,46}{(1 + 0.15)^2} + \frac{1704,46}{(1 + 0.15)^3} - 2854,5$$

$$VAN = 1482,14 + 1291.26 + 1121.35 - 2854.50$$

$$VAN = 1040,25$$

Como se aprecia el VAN tiene un valor positivo, lo cual pone de manifiesto la viabilidad del proyecto de mejoras, así como el período de recuperación muestra la factibilidad de las inversiones propuestas.

5.7.1 Evaluación Ambiental.

Por concepto de mejoras en la eficiencia, se reduce las pérdidas de energía anuales en 5720 kW/h, y esto representa una disminución en toneladas de emisiones a la atmósfera de 1332,76 KgCO₂. El valor base es de 0,233 KgCO₂/kWh, eléctrico y está tomado de la tabla del Observatorio de la Electricidad de WWF del año 2009. España, (dirección electrónica: awsassets.wwf.es)

CONCLUSIONES

1. El diagnóstico realizado permitió establecer los problemas asociados a la eficiencia energética que se relacionan con un factor de potencia de 0.87, líneas sobrecargadas, sobreconsumo de iluminación, que representan anualmente 5720kW/h de pérdidas.
2. Los resultados de las encuestas permitieron detectar el desconocimiento de las oportunidades que brindan la gestión energética, el 84% de los trabajadores encuestados expreso falta de capacitación en el tema de ahorro de energía y el 76% desconoce el impacto que tiene la actividad que realiza sobre el medio ambiente por concepto de consumo de energía y el 100% de los encuestados expreso que la empresa no maneja indicadores de eficiencia energética en su gestión.
3. Con los resultados del diagnóstico se diseña un plan de mejoras dirigido a eliminar las penalizaciones por bajo factor de potencia, al elevar este a 0,96; reducir las pérdidas del sistema asociadas al dimensionamiento de los conductores e incrementar la eficiencia del sistema de iluminación al incorporar luminarias de menor consumo.
4. La electricidad es el portador de mayor incidencia en la industria y con el plan de mejoras se pueden reducir las pérdidas actuales en un 16% lo que representa anualmente la cifra de **1704,46 USD**.
5. La propuesta realizada sugiere también la implementación de un sistema de evaluación del desempeño energético, a través del seguimiento mensual y anual de los índices de producción, intensidad energética y las áreas con mayores niveles de consumo del portador electricidad para un adecuado seguimiento y control del portador electricidad.
6. Las inversiones requeridas para el plan de mejoras tienen un valor de 2854,5USD, la misma tiene un periodo de recuperación de 1,67 años y un VAN positivo igual a 1040,25; esto pone de manifiesto la viabilidad de las propuestas.

RECOMENDACIONES

1. Realizar una investigación con el resto de los portadores energéticos (agua y diésel), con el objetivo de reducir los costos y consumos de los mismos.
2. El crecimiento de carga debe ser planificado e implementado con un estudio previo de la disponibilidad de potencia dada a conocer en el estudio realizado, debido a que el transformador no presenta la reserva adecuada para un incremento considerable de la demanda.
3. Es necesario que la empresa continúe los pasos en coordinación con la alta dirección para la introducción paulatina de la norma ISO 50001 con vista a la implementación de un sistema de gestión energética eficiente, para lo cual se requiere dar continuidad a esta investigación para establecer los indicadores de eficiencia.

Bibliografía

1. AGUILAR Arcos, Marco - “Rediseño del Sistema Eléctrico Interno y Diseño de la Cámara de Transformación a 13.8 KV de la ESPE Latacunga” - Tesis 621.3A283r.
2. ANA MARÍA VÁZQUEZ, Sistema de Gestión Ambiental ISO 14000.
3. ANÍBAL BORROTO N, 2006. Fundamentos de Gestión Energética y Tecnología de Gestión Total y Eficiente de la Energía.
4. ANÍBAL BORROTO N, José Monteagudo Yanes, Marcos de Armas Teyra, José Pérez Landín. Milagros Montesino Pérez. Sergio Montelier Hernández, 2002. Ahorro de Energía en Sistema Termomecánico.
5. ANÍBAL BORROTO N, SISTEMAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA.
6. BARRERA GARCÍA, Aníbal. Diseño de sistemas de iluminación, con eficiencia energética. Universidad de Cienfuegos Cuba. 2008.
7. 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.
8. BRATU Serbán, Neagu, - “Instalaciones Eléctricas, Conceptos Básicos y Diseño” – Segunda Edición - Alfaomega - 1992.
9. CAJAS Flores, Verónica, -“Investigación de oportunidades de ahorro energético en el sector industrial textil en Ecuador”- Tesis ESPE-018402.
10. CAMPOS, J.C., Gómez, R., Santos, L. La Eficiencia Energética en la gestión empresarial. Cuba 2006.
11. Catalogo: Compensación de Potencia Reactiva, INELAP, S.A. de C.V.- pág. 53 - 2013) o Schneider Electric 2014
12. CEEMA., 2002. Manual de procedimientos para efectuar la prueba de la necesidad en una empresa.
13. CEMA, 2009. Ahorro de energía en sistemas de suministro eléctrico.
14. COLECCIÓN CEAC, Centrales Eléctricas.
15. COLECTIVO DE AUTORES, 2006a. Gestión y Economía Energética. Available at: Gestion%20y%20Economía%20Energetica%20MAA.doc.
16. COLECTIVO DE AUTORES, 2006b. *Gestión y Economía Energética*,

Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.

17. 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:
18. COMITÉ TÉCNICO AEN/CTN 216 Energía Renovables, 2007. Norma Española Sistema de Gestión Energética.
19. CHUQUITARCO YACCHIREMA .N & Ortiz Rubio. S. Levantamiento, rediseño y auditoría energética interna del sistema eléctrico de la fábrica cereales “La Pradera”, para optimizar la calidad de energía eléctrica. 2012
20. DE ARMAS, M, Colectivo de autores. Temas especiales de sistemas eléctricos industriales. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente Universidad de Cienfuegos. 2007
21. ENRÍQUEZ Harper, Gilberto - “El ABC de las Instalaciones Eléctricas Industriales” - Pre-edición - Limusa Noriega Editores - 1988.
22. ENRÍQUEZ Harper, Gilberto - “Elementos de Diseño de las Instalaciones Eléctricas Industriales” – Segunda Edición - Limusa Noriega Editores - 2002.
23. ENRÍQUEZ Harper, Gilberto - “Elementos de Diseño de las Instalaciones Eléctricas Industriales” - Segunda Edición - Limusa Noriega Editores - 2002. Página.- 283.
24. ENRÍQUEZ Harper, Gilberto - “Fundamentos de las Instalaciones Eléctricas de Mediana y Alta Tensión” – Segunda Edición - Limusa Noriega Editores - 2002.
25. ENRÍQUEZ Harper, Gilberto - “Protección de Instalaciones Eléctricas Industriales y Comerciales”- Segunda Edición - Limusa Noriega Editores - 2003.
26. FERNÁNDEZ Pérez, D. 2007. Sistema de gestión y pronóstico de energía eléctrica en la UCF. Tesis de Maestría Available at: Ramon%20David%20Fernandez%20Perez.pdf.
27. FERNÁNDEZ Pérez, D. 2008. Determinación de Indicadores de Eficiencia Energética en la UCF.
28. FRANCISCO ROJAS, L. 2008. Sistema de Gestión Ambiental.

29. GARCÍA Trasancos, José - “Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión” – Tercera Edición - Thomson-Paraninfo - 2003.
30. GOMELSKY, 2003. *Energía y desarrollo sostenible: posibilidades de financiamiento de las tecnologías limpias y eficiencia energética en el Mercosur.*, Chile.
31. I. KOSOW, -“Máquinas Eléctricas y Transformadores”-
32. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION,, 2010. ISO 50001 Futura Norma de Gestión Energética.
33. LÁZARO LAGO PÉREZ, L. Sistemas de Gestión Ambiental. Available at: [//www. ceproni.moa.minbas.cu](http://www.ceproni.moa.minbas.cu).
34. NAVARRO Márquez, José A. – “Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, Sistema de Maniobra, Medida y Protección” – Editorial Paraninfo - 1999.
35. NORMAS. ISO 14001: Sistemas de gestión ambiental—requisitos con orientación para su uso.
36. P. MONTEAGUDO Yanes, 2009. Curso de preparación a Instructores del Diplomado en Gestión Energética Empresarial para Venezuela.
37. RAMÍREZ TORRES, 2008. *Normalización en el ámbito de La Gestión Energética.*, Cuba.
38. REY MARTÍNEZ Francisco Javier, Eloy Velasco Gómez – “Eficiencia Energética, Certificación y Auditorías Energéticas” - 2006
39. TIRSO REYES CARVAJAL & SERGIO JÁUREGUI, Rigó. Rafael Mestizo Cerón, 2006. Análisis de la gestión energética de entidades estatales de la Provincia Villa Clara.
40. WAYNE C. TURNER & STEVE DOTY, 2006. *ENERGY MANAGEMENT HANDBOOK* Sexta, EUA: BOARD.

PÁGINAS WEB

<http://www.electrocable.com>

<http://www.procobreecuador.org>

http://www.pqinsel.com/calidad_energia.htm

<http://peandes.unex.es/%5Cformacion%5Cmegacal%5CCalidad>.

<http://www.conelec.com>

www.worldenergy.org, 2003. *Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe. Primera., Chile.*

<http://www.energia.inf.cu/iee-mep/document/FIDE1.pdf>.

<http://www.ambiental.net/coscoroba/hontyenergia/HontyEnergiaAmbDesarrolloCap2.pdf>

www.worldenergy.org, 2003. *Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe. Primera., Chile.*

www.Schneider-electric.com.pe(anexar)

Calidad sin límites.[www. Nolimtsquality, blogspot.com.](http://www.Nolimtsquality.blogspot.com))

Anexos

ANEXO 1. Encuesta

Encuesta para trabajadores.

Edad _____ Sexo _____ Años de Experiencia laboral _____ Calificación _____
 Área _____

Considera que usted puede ahorrar energía en su puesto de trabajo mediante:

	mucho	poco	nada	no se
• Mejorando la operación				
• Mejorando el mantenimiento				
• Mejorando la instrumentación				
• Mejorando los registros de control				
• Mejorando el nivel de conocimiento				
• Mejorando mi motivación				
• Mejorando las condiciones de trabajo				
• Mejorando la automatización				
• Mejorando la cantidad y calidad de las inspecciones				
• Mejorando la política de estímulo				

1. Que portadores energéticos se utilizan en su área de trabajo.
 Electricidad Vapor Petróleo Bagazo Condensado caliente.

