



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

TEMA:

**Estudio del consumo energético en la planta de producción Carvajal
Empaques**

EL AUTOR:

Romero Olivo, María Arecia

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO

TUTOR:

Ing. Córdova Rivadeneira, Luis Silvio MSc.

Guayaquil, Ecuador

13 de Marzo del 2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por la Srta.
Romero Olivo, María Arecia como requerimiento para la obtención del título
de **INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO.**

TUTOR

Ing. Córdova Rivadeneira, Luis Silvio MSc.

DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 13 del mes de marzo del año 2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Romero Olivo, María Arecia

DECLARO QUE:

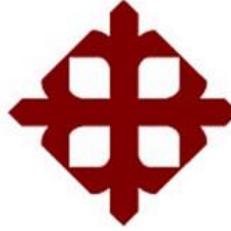
El trabajo de titulación “**Estudio del consumo energético en la planta de producción Carvajal Empaques**” previo a la obtención del Título de **Ingeniero Electrónico en Control y Automatismo**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 13 del mes de marzo del año 2018

EL AUTOR

ROMERO OLIVO, MARÍA ARECIA



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

AUTORIZACIÓN

Yo, **Romero Olivo, María Arcia**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “**Estudio del consumo energético en la planta de producción Carvajal Empaques**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

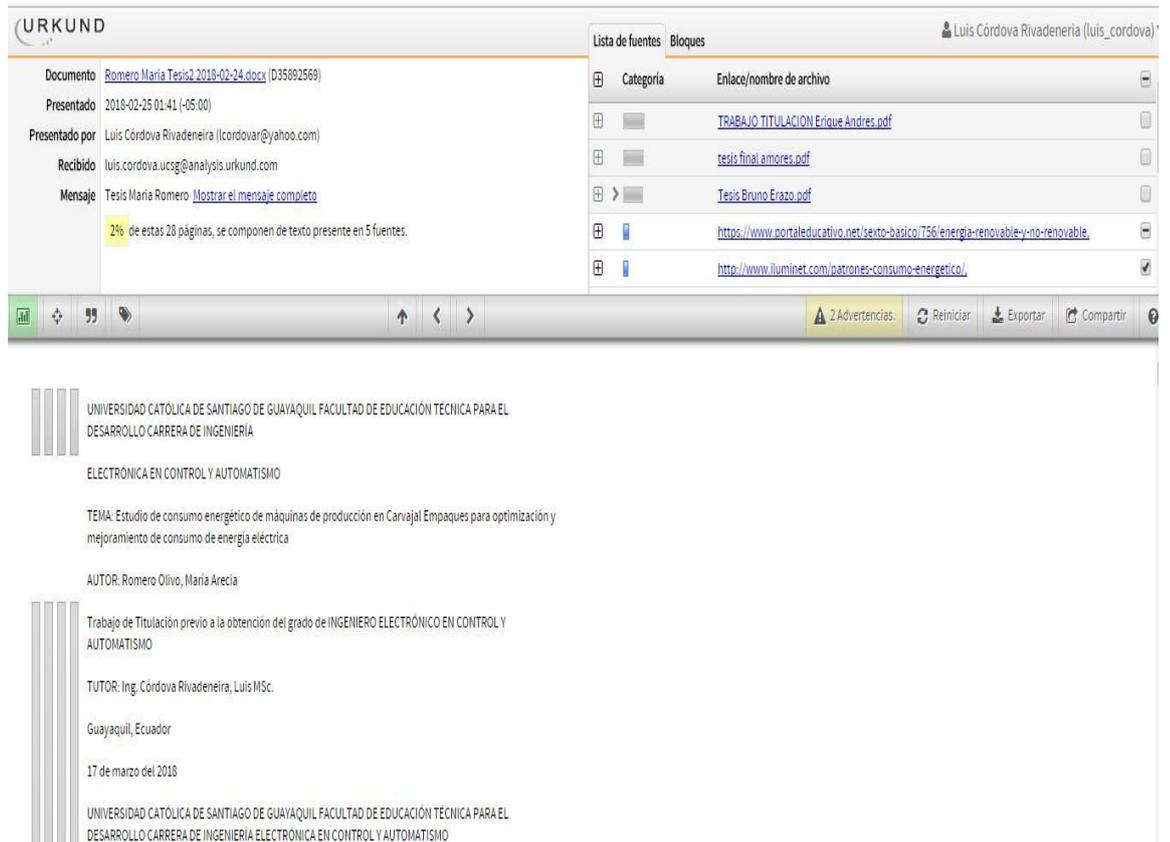
Guayaquil, a los 13 del mes de marzo del año 2018

EL AUTOR

ROMERO OLIVO, MARÍA ARECIA

REPORTE DE URKUND

Informe del trabajo de Titulación de la Carrera de Ingeniería Electrónica en Control y Automatismo, con el 2% de coincidencia perteneciente al estudiante ROMERO OLIVO MARIA ARECIA.



URKUND Luis Córdova Rivadeneira (luis_cordova)

Documento: [Romero Maria Tesis2 2018-02-24.docx](#) (D35892569)

Presentado: 2018-02-25 01:41 (-05:00)

Presentado por: Luis Córdova Rivadeneira (l cordovar@yahoo.com)

Recibido: luis.cordova.ucsg@analysis.urkund.com

Mensaje: Tesis María Romero [Mostrar el mensaje completo](#)

2% de estas 28 páginas, se componen de texto presente en 5 fuentes.