- a) Conoce la cantidad que se consume.
 Si No Explique de cuales:
- b) Conoce las medidas de ahorro para cada uno de ellos
 Si No
- c) En su puesto de trabajo puede usted ahorra energía
 Si No No se

2. Recibe usted algún estímulo por la mejora de la Eficiencia Energética.

Moral _____ Material _____

3. Dispone de instrucciones de operación y mantenimiento de su equipo o área de trabajo.

Si _____ No _____

4. Ha recibido cursos de calificación:

	Si	No		
Cuando comience a trabajar	_____	_____	_____	_____
Periódicamente	Mensualmente	Anual	Bianual	otros
	_____	_____	_____	_____

5. Sabe usted que contaminación provoca su área de trabajo.

() Si () No () No se

6. Según su opinión la actividad de uso de energía provoca contaminación ambiental.

() Si () No () No se

7. Sobre las afectaciones al medio ambiente provocadas por su centro de trabajo.

a) Se considera informado:

() Ampliamente () Suficiente () Escasamente ()

No informado

b) Mencione la primera afectación medio ambiental que recuerde.

8. La fábrica cuenta con un plan de medidas para la protección del medio ambiente.

() Si () No () No se Diga algunas medidas.

Encuesta para Funcionarios y Técnicos.

Dirigente ____ Técnico____ Calific Prof. _____ Edad _____

Sexo ____ Área _____

Valore las afirmaciones que a continuación se exponen en relación al área que usted dirige:

Afirmación	Sin criterio	Completamente falso	Falso	Ni falso ni verdadero	Verdadero	Completamente verdadero
1. Se desconoce el consumo total y la estructura de consumo desagregado por tipo de energético, áreas, sistemas y equipos.						
2. Se desconoce el costo de la energía y su impacto en los costos totales.						
3. No se cuenta con indicadores de eficiencia energética ni de consumo.						
4. No existe un sistema de información energética organizado o se encuentra en distintos departamentos y desordenado.						
5. La instrumentación es insuficiente o no se encuentra en condiciones de ser utilizada.						
6. Se desconocen los potenciales de ahorro y no existe el banco de problemas energéticos.						
7. No se han realizado actividades de capacitación en eficiencia energética a la dirección o el personal especializado y de operación.						
8. Se conoce el consumo total por portadores energéticos pero no se ha alcanzado la desagregación total hasta las áreas, sistemas y equipos mayores consumidores por problemas de instrumentación.						
9. Existen indicadores de consumo a nivel de empresa pero no se ha podido normar los índices de consumo en áreas y equipos mayores consumidores.						
10. Se realizan algunas inspecciones de tipo preliminar, mediante las que se descubren desperdicios y fugas de energía, así como otros tipos de potenciales de ahorro.						
11. Se llevan a cabo algunas acciones para ahorrar electricidad, basadas en el récord histórico de la fábrica, pero en forma aislada y con seguimiento parcial.						

12. Se logran ahorros básicamente por eliminación parcial o temporal de desperdicios o suspensión de servicios no imprescindibles, no se monitorean diariamente estos ahorros.						
13. Se asignan y/o delegan acciones relativas al ahorro de energía, sin embargo no están involucradas todas las áreas, cuesta trabajo implantarlas y mantenerlas.						
14. El banco de problemas no responde a los resultados de la realización de diagnósticos o auditorías energéticas en la fábrica.						
15. Existe una incipiente divulgación gráfica sobre la necesidad del ahorro a nivel de fábrica.						
16. No se ha capacitado de forma especializada la dirección y el personal involucrado en la transformación y uso de la energía.						
17. Se cuenta con el total apoyo de la dirección de la fábrica y todas sus áreas.						
18. Existen los índices de consumo y de eficiencia energética bien identificados desde el nivel de fábrica hasta el nivel de áreas y equipos mayores consumidores.						
19. Se responsabiliza a un comité o grupo de trabajo para llevar a cabo las principales acciones y medidas establecidas en el programa de ahorro.						
20. El banco de problemas energéticos es resultado de diagnósticos y auditorías energéticas realizadas a la fábrica y que se ejecutan en forma sistemática						
21. El banco de problemas energéticos cuenta con un banco de soluciones preevaluadas económicamente y que tiene medidas a corto, mediano y largo plazo						

ANEXO 2. Secciones y áreas de trabajo

SECCIÓN DE PRODUCCIÓN			
Nº	DESCRIPCIÓN	Nº	DESCRIPCIÓN
1	Elevador (E1)	16	Tornillo de cocción (TC)
2	Zaranda (Z1)	17	Mezcladora (M2)
3	Elevador (E2)	18	Zaranda Pequeña (Z2)
4	Clasificadora	19	Cortadora Pequeña
5	Elevador (E3)	20	Cortador de Morocho (CM)
6	Esclusa	21	Ventilador de pared
7	Piladora (P1)	22	Absorción de impureza (SA2)
8	Elevador (E4)	23	Elevador (E7)
9	Pulidora (P2)	24	Bomba de Agua (1HP)
10	Elevador (E5)	25	Bomba de Agua (1HP)
11	Machacadora Grande CA	26	Quemador
12	Cortadora de la M.G (CA)	27	Bomba de Agua (0.5HP)
13	Vibrador M.G. (CA)	28	Bomba de Agua (0.5HP)
14	Elevador (E6)	29	Tablero Principal
15	Machacadora P. (LM)	30	Administración de Producción
SECCIÓN DE SECADO Y ENFUNDADORAS			SECCIÓN DE MOLINOS Y CLASIFICACIÓN DE GRANOS
45	Ventilador de Secado	31	Compresor (20HP) -C1
46	Quemador	32	Compresor (6.5HP) -C2
47	Elevador auxiliar	33	Compresor (6.5HP) -C3
48	Vibrador (Secado)	34	Compresor (5.5HP) -C4
49	Banda transportadora	35	Mezcladora (M1)
50	Ventilador horno quemador	36	Elevador (E8)
51	Empaquetadora	37	Molino de Martillo
	Banda tras. Empaquetador	38	Vibrador (Molino)
	Elevador Tornillo	39	Esclusa (Molino)
	Motor auxiliar 1	40	Elevador (E9)
	Motor auxiliar 2	41	Tamizadora
52	Empaquetadora MACPEG	42	Aventadora
53	Empaquetadora MACPET A	43	Ventilador Grande Exter.

54	Empaquetadora MACPET 1	44	Bomba de Agua (0.5HP)
55	Empaquetadora MACPET 2		
56	Empaquetadora MACPET 3		ÁREA SERVICIOS GENERALES
ÁREA ADMINISTRATIVA		64	Guardianía
57	Gerencia	65	Garita
58	Recepción	66	Ropero y Baños
59	Departamento de Contabilidad	67	Comedor
60	Oficina de Producción 1	68	Cocina
61	Bodega de Empaque (2)	69	Laboratorio
62	Oficina de Ventas	70	Bodega
63	Oficina de Producción 2	*	Construcción

Anexo 3. Monolineal

ANEXO 4. Información de carga instalada

ÁREA	ORD.	EQUIPO	Marca del Motor	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS								Grado de Protección.
				V	A	kW	Hz	rpm	# Fas	Cos Ø	η	
SECCIÓN DE PRODUCCIÓN	1	Elevador (E1)	Siemens	220	1.9	0.746	60	1080	3	0.82	76%	IP55
	2	Zaranda (Z1)	ARNO	220	9.4	2.20	60	1150	3	0.9	79%	IP54
	3	Elevador (E2)	Siemens	220	1.9	0.746	60	1080	3	0.82	76%	IP55
	4	Clasificadora	RENANCE	220	4.7	1.12	60	1140	3	0.89	70%	IP55
	5	Elevador (E3)	Siemens	220	6.9	2.24	60	3460	3	0.84	76%	IP55
	6	Esclusa	Siemens	220	2.5	0.75	60	1720	3	0.87	69.2%	IP55
	7	Piladora (P1)	Weg	220	64	18.65	60	1770	3	0.87	89%	IP55
	8	Elevador (E4)	Siemens	220	1.9	0.746	60	3460	3	0.87	76%	IP55
	9	Pulidora (P2)	BROWN BOVERI	220	57	14.92	60	1725	3	0.85	85%	IP55
	10	Elevador (E5)	Siemens	220	2.1	0.746	60	1720	3	0.87	77%	IP55
	11	Machacadora Grande CA	TRANSTECNO	220	53	12.5	60	1750	3	0.73	85%	IP55
	12	Cortadora de la M.G (CA)	TRANSTECNO	220	53	12.5	60	1750	3	0.73	85%	IP55
	13	Vibrador M.G. (CA)	ANSALDO	220	3	0.58	60	1330	3	0.76	69.2%	IP45
	14	Elevador (E6)	Siemens	220	6.9	2.24	60	1720	3	0.84	77%	IP55

Información de Carga Instalada, Sección Producción.

ÁREA	ORD.	EQUIPO	Marca del Motor	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS								Grado de Protección.
				V	A	kW	Hz	Rpm	# Fas	Cos Ø	η	
SECCIÓN DE PRODUCCIÓN	15	Machacadora Pequeña (LM)	Leroy-Somer	220	27.3	7.46	60	1170	3	0.84	81%	IP55
	16	Tornillo de cocción (TC)	SEW	220	3.8	0.75	60	1380	3	0.73	69.2%	IP55
	17	Mezcladora (M2)	Siemens	220	18	3.73	60	1740	3	0.78	80.5%	IP55
	18	Zaranda Pequeña (Z2)	Siemens	220	2.5	0.75	60	1720	3	0.87	69.2%	IP55
	19	Cortadora Pequeña	Siemens	220	3	1.27	60	1660	3	0.78	77%	IP55
	20	Cortador de Morocho (CM)	Weg	220	2.5	0.75	60	1720	3	0.87	69.2%	IP55
	21	Ventilador de pared	Siemens	120	2.5	0.75	60	1720	2	0.82	77%	IP55
	22	Absorción de impureza (SA2)	ABB	220	12	3.68	60	3450	3	0.78	80.5%	IP55
	23	Elevador (E7)	Siemens	220	6.9	2.24	60	1720	3	0.84	77%	IP55
	24	Bomba de Agua (1HP)	General	115	6.5	0.746	60	3450	2	0.82	80%	IP44
	25	Bomba de Agua (1HP)	BARNES	115	6.5	0.746	60	3450	2	0.82	80%	IP44
	26	Quemador	Emerson	115	3.5	0.19	60	3450	2	0.79	79%	IP44
	27	Bomba de Agua (0.5HP)	DAB	115	5.85	0.37	60	3450	2	0.80	80%	IP44
	28	Bomba de Agua (0.5HP)	DAB	115	5.85	0.37	60	3450	2	0.80	80%	IP44
POTENCIA TOTAL						94.486 KW						

Información de Carga Instalada, Sección Producción (Continuación)

ÁREA	ORD.	EQUIPO	Marca del Motor	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS								Grado de Protección.
				V	A	kW	Hz	Rpm	# Fas	Cos Ø	η	
SECCIÓN DE MOLINOS Y CLASIFICACIÓN DE GRANOS	29	Compresor (20HP) -C1	CECCATO	220	53	14.92	60	3450	3	0.85	85%	IP44
	30	Compresor (6.5HP) -C2	A.O.SMITH	220	15	4.85	60	3450	3	0.82	80%	IP44
	31	Compresor (6.5HP) -C3	A.O.SMITH	220	15	4.85	60	3450	3	0.82	80%	IP44
	32	Compresor (5.5HP) -C4	EMG	220	15.6	4.10	60	2900	3	0.82	75%	IP44
	33	Mezcladora (M1)	Weg	220	28	7.46	60	1750	3	0.84	81%	IP55
	34	Elevador (E8)	Weg	220	2.5	0.746	60	1720	3	0.87	69.2%	IP55
	35	Molino de Martillo	Weg	220	57	18.65	60	1170	3	0.82	88%	IP55
	36	Vibrador (Molino)	Weg	220	2.5	0.75	60	1720	3	0.87	69.2%	IP55
	37	Esclusa (Molino)	Weg	220	2.5	0.75	60	1720	3	0.87	69.2%	IP55
	38	Elevador (E9)	Weg	220	2.5	2.24	60	1720	3	0.87	69.2%	IP55
	39	Tamizadora	Weg	220	18	3.73	60	1740	3	0.78	80.5%	IP55
	40	Aventadora	Weg	220	2.6	1.3	60	1680	3	0.84	79%	IP55
	41	Ventilador Grande Exter.	Siemens	220	57	18.65	60	1170	3	0.82	88%	IP44
	42	Bomba de Agua (0.5HP)	PEDROLLO	120	5.5	0.37	60	3450	2	0.80	80%	IP44
	POTENCIA TOTAL						83.37 kW					

Información de Carga Instalada, Sección Molinos y Clasificación de Granos.

ÁREA	ORD.	EQUIPO	Marca del Motor	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS								Grado de Protección.
				V	A	kW	Hz	rpm	# Fas	Cos Ø	η	
SECCIÓN DE SECADO Y ENFUNDADORAS	43	Ventilador de Secado	Siemens	220	28	7.46	60	3500	3	0.90	81%	IP54
	44	Quemador	Emerson	120	3.5	0.19	60	3450	2	0.79	79%	IP44
	45	Elevador auxiliar	Siemens	220	3.5	0.75	60	1720	3	0.87	69.2%	IP55
	46	Vibrador (Secado)	Weg	220	3.02	0.75	60	1720	3	0.82	70%	IP55
	47	Banda transportadora	Weg	220	3.5	0.75	60	1660	3	0.87	70%	IP55
	48	Ventilador horno quemador	Weg	220	9	2.24	60	3460	3	0.83	79%	IP55
	49	Empaquetadora	Weg	220	9.6	2.24	60	17.08	2	0.83	79%	IP55
		Banda tras. Empaquetador	Weg	220	1.14	0.75	60	1710	2	0.65	70%	IP55
		Elevador Tornillo	Weg	220	3.4	1.49	60	1720	2	0.80	77%	IP55
		Motor auxiliar 1	Weg	220	7	1.49	60	1700	2	0.80	77%	IP55
		Motor auxiliar 2	Weg	220	9.6	2.24	60	17.08	2	0.83	79%	IP55
	50	Empaquetadora MACPEG	PraziBlitz	120	3.2	0.37	60	1640	1	0.83	66%	IP55
	51	Empaquetadora MACPET A	PraziBlitz	120	3.2	0.37	60	1640	1	0.78	66%	IP55
	52	Empaquetadora MACPET 1	PraziBlitz	120	3.2	0.37	60	1640	1	0.76	66%	IP55
	53	Empaquetadora MACPET 2	PraziBlitz	120	3.2	0.37	60	1640	1	0.80	66%	IP55
54	Empaquetadora MACPET 3	PraziBlitz	120	3.2	0.37	60	1640	1	0.77	66%	IP55	
POTENCIA TOTAL						22.2 kW						

Información de Carga Instalada, Sección Secado y Enfundaduras

ÁREA	TIPO	MARCA	CANT	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL (kW)	ALTURA PROMEDIO	HORARIO DE FUNC.		DÍAS DE FUNC. AL MES
							Horas/Día		
							8:00/1 7:00	17:00/ 8:00	
SECCIÓN DE PRODUCCIÓN	Fluorescente	OSRAM	6	40	0.24	4	8	...	24
SECCIÓN DE MOLINOS, Y CLASIFICACIÓN DE GRANOS	Fluorescente	OSRAM SYLVANIA SYLVANIA	8	40	0.32	5.20	8	...	24
			1	25	0.025	2.80	1	...	
			6	40	0.24	2.15	8	...	
SECCIÓN DE ENFUNDADORAS	Fluorescente	SYLVANIA ECOLUX	12	40	0.48	4.50	8	...	24
			1	12	0.012	2.10	1	...	
SECCIÓN MECÁNICA	Fluorescente	SYLVANIA	5	40	0.20	2.30	8	...	30
BODEGA PRODUCTO TERMINADO	Fluorescente	SYLVANIA	16	40	0.64	4.50	4	...	20
BODEGA DE SECADOR	Fluorescente	SYLVANIA	12	40	0.48	4	4	...	20
BODEGA DE EMPAQUE (2)	Fluorescente	OSRAM	9	32	0.288	3.50	8	...	22
TOSTADORA	Fluorescente	SYLVANIA	2	40	0.18	2.60	8	...	24
OFICINA PRODUCCIÓN	Fluorescente	SYLVANIA	3	25	0.075	2.30	3	...	30
GERENCIA	Fluorescente	SYLVANIA	6	40	0.24	2.40	8	...	24
		OSRAM	2	23	0.046				
RECEPCIÓN	Fluorescente	SYLVANIA	4	40	0.16	2.40	8	...	24

Información de Iluminación

ÁREA	TIPO	MARCA	CANT	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL (kW)	ALTURA PROMEDIO	HORARIO DE FUNC. Horas/Día		DÍAS DE FUNC. AL MES
							8:00/1 7:00	17:00/ 8:00	
							DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD	Fluorescente	
OFICINA PRODUCCIÓN 1	Fluorescente	OSRAM	10	32	0.32	2.30	8	...	24
OFICINA PRODUCCIÓN 2	Fluorescente	SYLVANIA	2	40	0.08	2.20	8	...	24
OFICINA VENTAS	Fluorescente	SYLVANIA	1	40	0.04	2.30	8	..	24
GARITA	Fluorescente	SYLVANIA	2	40	0.08	2.10	...	8	30
		OSRAM	1	32	0.032				
BAÑOS Y VESTIDORES	Fluorescente	OSRAM	4	40	0.16	2.20	2	...	24
COMEDOR Y COCINA	Fluorescente	SYLVANIA	6	40	0.24	2.20	5		24
LABORATORIOS	Fluorescente	SYLVANIA	4	40	0.16	2.20	2		10
PATIO LATERAL	Mercurio de alta presión	METALIGHT	1	1500	1.5	5		8	30
PATIO DELANTERO	Mercurio de alta presión	METALIGHT	1	1500	1.5	5		8	30
POTENCIA TOTAL					7.918 kW				

Información de Iluminación (Continuación)

INFORMACIÓN DE EQUIPOS DE OFICINA Y COCINA							
EQUIPO	CANT.	POTENCIA (W)	POTENCIA (kW)	REGULACIÓN (1=SI ; 0=NO)	HORARIO DE FUNC. Horas/Día		DÍAS DE FUNC. AL MES
					8:00/17:00	17:00/8:00	
PC (Monitor y CPU)	9	500	4.5	1	12	12	30
Impresora	7	20	0.14	1	1	...	20
Fax	1	50	0.05	0	1	...	24
Radio	2	10	0.020	0	8	...	24
Televisión	1	168	0.168	0	2	...	20
Teléfono	8	50	0.40	0	8	...	30
Amplificador	1	40	0.040	0	6	...	30
UPS	1	0	8	...	30
Impresora multifunción	1	30	0.030	0	1	...	24
Portero eléctrico	1	60	0.060	1	7	...	30
Refrigerador	1	135	0.135	0	8	...	30
Licuada	1	150	0.150	0	1	...	30
Cercado Eléctrico	1	1.43×10^4	1.43×10^{-7}	0	...	8	30
	POTENCIA TOTAL			5.69 kW			

Información de equipos de oficina y cocina

Anexo 5. Información de la potencia de las máquinas

ÁREA	ORD.	EQUIPO	Marca del Motor	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS						
				V	A	kW	A _{medida}	kW _{calculada}	# Fase	Cos ϕ
SECCIÓN DE PRODUCCIÓN	1	Elevador (E1)	Siemens	220	1.9	0.746	1.6	0.5	3	0.82
	2	Zaranda (Z1)	ARNO	220	9.4	2.20	0.7	0.24	3	0.9
	3	Elevador (E2)	Siemens	220	1.9	0.746	1	0.32	3	0.82
	4	Clasificadora	RENANCE	220	4.7	1.12	1.4	0.47	3	0.89
	5	Elevador (E3)	Siemens	220	6.9	2.24	2.6	0.83	3	0.84
	6	Esclusa	Siemens	220	2.5	0.75	2	0.66	3	0.87
	7	Piladora (P1)	Weg	220	64	18.65	15.7	5.2	3	0.87
	8	Elevador (E4)	Siemens	220	1.9	0.746	1.3	0.43	3	0.87
	9	Pulidora (P2)	BROWN BOVERI	220	57	14.92	21	6.8	3	0.85
	10	Elevador (E5)	Siemens	220	2.1	0.746	1.2	0.4	3	0.87
	11	Machacadora Grande (CA)	TRANSTECNO	220	53	12.5	7.1	1.97	3	0.73
	12	Cortadora de la M.G (CA)	TRANSTECNO	220	53	12.5	7.9	2.19	3	0.73
	13	Vibrador M.G. (CA)	ANSALDO	220	3	0.58	2.2	0.63	3	0.76
	14	Elevador (E6)	Siemens	220	6.9	2.24	2.7	0.86	3	0.84

Información de la potencia de las Máquinas, Sección Producción

ÁREA	ORD.	EQUIPO	Marca del Motor	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS						
				V	A	kW	A _{medida}	kW _{calculada}	# Fase	Cos ϕ
Sección de Producción	15	Machacadora Pequeña (LM)	LEROY-SOMER	220	27.3	7.46	14	4.5	3	0.84
	16	Tornillo de cocción (TC)	SEW	220	3.8	0.75	2.4	0.67	3	0.73
	17	Mezcladora (M2)	Siemens	220	18	3.73	12	3.5	3	0.78
	18	Zaranda Pequeña (Z2)	Siemens	220	2.5	0.75	2.3	0.76	3	0.87
	19	Cortadora Pequeña	Siemens	220	3	1.27	1.9	0.57	3	0.78
	20	Cortador de Morocho (CM)	Weg	220	2.5	0.75	2.1	0.69	3	0.87
	21	Ventilador de pared	Siemens	120	2.5	0.75	1.5	0.15	2	0.82
	22	Absorción de impurezas (SA2)	ABB	220	12	3.68	11.9	3.54	3	0.78
	23	Elevador (E7)	Siemens	220	6.9	2.24	4.3	1.38	3	0.84
	24	Bomba de Agua (1HP)	General	115	6.5	0.746	6.2	0.58	2	0.82
	25	Bomba de Agua (1HP)	BARNES	115	6.5	0.746	5.9	0.54	2	0.79
	26	Quemador	Emerson	115	3.5	0.19	2.8	0.26	2	0.80
	27	Bomba de Agua (0.5HP)	DAB	115	5.85	0.37	5.6	0.52	2	0.80
	28	Bomba de Agua (0.5HP)	DAB	115	5.85	0.37	5.8	0.55	2	0.82
POTENCIA TOTAL								30.47 kW		

Información de Consumo Eléctrico de Máquinas, Sección Producción (Continuación)

ÁREA	ORD.	EQUIPO	Marca del Motor	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS						
				V	A	kW	A medida	kW calculada	# Fases	Cos φ
SECCIÓN DE MOLINOS Y CLASIFICACIÓN DE GRANOS	29	Compresor (20HP) -C1	CECCATO	220	53	14.92	19.1	6.18	3	0.85
	30	Compresor (6.5HP) -C2	A.O.SMITH	220	15	4.85	11.8	3.68	3	0.82
	31	Compresor (6.5HP) -C3	A.O.SMITH	220	15	4.85	5.7	1.68	3	0.82
	32	Compresor (5.5HP) -C4	EMG	220	15.6	4.10	5.6	1.75	3	0.82
	33	Mezcladora (M1)	Weg	220	28	7.46	17	5.4	3	0.84
	34	Elevador (E8)	Weg	220	2.5	0.746	1.7	0.56	3	0.87
	35	Molino de Martillo	Weg	220	57	18.65	28.7	9.51	3	0.82
	36	Vibrador (Molino)	Weg	220	2.5	0.75	1	0.33	3	0.87
	37	Esclusa (Molino)	Weg	220	2.5	0.75	1.7	0.57	3	0.87
	38	Elevador (E9)	Weg	220	2.5	2.24	1.5	0.5	3	0.87
	39	Tamizadora	Weg	220	18	3.73	6.1	1.8	3	0.78
	40	Aventadora	Weg	220	2.6	1.3	1.4	0.45	3	0.84
	41	Ventilador Grande Exter.	Siemens	220	57	18.65	18.2	5.68	3	0.82
	42	Bomba de Agua (0.5HP)	PEDROLLO	120	5.5	0.37	5.7	0.54	2	0.80
POTENCIA TOTAL								32.66 kW		

. Información de Consumo Eléctrico de Máquinas, Sección Molinos y Clasificación de Granos.

ÁREA	ORD.	EQUIPO	Marca del Motor	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS						
				V	A	KW	A medida	kW calculada	#Fases	Cos ϕ
SECCIÓN DE SECADO Y ENFUNDADORAS	43	Ventilador de Secado	Siemens	220	28	7.46	30.2	10.36	3	0.90
	44	Quemador	Emerson	120	3.5	0.19	2.5	0.24	2	0.79
	45	Elevador auxiliar	Siemens	220	3.5	0.75	0.5	0.16	3	0.87
	46	Vibrador (Secado)	Weg	220	3.02	0.75	2.1	0.65	3	0.82
	47	Banda transportadora	Weg	220	3.5	0.75	2.2	0.73	3	0.87
	48	Ventilador horno quemador	Weg	220	9	2.24	0.3	0.1	3	0.83
	49	Empaquetadora	Weg	220	9.6	2.24	4.8	1.5	3	0.83
		Banda tras. Empaquetador	Weg	220	1.14	0.75	1	0.25	3	0.65
		Elevador Tornillo	Weg	220	3.4	1.49	3.5	1.06	3	0.80
		Motor auxiliar 1	Weg	220	7	1.49	3.9	1.19	3	0.80
		Motor auxiliar 2	Weg	220	9.6	2.24	5.1	1.61	3	0.83
	50	Empaquetadora MACPEG	PraziBlitz	120	3.2	0.37	5.2	1.65	2	0.83
	51	Empaquetadora MACPET A	PraziBlitz	120	3.2	0.37	1.1	0.102	2	0.78
	52	Empaquetadora MACPET 1	PraziBlitz	120	3.2	0.37	1.3	0.118	2	0.76
	53	Empaquetadora MACPET 2	PraziBlitz	120	3.2	0.37	1.4	0.134	2	0.80
54	Empaquetadora MACPET 3	PraziBlitz	120	3.2	0.37	1.2	0.11	2	0.77	
POTENCIA TOTAL								19.234 kW		

Información de Consumo Eléctrico de Máquinas, Sección Secado y Enfundaduras.

ANEXO 6. Mediciones con analizador de red

Fecha de la Medida	Hora de la Medida	P fase a 220513	P fase b 220513	P fase c 220513
22/05/2013	9:10:00.000mS	38459,44	40516,37	35449,9
22/05/2013	9:20:00.000mS	37147,05	37895,82	34334,2
22/05/2013	9:30:00.000mS	37086,42	38532,63	34401,43
22/05/2013	9:40:00.000mS	38987,48	38984,16	34901,56
22/05/2013	9:50:00.000mS	39993,9	39598,29	34629,77
22/05/2013	10:00:00.000mS	38313,41	39274,57	36453,9
22/05/2013	10:10:00.000mS	38424,77	40733,74	36687,93
22/05/2013	10:20:00.000mS	38226,77	41273,49	35604,27
22/05/2013	10:30:00.000mS	37408,41	40463,7	36156,07
22/05/2013	10:40:00.000mS	37100,23	40089,52	36353,76
22/05/2013	10:50:00.000mS	37445,67	39202,07	36498,79
22/05/2013	11:00:00.000mS	37940,35	40355,98	35876,13
22/05/2013	11:10:00.000mS	39757,26	41952,46	35799,82
22/05/2013	11:20:00.000mS	40030,56	43836,32	36505,85
22/05/2013	11:30:00.000mS	37812,31	43194,51	37471,43
22/05/2013	11:40:00.000mS	37417,77	41685,78	38087,69
22/05/2013	11:50:00.000mS	37460,95	41286,17	39441,87
22/05/2013	12:00:00.000mS	35625,99	40222,38	36568,92
22/05/2013	12:10:00.000mS	35054,32	38338,01	35742,48
22/05/2013	12:20:00.000mS	34724,61	37889,42	35500,14
22/05/2013	12:30:00.000mS	34316,66	36564,4	35452,28
22/05/2013	12:40:00.000mS	34314,41	35275,2	34408,79
22/05/2013	12:50:00.000mS	34724,02	33407,98	31894,39
22/05/2013	13:00:00.000mS	29585,62	34781,64	31100,06

22/05/2013	13:10:00.000mS	28879,34	34797,86	32217,4
22/05/2013	13:20:00.000mS	30590,61	35995,54	34017,98
22/05/2013	13:30:00.000mS	30666,18	35067,17	31731,99
22/05/2013	13:40:00.000mS	31742,18	35540,26	31663,03
22/05/2013	13:50:00.000mS	31344,46	35070,22	32057,63
22/05/2013	14:00:00.000mS	31674,06	35922,61	32488,83
22/05/2013	14:10:00.000mS	34679,29	37489,43	34733,07
22/05/2013	14:20:00.000mS	34375,34	36542,02	34163,66
22/05/2013	14:30:00.000mS	33233,2	37206,81	34002,24
22/05/2013	14:40:00.000mS	34166,34	37967,59	34712,52
22/05/2013	14:50:00.000mS	35408,96	38685,7	33501,84
22/05/2013	15:00:00.000mS	36103,25	40825,43	34151,96
22/05/2013	15:10:00.000mS	35394,79	39354,16	33150,1
22/05/2013	15:20:00.000mS	35634,59	37879,45	32481,09
22/05/2013	15:30:00.000mS	36930,71	38545,6	33041,63
22/05/2013	15:40:00.000mS	36781,99	38099,92	34129,59
22/05/2013	15:50:00.000mS	36291,08	38393,04	35364,29
22/05/2013	16:00:00.000mS	37360,5	40333,29	36857,23
22/05/2013	16:10:00.000mS	36836,18	41166,13	36556,62
22/05/2013	16:20:00.000mS	37717,51	41934,84	36694,83
22/05/2013	16:30:00.000mS	34765,49	39185,44	34830,98
22/05/2013	16:40:00.000mS	35424,71	37638,23	34062,33
22/05/2013	16:50:00.000mS	34748,3	36958,21	35319,91
22/05/2013	17:00:00.000mS	34451,37	36782,11	37630,61
22/05/2013	17:10:00.000mS	35075,92	36884,3	38478,57
22/05/2013	17:20:00.000mS	34830,96	37433,24	36010,31

22/05/2013	17:30:00.000mS	35155,01	37318,43	36374,21
22/05/2013	17:40:00.000mS	34896,89	36101,98	37436,34
22/05/2013	17:50:00.000mS	35457,25	37472,27	40266,09
22/05/2013	18:00:00.000mS	40297,15	41800,87	43821,22
22/05/2013	18:10:00.000mS	41276,69	42130,8	45056,12
22/05/2013	18:20:00.000mS	42575,53	44003,5	44307,58
22/05/2013	18:30:00.000mS	42281,6	43229,15	45187,29
22/05/2013	18:40:00.000mS	41459,58	43094,65	47582,31
22/05/2013	18:50:00.000mS	41253,59	43931,31	47266,75
22/05/2013	19:00:00.000mS	41324,14	42023,79	45907,55
22/05/2013	19:10:00.000mS	40881,39	39815,54	46221,86
22/05/2013	19:20:00.000mS	40984,38	39531,55	45883,46
22/05/2013	19:30:00.000mS	38973,59	40862,76	45868,46
22/05/2013	19:40:00.000mS	38708,78	39750,25	46249,99
22/05/2013	19:50:00.000mS	38640,57	39699,74	45210,3
22/05/2013	20:00:00.000mS	37890,29	37832,61	42089,5
22/05/2013	20:10:00.000mS	37262,69	36264,81	41027,01
22/05/2013	20:20:00.000mS	36618,38	35394,89	39323,25
22/05/2013	20:30:00.000mS	37472,89	34788,82	38735,03
22/05/2013	20:40:00.000mS	35940,2	34164,92	37585,42
22/05/2013	20:50:00.000mS	34711,86	33757,6	37913,48
22/05/2013	21:00:00.000mS	33478,35	33450,88	35629,38
22/05/2013	21:10:00.000mS	32407,89	33619,84	35898,59
22/05/2013	21:20:00.000mS	31626,46	33257,73	34916,13
22/05/2013	21:30:00.000mS	31150,39	32437,04	34864,56
22/05/2013	21:40:00.000mS	30455,31	31368,87	33982,61

22/05/2013	21:50:00.000mS	27104,79	28327,16	30938,74
22/05/2013	22:00:00.000mS	24656,84	25432,29	26716,77
22/05/2013	22:10:00.000mS	24161,82	25335,14	25794,78
22/05/2013	22:20:00.000mS	22672,46	23461,79	25681,14
22/05/2013	22:30:00.000mS	22754,31	23387,77	25359,56
22/05/2013	22:40:00.000mS	22514,87	21843,26	24947,79
22/05/2013	22:50:00.000mS	20344,79	17952,79	22648,54
22/05/2013	23:00:00.000mS	19481,88	15391,94	19127,82
22/05/2013	23:10:00.000mS	14795,89	9981,54	14665,22
22/05/2013	23:20:00.000mS	12635,94	7778,1	11537,35
22/05/2013	23:30:00.000mS	11824,23	7061,3	10854,72
22/05/2013	23:40:00.000mS	11623,53	6859,36	9159,08
22/05/2013	23:50:00.000mS	12104,2	6970,78	9141,72

Mediciones de voltaje

Horas	Va	Vb	Vc
9:10:00.000mS	219,8	210,2	210,1
9:20:00.000mS	220,6	208,8	208,2
9:30:00.000mS	220,1	209,2	208,5
9:40:00.000mS	220,6	209,1	208,8
9:50:00.000mS	220,4	210,2	209,9
10:00:00.000mS	220,2	210,9	210,3
10:10:00.000mS	218,7	211	210,6
10:20:00.000mS	218,8	211,1	210,8
10:30:00.000mS	219,4	211,1	210,8
10:40:00.000mS	219,1	210,2	209,9
10:50:00.000mS	219,4	210,3	210,2
11:00:00.000mS	219,2	210,8	211
11:10:00.000mS	218,3	212,2	212,3
11:20:00.000mS	218	211,4	211,5
11:30:00.000mS	217,7	212,2	212,2
11:40:00.000mS	218,9	211,5	211,6
11:50:00.000mS	217,8	213,2	213
12:00:00.000mS	217,8	213,1	213
12:10:00.000mS	218,5	213,2	213,2
12:20:00.000mS	218,1	213,3	213,5
12:30:00.000mS	218,3	214,9	215,4

12:40:00.000mS	218,3	215,1	215,1
12:50:00.000mS	218,7	214,8	215,3
13:00:00.000mS	219	215,1	215,2
13:10:00.000mS	218,6	214,6	215
13:20:00.000mS	218,1	215,2	215,3
13:30:00.000mS	217,9	214,1	214,5
13:40:00.000mS	217,1	214,4	215,1
13:50:00.000mS	216,5	214	214,5
14:00:00.000mS	216,2	213,2	213,8
14:10:00.000mS	215,6	213,3	213,8
14:20:00.000mS	215,8	212,7	213,1
14:30:00.000mS	216	212,7	213
14:40:00.000mS	216,9	211,6	212
14:50:00.000mS	215,3	212,4	212,8
15:00:00.000mS	216	211,1	211,7
15:10:00.000mS	217,8	211,8	212,3
15:20:00.000mS	217,5	212,3	213,1
15:30:00.000mS	216,2	211,3	212,1
15:40:00.000mS	217,8	212,3	213
15:50:00.000mS	217,4	212,7	213,4
16:00:00.000mS	218,3	214,5	215
16:10:00.000mS	218,4	213,2	213,8
16:20:00.000mS	217,6	212,9	213,7

16:30:00.000mS	218,4	213,9	214,3
16:40:00.000mS	218,6	214,7	215,1
16:50:00.000mS	218,2	214,6	215,2
17:00:00.000mS	216,7	214,8	215,3
17:10:00.000mS	214,8	216,2	216,3
17:20:00.000mS	214,9	215	215,3
17:30:00.000mS	214	214,3	214,7
17:40:00.000mS	212,6	215,6	215,9
17:50:00.000mS	211,5	215,2	215,3
18:00:00.000mS	211,5	215,4	215,4
18:10:00.000mS	210,9	214,4	214
18:20:00.000mS	211,9	213,6	213,5
18:30:00.000mS	213,9	213,6	213,4
18:40:00.000mS	213,9	213,8	213,5
18:50:00.000mS	213,9	212,9	212,8
19:00:00.000mS	212,5	213,5	213,5
19:10:00.000mS	213,5	213,7	213,5
19:20:00.000mS	213,4	214,4	214,4
19:30:00.000mS	213,9	214,8	215
19:40:00.000mS	212,5	215,1	215,2
19:50:00.000mS	214,1	215,2	215,3
20:00:00.000mS	212,8	215,4	216
20:10:00.000mS	212,8	214,7	215,5

20:20:00.000mS	212	214,9	215,5
20:30:00.000mS	212,9	215,8	216,2
20:40:00.000mS	213,6	215,7	216,2
20:50:00.000mS	214,6	215,2	215,7
21:00:00.000mS	214,1	216	216,7
21:10:00.000mS	214,5	216	216,7
21:20:00.000mS	215	217,1	217,9
21:30:00.000mS	216,2	217,2	218
21:40:00.000mS	215,7	218,3	219,1
21:50:00.000mS	217	218,9	219,8
22:00:00.000mS	215,6	218,3	219,3
22:10:00.000mS	216,1	217,9	219,3
22:20:00.000mS	215,2	216,7	218,2
22:30:00.000mS	216	217,5	218,7
22:40:00.000mS	215,7	217,3	218,3
22:50:00.000mS	214,8	218	218,7
23:00:00.000mS	215,3	218,2	219
23:10:00.000mS	213,7	219,8	220,6
23:20:00.000mS	213,7	217,8	218,7
23:30:00.000mS	212,4	218,1	218,8
23:40:00.000mS	213,9	218,1	219
23:50:00.000mS	212,9	219,1	219,8
0:00:00.000mS	212,2	218,8	219,5

0:10:00.000mS	212,4	219,7	220,3
0:20:00.000mS	213,8	219,5	220,1
0:30:00.000mS	212,8	219,9	220,3
0:40:00.000mS	213,5	219,6	220,1
0:50:00.000mS	215,6	219	219,6
1:00:00.000mS	215,3	217,7	218,1
1:10:00.000mS	216,2	217,7	218
1:20:00.000mS	215,4	218,6	218,8
1:30:00.000mS	217,7	218,1	218,3
1:40:00.000mS	217	218,6	218,8
1:50:00.000mS	217,9	218,2	218,4
2:00:00.000mS	217,9	217,4	217,3
2:10:00.000mS	219,2	216,8	216,8
2:20:00.000mS	219,3	216,4	216,4
2:30:00.000mS	219,5	217,8	217,7
2:40:00.000mS	219,9	216,6	216,4
2:50:00.000mS	219,5	216,1	216,2
3:00:00.000mS	219,6	217,4	217,3
3:10:00.000mS	219,5	216,8	216,5
3:20:00.000mS	218,7	217,4	216,9
3:30:00.000mS	216,3	217	216,8
3:40:00.000mS	215,3	217,7	217,6
3:50:00.000mS	215,1	217,8	217,6

4:00:00.000mS	215,3	217,3	217,2
4:10:00.000mS	215	218	218,9
4:20:00.000mS	215,1	216,9	216,8
4:30:00.000mS	215,5	216	215,7
4:40:00.000mS	216,4	215,4	214,8
4:50:00.000mS	216,7	215,2	214,6
5:00:00.000mS	217,5	214,4	213,8
5:10:00.000mS	217,4	214,6	214
5:20:00.000mS	217,6	215,2	214,5
5:30:00.000mS	218,3	216	215,2
5:40:00.000mS	219,1	214,8	214,1
5:50:00.000mS	218,4	214,6	214
6:00:00.000mS	218,7	213,5	214
6:10:00.000mS	218,6	215,2	214,6
6:20:00.000mS	218,4	214,9	214,1
6:30:00.000mS	217,8	216,6	215,8
6:40:00.000mS	218	216,2	215,4
6:50:00.000mS	217,2	216,8	216,3
7:00:00.000mS	217,5	216,8	216,2
7:10:00.000mS	217,5	215,9	215,2
7:20:00.000mS	218,1	216,8	216
7:30:00.000mS	218,5	217,4	216,6
7:40:00.000mS	218,9	216,8	216,1

7:50:00.000mS	219,7	215,4	214,6
8:00:00.000mS	219,7	213,7	213,5
8:10:00.000mS	220,1	213,8	213,5
8:20:00.000mS	220,3	212,6	212,1
8:30:00.000mS	220,6	211,5	210,8
8:40:00.000mS	221	210,1	209,8
8:50:00.000mS	220,7	210,1	209,7
9:00:00.000mS	220,8	209,4	209,1

Anexo 7: Resultados fallas de cortocircuito por tramos

Localización de la falla	Voltaje (kV)	Icc (A)	Tipo de Falla
CT1.1	0,22	7249	Falla Trifásica
STB1.1	0,22	4061	Falla Trifásica
Pulidora P2	0,22	2742	Falla Trifásica
Piladora P1	0,22	2772	Falla Trifásica
Elevador 6	0,22	1451	Falla Trifásica
Elevador 5	0,22	1246	Falla Trifásica
Elevador 4	0,22	1347	Falla Trifásica
Elevador 3	0,22	1686	Falla Trifásica
TB1.3	0,22	1871	Falla Trifásica
TB1.4	0,22	3348	Falla Trifásica
MACPET A	0,22	1201	Falla Trifásica
MACPET1	0,22	1471	Falla Trifásica
MACPET2	0,22	931	Falla Trifásica
MACPET3	0,22	525	Falla Trifásica
CD1	0,22	2417	Falla Trifásica
Elevador 2	0,22	2383	Falla Trifásica
Elevador 1	0,22	2187	Falla Trifásica

Mezcladora M2	0,22	1975	Falla Trifásica
Zaranda Z1	0,22	1473	Falla Trifásica
Clasificadora	0,22	1901	Falla Trifásica
Esclusa	0,22	1113	Falla Trifásica
CD1.1	0,22	1404	Falla Trifásica
Zaranda Z2	0,22	1281	Falla Trifásica
Cortadora Pequeña	0,22	1058	Falla Trifásica
Absorción Impurezas	0,22	1689	Falla Trifásica
CT1.2	0,22	3168	Falla Trifásica
STB2.1	0,22	3158	Falla Trifásica
Cortadora MG	0,22	3020	Falla Trifásica
Machacadora CA	0,22	1509	Falla Trifásica
Vibrador MG CA	0,22	1078	Falla Trifásica
Tornillo de Cocción	0,22	1642	Falla Trifásica
Machacadora LM	0,22	2421	Falla Trifásica
Ventilador Horno Q.	0,22	1551	Falla Trifásica
CD2	0,22	1034	Falla Trifásica
Cortadora de Morocho	0,22	741	Falla Trifásica
Elevador E7	0,22	1018	Falla Trifásica

STB2.2	0,22	2975	Falla Trifásica
Elevador Auxiliar	0,22	1366	Falla Trifásica
Quemador	0,22	757	Falla Trifásica
Vibrador Secado	0,22	1005	Falla Trifásica
Banda Transporta.	0,22	1885	Falla Trifásica
Ventilador de Secado	0,22	1207	Falla Trifásica
STB2.3	0,22	2651	Falla Trifásica
Ventilador G.E	0,22	2617	Falla Trifásica
Elevador E8	0,22	1578	Falla Trifásica
Tamizadora	0,22	1044	Falla Trifásica
Compresor C4	0,22	1809	Falla Trifásica
Compresor C3	0,22	1610	Falla Trifásica
Compresor C2	0,22	1610	Falla Trifásica
Compresor C1	0,22	1806	Falla Trifásica
STB2.3.1	0,22	3631	Falla Trifásica
Molino de Martillo	0,22	3212	Falla Trifásica
Aventadora	0,22	2240	Falla Trifásica
STB2.3.1.1	0,22	2876	Falla Trifásica
Vibrador Molino	0,22	1336	Falla Trifásica

Esclusa Molino	0,22	1332	Falla Trifásica
Elevador E9	0,22	908	Falla Trifásica
Mezcladora M1	0,22	1445	Falla Trifásica
CT1.3	0,22	3458	Falla Trifásica
Indumax	0,22	2263	Falla Trifásica

Anexo 8 Cálculos de conductores - criterio de corriente nominal

Selección de conductores

CONDUCTOR			Espesor de Aislamiento (mm)	Diámetro Externo Aprox. (mm)	Peso total kg / km	Capacidad de Corriente (Amp)**
CALIBRE (AWG o kcmil)	Sección Transversal (mm ²)	No. Hilos				
FORMACIÓN SÓLIDO						
14	2,08	1	0,76	3,15	25,91	20
12	3,31	1	0,76	3,57	38,15	25
10	5,261	1	0,76	4,11	57,17	35
8	8,367	1	1,14	5,54	94,89	50
FORMACIÓN UNILAY						
14	2,08	19	0,76	3,35	27,13	20
12	3,31	19	0,76	3,79	39,77	25
10	5,261	19	0,76	4,39	59,51	35
8	8,367	19	1,14	5,90	98,88	50
6	13,3	19	1,52	7,60	159,74	65
4	21,15	19	1,52	8,79	239,13	85
2	33,62	19	1,52	10,29	362,80	115
1	42,4	19	2,03	12,21	473,25	130
1/0	53,49	19	2,03	13,21	583,27	150
2/0	67,44	19	2,03	14,33	720,49	175
3/0	85,02	19	2,03	15,59	892,21	200
4/0	107,2	19	2,03	17,014	1107,41	230

Cálculos de Conductores - Criterio de Corriente Nominal

Tramo o Circuito	Conductor Instalado (AWG)	Potencia (HP)	Potencia (kW)	CosØ	Potencia Instalada (kVA)	Longitud (m)	Corriente nominal In (A)	Corriente Sobrecarga (Isc)	Selección Conductor (AWG)
CD2	6	5	3,73	0,92	4,05	16	10,64	13,30	14
Cortadora de Morocho	12	1	0,746	0,87	0,86	3	2,25	2,81	14
Ventilador de Pared	12	1	0,746	0,82	0,91	5	2,39	2,98	14
Elevador E7	12	3	2,238	0,84	2,66	14	6,99	8,74	14
STB2.2	2	13,25	9,8845	0,92	10,74	4	28,20	35,24	12
Elevador Auxiliar	12	1	0,746	0,87	0,86	6	2,25	2,81	14
Quemador	12	0,25	0,1865	0,79	0,24	3	0,62	0,77	14
Vibrador Secado	12	1	0,746	0,82	0,91	3,6	2,39	2,98	14
Banda Transporta.	12	1	0,746	0,87	0,86	8	2,25	2,81	14
Ventilador de Secado	12	10	7,46	0,9	8,29	3	21,75	27,19	12
STB2.3	1	69,5	51,847	0,92	56,36	20	147,89	184,87	1
Ventilador G.E	10	25	18,65	0,82	22,74	24	59,69	74,61	6
Elevador E8	12	1	0,746	0,87	0,86	14	2,25	2,81	14
Tamizadora	12	5	3,73	0,78	4,78	19	12,55	15,69	12
Compresor C4	8	5,5	4,103	0,82	5,00	2	13,13	16,41	12
Compresor C3	8	6,5	4,849	0,82	5,91	2	15,52	19,40	12
Compresor C2	8	6,5	4,849	0,82	5,91	2	15,52	19,40	12
Compresor C1	8	20	14,92	0,85	17,55	3	46,06	57,58	10
2.3.1	3/0	41	30,586	0,92	33,25	45	87,25	109,06	3/0

Tramo o Circuito	Conductor Instalado (AWG)	Potencia (HP)	Potencia (KW)	CosØ	Potencia Instalada (KVA)	Longitud (m)	Corriente nominal In (A)	Corriente Sobrecarga Isc(A)	Selección Conductor (AWG)
Molino de Martillo	2	25	18,65	0,82	22,74	12	59,69	74,61	6
Aventadora	2	3	2,238	0,84	2,66	10	6,99	8,74	12
STB2.3.1.1	2	13	9,698	0,92	10,54	44	27,66	34,58	4
Vibrador Molino	14	1	0,746	0,87	0,86	10	2,25	2,81	14
Esclusa Molino	14	1	0,746	0,87	0,86	17	2,25	2,81	14
Elevador E9	14	1	0,746	0,87	0,86	22	2,25	2,81	14
Mezcladora M1	14	10	7,46	0,84	8,88	10	23,31	29,13	12
CT1.3	6	11,5	8,579	0,92	9,325	52	24,47	30,59	6
Indumax	14	3	2,238	0,83	2,70	4	7,08	8,85	14
Banda Transporta.	14	1	0,746	0,65	1,15	5	3,01	3,76	14
Elevador Tornillo	14	2	1,492	0,8	1,87	4	4,89	6,12	14
Motor Auxiliar 1	14	2	1,492	0,8	1,87	4	4,89	6,12	14
Motor Auxiliar 2	14	3	2,238	0,83	2,70	6	7,08	8,85	14
MACPEG	14	0,5	0,373	0,83	0,45	5	1,18	1,47	14
CT1.4	8	3,4	2,5364	0,92	2,76	38	7,24	9,04	10

Anexo 9. Característica de cada circuito

Tramo o Circuito	Conductor Instalado (AWG)	CosØ	Sección (mm ²)	Potencia Instalada (kVA)	Long. (m)	Corriente nominal In (A)	Caída Voltaje %	Conductor sugerido (AWG)	Sección (mm ²)	Caída Voltaje %
CT1.1	1/0	0,92	53,49	66,69	7,3	175,03	0,38	2/0	67,44	0,30
STB1.1	6	0,92	13,3	46,22	9	121,29	1,29	1/0	53,49	0,32
Pulidora P2	8	0,85	8,37	17,55	2,7	46,06	0,23	6	13,3	0,15
Piladora P1	8	0,87	8,37	21,44	12	56,26	1,27	6	13,3	0,80
Elevador 6	8	0,84	8,37	2,66	14	6,99	0,18	6	13,3	0,12
Elevador 5	8	0,87	8,37	2,57	16	6,75	0,20	6	13,3	0,13
Elevador 4	8	0,87	8,37	2,57	15	6,75	0,19	6	13,3	0,12
Elevador 3	8	0,84	8,37	2,66	22	6,99	0,29	6	13,3	0,18
TB1.3	14	0,92	2,08	3,04	20	7,98	1,21	10	5,261	0,48
Bomba 1	14	0,82	2,08	0,91	5	8,27	0,36	12	3,31	0,23
Bomba 2	14	0,82	2,08	0,91	6	8,27	0,43	12	3,31	0,27
Quemador	14	0,79	2,08	0,24	7	2,15	0,13	12	3,31	0,08
Bomba 3	14	0,8	2,08	0,47	9	4,24	0,33	12	3,31	0,21
Bomba 4	14	0,8	2,08	0,47	11	4,24	0,41	12	3,31	0,26
Bomba posterior	14	0,8	2,08	0,47	3	4,24	0,11	12	3,31	0,07
TB1.4	1	0,92	42,4	1,62	35	4,26	0,06	10	5,261	0,45
MACPET A	14	0,78	2,08	0,48	4	1,25	0,04	12	3,31	0,02
MACPET1	14	0,76	2,08	0,49	6	1,29	0,06	12	3,31	0,04
MACPET2	14	0,8	2,08	0,47	8	1,22	0,07	12	3,31	0,05
MACPET3	14	0,77	2,08	0,48	10	1,27	0,10	12	3,31	0,06

Tramo o Circuito	Conductor Instalado (AWG)	CosØ	Sección (mm ²)	Potencia Instalad (kVA)	Long. (m)	Corriente nominal In (A)	Caída Voltaje %	Conductor sugerido (AWG)	Sección (mm ²)	Caída Voltaje %
CD1	8	0,92	8,367	10,14	8	26,60	0,40	8	8,367	0,40
Elevador 2	8	0,82	8,37	0,91	8	2,39	0,04	12	3,31	0,09
Elevador 1	8	0,82	8,37	0,91	14	2,39	0,06	12	3,31	0,16
Mezcladora M2	12	0,78	3,31	4,78	19	12,55	1,13	8	8,367	0,45
Zaranda Z1	8	0,9	8,367	2,49	8	6,53	0,10	6	13,3	0,06
Clasificadora	12	0,89	3,31	1,26	7	3,30	0,11	10	5,261	0,07
Esclusa	12	0,87	3,31	0,86	5	2,25	0,05	10	5,261	0,03
CD1.1	12	0,92	3,31	5,68	15	14,90	1,06	8	8,367	0,42
Zaranda Z2	12	0,87	3,31	0,86	12	2,25	0,13	10	5,261	0,08
Cortadora Pequeña	12	0,78	3,31	0,96	14	2,51	0,17	10	5,261	0,11
Absorción Impurezas	12	0,78	3,31	4,78	9	12,55	0,54	10	5,261	0,34
CT1.2	2	0,92	33,62	114,94	10,3	301,64	1,46	2/0	67,44	0,73
STB2.1	6	0,92	13,3	8,11	12	21,28	0,30	10	5,261	0,76
Cortadora MG	8	0,73	8,367	17,37	10,5	45,59	0,90	8	8,367	0,90
Machacadora CA	8	0,73	8,367	17,37	6,5	45,59	0,56	8	8,367	0,56
Vibrador MG CA	8	0,76	8,367	0,77	9	2,01	0,03	12	3,31	0,09
Tornillo de Cocción	8	0,73	8,367	1,02	6,2	2,68	0,03	12	3,31	0,08
Machacadora LM	8	0,84	8,367	8,88	6,5	23,31	0,29	10	5,261	0,45
Ventilador Horno Q.	10	0,83	5,261	2,70	13	7,08	0,28	12	3,31	0,44

Tramo o Circuito	Conductor Instalado (AWG)	CosØ	Sección (mm ²)	Potencia Instalad (kVA)	Long. (m)	Corriente nominal In (A)	Caída Voltaje %	Conductor sugerido (AWG)	Sección (mm ²)	Caída Voltaje %
CD2	6	0,92	13,3	4,05	16	10,64	0,20	12	3,31	0,81
Cortadora de Morocho	12	0,87	3,31	0,86	3	2,25	0,03	12	3,31	0,03
Ventilador de Pared	12	0,82	3,31	0,91	5	2,39	0,06	12	3,31	0,06
Elevador E7	12	0,84	3,31	2,66	14	6,99	0,47	12	3,31	0,47
STB2.2	2	0,92	33,62	10,74	4	28,20	0,05	10	5,261	0,34
Elevador Auxiliar	12	0,87	3,31	0,86	6	2,25	0,06	12	3,31	0,06
Quemador	12	0,79	3,31	0,24	3	0,62	0,01	12	3,31	0,01
Vibrador Secado	12	0,82	3,31	0,91	3,6	2,39	0,04	12	3,31	0,04
Banda Transporta.	12	0,87	3,31	0,86	8	2,25	0,09	12	3,31	0,09
Ventilador de Secado	12	0,9	3,31	8,29	3	21,75	0,31	10	5,261	0,20
STB2.3	1	0,92	42,4	56,36	20	147,89	1,10	1/0	53,49	0,87
Ventilador G.E	10	0,82	5,261	22,74	24	59,69	4,29	4	21,15	1,07
Elevador E8	12	0,87	3,31	0,86	14	2,25	0,15	12	3,31	0,15
Tamizadora	12	0,78	3,31	4,78	19	12,55	1,13	10	5,261	0,71
Compresor C4	8	0,82	8,367	5,00	2	13,13	0,05	10	5,261	0,08
Compresor C3	8	0,82	8,367	5,91	2	15,52	0,06	10	5,261	0,09
Compresor C2	8	0,82	8,367	5,91	2	15,52	0,06	10	5,261	0,09
Compresor C1	8	0,85	8,367	17,55	3	46,06	0,26	8	8,367	0,26

Tramo o Circuito	Conductor Instalado (AWG)	CosØ	Sección (mm ²)	Potencia Instalad (KVA)	Long. (m)	Corriente nominal In (A)	Caída Voltaje %In	Conductor sugerido (AWG)	Sección (mm ²)	Caída Voltaje %
STB2.3.1	3/0	0,92	85,02	33,25	45	87,25	0,73	3/0	85,01	0,73
Molino de Martillo	2	0,82	33,62	22,74	12	59,69	0,34	4	21,15	0,53
Aventadora	2	0,84	33,62	2,66	10	6,99	0,03	10	5,261	0,21
STB2.3.1.1	2	0,92	33,62	10,54	44	27,66	0,57	4	21,15	0,91
Vibrador Molino	14	0,87	2,08	0,86	10	2,25	0,17	12	3,31	0,11
Esclusa Molino	14	0,87	2,08	0,86	17	2,25	0,29	12	3,31	0,18
Elevador E9	14	0,87	2,08	0,86	22	2,25	0,37	12	3,31	0,24
Mezcladora M1	14	0,84	2,08	8,88	10	23,31	1,76	10	5,261	0,70
CT1.3	6	0,92	13,3	9,33	52	24,47	1,51	4	21,15	0,95
Indumax	14	0,83	2,08	2,70	4	7,08	0,21	12	3,31	0,13
Banda Transportadora	14	0,65	2,08	1,15	5	3,01	0,11	12	3,31	0,07
Elevador Tornillo	14	0,8	2,08	1,87	4	4,89	0,15	12	3,31	0,09
Motor Auxiliar 1	14	0,8	2,08	1,87	4	4,89	0,15	12	3,31	0,09
Motor Auxiliar 2	14	0,83	2,08	2,70	6	7,08	0,32	12	3,31	0,20
MACPEG	14	0,83	2,08	0,45	5	1,18	0,04	12	3,31	0,03
CT1.4	8	0,92	8,367	2,76	38	7,24	0,52	8	8,367	0,52

Anexo 10. Selección de conductores - criterio de corriente de cortocircuito

Tramo o Circuito	Corriente de cortocircuito Icc (A)	Conductor Instalado (AWG)	Ciclos del conductor instalado	Conductor sugerido (AWG)	Ciclos del conductor Sugerido
CT1.1	7096	1/0	30	3/0	100
STB1.1	4061	6	2.4	1	30
Pulidora P2	2742	6	10	4	38
Piladora P1	2772	8	5	6	15
Elevador 6	1451	8	25	6	80
Elevador 5	1246	8	30	6	80
Elevador 4	1347	8	34	6	80
Elevador 3	1686	8	25	6	80
TB1.3	1871	14	1,6	10	12
Bomba 1	1544	14	1	12	3
Bomba 2	1377	14	1,3	12	3,8
Quemador	1218	14	1,5	12	3,8
Bomba 3	873	14	3,8	12	9
Bomba 4	681	14	7	12	15
Bomba posterior	844	14	5	12	12
TB1.4	3348	1	50	1/0	110
MACPETA	1201	14	1,5	12	3,2
MACPET1	1471	14	1,3	12	3
MACPET2	931	14	2	12	5,6
MACPET3	525	14	6	12	15

Tramo o Circuito	Corriente de cortocircuito Icc (A)	Conductor Instalado (AWG)	Ciclos del conductor instalado	Conductor sugerido (AWG)	Ciclos del conductor Sugerido
CD1	2417	8	4	6	12
Elevador 2	2383	8	4	6	14
Elevador 1	2187	8	4	6	12
Mezcladora M2	1975	12	2,3	10	7
Zaranda Z1	1473	8	18	6	50
Clasificadora	1901	12	2,5	10	7
Esclusa	1113	12	2,9	10	9,2
CD1.1	1404	12	2,5	10	9,2
Zaranda Z2	1281	12	3,5	10	9,5
Cortadora Pequeña	1058	12	3	10	9,7
Absorción Impurezas	1689	12	2,5	10	9,1
CT1.2	3168	2	40	1	70
STB2.1	3158	6	4	4	15
Cortadora MG	3020	8	1,5	6	4,5
Machacadora CA	1509	8	18	6	59
Vibrador MG CA	1078	8	20	6	62
Tornillo de Cocción	1642	8	20	6	60
Machacadora LM	2421	8	3,6	6	14
Ventilador Horno Q.	1551	10	8,2	8	20
CD2	1034	6	54	6	54

Tramo o Circuito	Corriente de cortocircuito Icc (A)	Conductor Instalado (AWG)	Ciclos del conductor instalado	Conductor sugerido (AWG)	Ciclos del conductor Sugerido
Cortadora de Morocho	741	12	14	10	35
Ventilador de Pared	389	12	29	10	75
Elevador E7	1018	12	3,9	10	12
STB2.2	2975	2	100	2	100
Elevador Auxiliar	1366	12	3	10	9,5
Quemador	757	12	12	10	30
Vibrador Secado	1005	12	2,5	10	12
Banda Transporta.	1885	12	2,5	10	6,5
Ventilador de Secad.	1207	12	2	10	10
STB2.3	2651	1	150	1	150
Ventilador G.E	2617	10	1,5	8	4,5
Elevador E8	1578	12	3	10	9,5
Tamizadora	1044	12	2,1	10	6
Compresor C4	1809	8	14	6	38
Compresor C3	1610	8	18	6	44
Compresor C2	1610	8	18	6	44
Compresor C1	1806	8	17	6	55

Tramo o Circuito	Corriente de cortocircuito Icc (A)	Conductor Instalado (AWG)	Ciclos del conductor instalado	Conductor sugerido (AWG)	Ciclos del conductor Sugerido
STB2.3.1	3631	3/0	350	3/0	350
Molino de Martillo	3212	2	40	1	75
Aventadora	2240	2	110	1	170
STB2.3.1.1	2876	2	70	1	135
Vibrador Molino	1336	14	1,3	10	7
Esclusa Molino	1332	14	1,2	10	7
Elevador E9	908	14	2,4	10	16
Mezcladora M1	1445	14	1,4	10	7
CT1.3	3458	6	5	4	17

Anexo 11 Selección de conductores basada en coordinación

Tramo o Circuito	In (A)	Isc (A)	Iarr (A)	Tiempo Corte Breakers Isc (seg)	Conductor Adecuado (AWG)	Ciclos del conductor adecuado	Tiempo de soporte conductor (seg)	Observación
Pulidora P2	46,06	57,58	138,19	6	1/0	400	6,4	Cumple
Piladora P1	56,26	70,32	168,77	6	1/0	400	6,4	Cumple
Elevador 6	6,99	8,74	20,98	5	4	320	5,12	Cumple
Elevador E5	6,75	8,44	20,25	4	4	320	5,12	Cumple
Elevador E4	6,75	8,44	20,25	4	4	320	5,12	Cumple
Elevador E3	6,99	8,74	20,98	5	4	320	5,12	Cumple
Mezcladora M2	12,55	15,69	37,65	5	2	430	6,88	Cumple
Zaranda Z1	6,53	8,16	19,58	5	2	500	8	Cumple
Absorción Impurezas	12,55	15,69	37,65	5	2	420	6,72	Cumple
Cortadora MG	45,59	56,99	136,77	6	3	400	6,4	Cumple
Machacadora CA	45,59	56,99	136,77	5	2	430	6,88	Cumple
Machacadora LM	23,31	29,13	69,92	5	1/0	370	5,92	Cumple
Elevador E7	6,99	8,74	20,98	4	4	260	4,16	Cumple
Molino de Martillo	59,69	74,61	179,06	5	3/0	380	6,08	Cumple

Anexo 12 Selección de breaker

Tramo o Circuito	In (A)	Isc (A)	Iarr (A)	Protección Instalada		Protección Sugerida	Conclusión
				Tipo	Intensidad (A)	Intensidad (A)	
CT1.1	175,03	218,78	525,08	Breaker Term.	200A - 3P	160A	Sobredimensionado
STB1.1	121,29	151,62	363,88	Breaker Term.	100A - 3P	100A	Cumple
Pulidora P2	46,06	57,58	138,19	Breaker Term.	100A - 3P	50A	Sobredimensionado
Piladora P1	56,26	70,32	168,77	Breaker Term.	100A - 3P	63A	Sobredimensionado
Elevador E6	6,99	8,74	20,98	Breaker Term.	100A - 3P	10A	Sobredimensionado
Elevador E5	6,75	8,44	20,25	Breaker Term.	100A - 3P	10A	Sobredimensionado
Elevador E4	6,75	8,44	20,25	Breaker Term.	100A - 3P	10A	Sobredimensionado
Elevador E3	6,99	8,74	20,98	Breaker Term.	100A - 3P	10A	Sobredimensionado
Bomba 1	8,27	10,34	24,81	Breaker Term.	14 A	14A	Cumple
Bomba 2	8,27	10,34	24,81	Breaker Term.	14 A	14A	Cumple
Quemador	2,15	2,68	6,44	Breaker Term.	14 A	3A	Sobredimensionado
Bomba 3	4,24	5,30	12,72	Breaker Term.	14 A	6A	Sobredimensionado
Bomba 4	4,24	5,30	12,72	Breaker Term.	14 A	6A	Sobredimensionado
Bomba posterior	4,24	5,30	12,72	Breaker Term.	80A - 3P	6A	Sobredimensionado
TB1.4	4,26	5,32	12,77	Breaker Term.	10A - 2P	6A	Sobredimensionado
MACPET A	1,25	1,57	3,76	Breaker Term.	40A - 2P	1A	Sobredimensionado
MACPET 1	1,29	1,61	3,86	Breaker Term.	40A - 2P	1A	Sobredimensionado
MACPET 2	1,22	1,53	3,67	Breaker Term.	40A - 2P	1A	Sobredimensionado
MACPET 3	1,27	1,59	3,81	Breaker Term.	40A - 2P	1A	Sobredimensionado
CT1A	333,65	416,19	1000,04	Breaker Term.	250A - 3P	250A	Cumple

Tramo o Circuito	In (A)	Isc (A)	Iarr (A)	Protección Instalada		Protección Sugerida	Conclusión
				Tipo	Intensidad (A)	Intensidad (A)	
STB2.1	21,28	26,60	63,84	Breaker Term.	100A - 3P	32 ^a	Sobredimensionado
Ventilador Horno Q.	7,08	8,85	21,23	Breaker Term.	20A - 3P	10 ^a	Sobredimensionado
STB2.2	28,20	35,25	84,60	Breaker Term.	160A - 3P	40 ^a	Sobredimensionado
Elevador Auxiliar	2,25	2,81	6,75	Breaker Term.	40A - 3P	3 ^a	Sobredimensionado
Quemador	0,62	0,77	1,86	Breaker Term.	16A - 3P	1 ^a	Sobredimensionado
Vibrador Secado	2,39	2,98	7,16	Breaker Term.	20A - 3P	3 ^a	Sobredimensionado
Banda Transporta.	2,25	2,81	6,75	Breaker Term.	16A - 3P	3 ^a	Sobredimensionado
Ventilador de Secado	21,75	27,19	65,26	Breaker Term.	20A - 3P	25 ^a	No Cumple
Ventilador G.E	59,69	74,61	179,06	Breaker Term.	50A - 3P	63 ^a	No Cumple
Elevador E8	2,25	2,81	6,75	Breaker Term.	10A - 3P	3 ^a	Sobredimensionado
Tamizadora	12,55	15,69	37,65	Breaker Term.	125A - 3P	16 ^a	Sobredimensionado
Compresor C4	13,13	16,41	39,39	Breaker Term.	50A - 3P	16 ^a	Sobredimensionado
Compresor C3	15,52	19,40	46,56	Breaker Term.	50A - 3P	20 ^a	Sobredimensionado
Compresor C2	15,52	19,40	46,56	Breaker Term.	50A - 3P	20 ^a	Sobredimensionado
Compresor C1	46,06	57,58	138,19	Breaker Term.	50A - 3P	50 ^a	Cumple
STB2.3.1	87,25	109,06	261,74	Breaker Term.	200A - 3P	80 ^a	Sobredimensionado
Aventadora	6,99	8,74	20,97	Breaker Term.	75A - 3P	10 ^a	Sobredimensionado

Tramo o Circuito	In (A)	Isc (A)	Iarr (A)	Protección Instalada		Protección Sugerida	Conclusión
				Tipo	Intensidad (A)	Intensidad (A)	
Vibrador Molino	2,25	2,81	6,75	Breaker Term.	30A - 3P	3A	Sobredimensionado
Esclusa Molino	2,25	2,81	6,75	Breaker Term.	30A - 3P	3A	Sobredimensionado
Elevador E9	2,25	2,81	6,75	Breaker Term.	30A - 3P	3A	Sobredimensionado
Mezcladora M1	23,31	29,13	69,92	Breaker Term.	30A - 3P	32A	Cumple
CT1B	31,75	39,69	95,25	Breaker Term.	80A - 3P	40A	Sobredimensionado
Indumax	7,08	8,85	21,23	Breaker Term.	40A - 3P	10A	Sobredimensionado
Banda Transportadora	3,01	3,76	9,04	Breaker Term.	40A - 3P	3A	Sobredimensionado
Elevador Tornillo	4,89	6,12	14,68	Breaker Term.	40A - 3P	6A	Sobredimensionado
Motor Auxiliar 1	4,89	6,12	14,68	Breaker Term.	40A - 3P	6A	Sobredimensionado
Motor Auxiliar 2	7,08	8,85	21,23	Breaker Term.	40A - 3P	10A	Sobredimensionado
MACPEG	1,18	1,47	3,54	Breaker Term.	40A - 3P	1A	Sobredimensionado

Anexo 13 Selección de fusibles

Tramo o Circuito	In (A)	Isc (A)	Iarr (A)	Tiempo Corte Fusible (seg)	Fusible Instalado	Fusible Seleccionado	Observación
Pulidora P2	46,06	57,58	138,19	0,01	25A	50 ^a	No Cumple
Piladora P1	56,26	70,32	168,77	0,01	25A	80 ^a	No Cumple
Elevador 6	6,99	8,74	20,98	0,01	25A	30 ^a	No Cumple
Elevador 5	6,75	8,44	20,25	0,01	25A	30 ^a	No Cumple
Elevador 4	6,75	8,44	20,25	0,01	25A	30 ^a	No Cumple
Elevador 3	6,99	8,74	20,98	0,01	25A	30 ^a	No Cumple
Elevador 2	2,39	2,98	7,16	0,01	25A	25 ^a	Cumple
Elevador 1	2,39	2,98	7,16	0,01	25A	25 ^a	Cumple
Mezcladora M2	12,55	15,69	37,65	0,01	25A	40 ^a	No Cumple
Zaranda Z1	6,53	8,16	19,58	0,01	25A	30 ^a	No Cumple
Clasificadora	3,30	4,12	9,90	0,01	25A	30 ^a	No Cumple
Esclusa	2,25	2,81	6,75	0,01	25A	25 ^a	Cumple
Zaranda Z2	2,25	2,81	6,75	0,01	25A	25 ^a	Cumple
Cortadora Pequeña	2,51	3,14	7,53	0,01	25A	25 ^a	Cumple
Absorción Impurezas	12,55	15,69	37,65	0,01	25A	40 ^a	No Cumple

Tramo o Circuito	In (A)	Isc (a)	Iarr (A)	Tiempo Corte Fusible (seg)	Fusible Instalado	Fusible Seleccionado	Observación
Cortadora M.G.	45,59	56,99	136,77	0,01	25A	50 ^a	No Cumple
Machacadora (CA)	45,59	56,99	136,77	0,01	25A	50 ^a	No Cumple
Vibrador MG (CA)	2,01	2,51	6,03	0,01	25A	25 ^a	Cumple
Tornillo de Cocción	2,68	3,35	8,05	0,01	25A	25 ^a	Cumple
Machacadora LM	23,31	29,13	69,92	0,01	25A	40 ^a	No Cumple
Cortadora de Morocho	2,25	2,81	6,75	0,01	25A	25 ^a	Cumple
Ventilador de Pared	2,39	2,98	7,16	0,01	25A	25 ^a	Cumple
Elevador (E7)	6,99	8,74	20,98	0,01	25A	30 ^a	No Cumple
Molino de Martillo	59,69	74,61	179,06	0,01	125A	100 ^a	Sobredimensionado
STB2.3.1.1	27,66	34,58	82,99	0,01	25A	40 ^a	No Cumple

Anexo 14 Coordinación de protecciones breakers – fusible

Tramo o Circuito	In (A)	Isc (A)	Iarr (A)	Tiempo Corte Breakers Isc (seg)	Breakers Instalado	Breakers Seleccionado	Observación
Pulidora P2	46,06	57,58	138,19	6	100A	50A	Sobredimensionado
Piladora P1	56,26	70,32	168,77	6	100A	63A	Sobredimensionado
Elevador 6	6,99	8,74	20,98	5	100A	10A	Sobredimensionado
Elevador 5	6,75	8,44	20,25	4	100A	10A	Sobredimensionado
Elevador 4	6,75	8,44	20,25	4	100A	10A	Sobredimensionado
Elevador 3	6,99	8,74	20,98	5	100A	10A	Sobredimensionado
Mezcladora M2	12,55	15,69	37,65	5	100A	16A	Sobredimensionado
Zaranda Z1	6,53	8,16	19,58	5	100A	10A	Sobredimensionado
Absorción Impurezas	12,55	15,69	37,65	5	100A	16A	Sobredimensionado
Cortadora MG	45,59	56,99	136,77	6	100A	50A	Sobredimensionado
Machacadora CA	45,59	56,99	136,77	5	100A	50A	Sobredimensionado
Machacadora LM	23,31	29,13	69,92	5	100A	25A	Sobredimensionado
Elevador E7	6,99	8,74	20,98	4	100A	10A	Sobredimensionado
Molino de Martillo	59,69	74,61	179,06	5	125A	63A	Sobredimensionado

Anexo 15. Consumo de luminarias en kWh diario y mensual

Tipo de Luminaria	Potencia del Equipo (kW)	Cantidad de Equipos	Tiempo de Uso al Día				Horas diarias (Hrs / día)	Días de uso mensual (Días / mes)	Consumo Diario (kWh / día)	Consumo Mensual (kWh / mes)	Carga Conectada (kW)
			Hora 1 (0:00 - 24:00)		Hora 2 (0:00 - 24:00)						
			Encendido	Apagado	Encendido	Apagado					
Fluorescente Tubular T8 23W	0,023	2	8,00	12,00	14,00	16,00	6,00	6	0,28	1,66	0,05
Fluorescente Tubular T8 12W	0,012	1	15,00	16,00	18,00	19,00	2,00	30	0,02	0,72	0,01
Fluorescente Tubular T12 25W	0,025	4	0,00	0,00	14,00	16,00	2,00	22	0,20	4,40	0,10
Fluorescente Tubular T12 40W	0,040	100	8,00	9,00	15,00	16,00	2,00	22	8,00	176,00	4,00
Fluorescente Tubular T12 32W	0,032	20	9,00	10,00	15,00	16,00	2,00	22	1,28	28,16	0,64
Fluorescente Tubular T12 20W	0,020	1	9,00	11,00	14,00	16,00	4,00	24	0,08	1,92	0,02
Halógenas 1500W	1,500	2	8,00	12,00			4,00	30	12,00	360,00	3,00

TOTAL ENERGÍA CONSUMIDA **21,86** **572,86**
Carga Conectada Total **7,82**