Lista de fuentes	Bloques												
	<table border="1"><thead><tr><th>Categoría</th><th>Enlace/nombre de archivo</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td>TRABAJO TITULACION Enrique Andres.pdf</td></tr><tr><td></td><td>tesis final amores.pdf</td></tr><tr><td></td><td>Tesis Bruno Erazo.pdf</td></tr><tr><td></td><td>https://www.portaleducativo.net/sexta-basico/756/energia-renovable-y-no-renovable</td></tr><tr><td></td><td>http://www.iluminet.com/patrones-consumo-energetico/</td></tr></tbody></table>	Categoría	Enlace/nombre de archivo		TRABAJO TITULACION Enrique Andres.pdf		tesis final amores.pdf		Tesis Bruno Erazo.pdf		https://www.portaleducativo.net/sexta-basico/756/energia-renovable-y-no-renovable		http://www.iluminet.com/patrones-consumo-energetico/
Categoría	Enlace/nombre de archivo												
	TRABAJO TITULACION Enrique Andres.pdf												
	tesis final amores.pdf												
	Tesis Bruno Erazo.pdf												
	https://www.portaleducativo.net/sexta-basico/756/energia-renovable-y-no-renovable												
	http://www.iluminet.com/patrones-consumo-energetico/												

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA

ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO

TEMA: Estudio de consumo energético de máquinas de producción en Carvajal Empaques para optimización y mejoramiento de consumo de energía eléctrica

AUTOR: Romero Olivo, María Arecia

Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO

TUTOR: Ing. Córdova Rivadeneira, Luis MSc.

Guayaquil, Ecuador

17 de marzo del 2018

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO

Atte.

Ing. Luis Córdova Rivadeneira MSc.
Docente Tutor

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado con mucho amor a mi mamá, Sra. Mélida Adelaida Olivo Morales, por sus sabios consejos y ser aquella mujer valerosa siendo está el cimiento de mi vida personal, dejando sentado valores y deseos de superación.

A mis hermanos William Isaías y Jorge Isaac, siendo el sustento y soporte durante mi formación académica.

EL AUTOR

ROMERO OLIVO, MARÍA ARECIA

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, por ser el sustento de cada día en momentos de dificultad y de aflicción sabiendo que nunca deja justo desamparado y por permitirme adquirir conocimientos de tan prestigiosa entidad, la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

A mis hermanos William Isaías y Jorge Isaac por su ayuda incondicional pasando buenos y malos momentos, como dice las sagradas escrituras es bueno estar los hermanos juntos y en armonía.

A la familia Olivo Morales, por su ayuda moral en momentos críticos durante mi formación personal y profesional.

A mi gran amigo Roberto Samuel Moreno Ventura siendo ese hermano y amigo en momentos difíciles.

A la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, por abrirme las puertas de su campo educativo siendo así parte de mi formación académica.

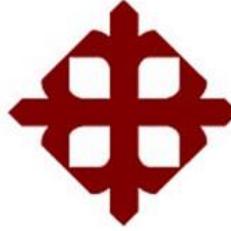
A mis docentes, quienes a diario impartieron sus grandes conocimientos mediante teórica y en ocasiones de manera práctica.

A mis compañeros de aula con quienes se compartieron grandes momentos durante esta formación académica.

A todas aquellas personas que de una u otra manera han aportado a mi formación personal, académica y a la realización de este presente trabajo.

EL AUTOR

ROMERO OLIVO, MARÍA ARECIA



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ING. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESÚS
DECANO

f. _____

ING. MENOZA MERCHAN, EDUARDO VICENTE
COORDINADOR DE TITULACIÓN

f. _____

ING. SUÁREZ MURILLO, EFRAÍN OSWALDO
OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
Capítulo 1: Descripción del trabajo de titulación.....	16
1.1. Introducción.....	16
1.2. Antecedentes de la investigación.....	17
1.3. Definición del Problema.....	18
1.4. Justificación de la Investigación.....	18
1.5. Objetivos de la Investigación.....	18
1.5.1. Objetivo General.....	18
1.5.2. Objetivos Específico.....	18
1.6. Metodología de la Investigación.....	19
Capítulo 2: Fundamentos teóricos de Monitoreo de energía Eléctrica.....	20
2.1. La Energía.....	20
2.2. Energía No renovable.....	20
2.2.1. Combustibles Fósiles.....	20
2.2.2. Energía Nuclear.....	22
2.3. Energía renovable.....	22
2.3.1. Energía Mareomotriz.....	22
2.3.2. Energía Geotérmica.....	23
2.3.3. Energía eólica.....	23
2.3.4. Energía Solar.....	24
2.3.5. Energía Biomasa.....	24
2.4. Energía Eléctrica.....	25
2.4.1. Energía Hidroeléctrica.....	25
2.4.2. Generación de la Energía Eléctrica en el Ecuador.....	26
2.4.3. Transmisión de Energía Eléctrica en el Ecuador.....	27
2.4.4. Distribución de Energía Eléctrica en el Ecuador.....	28
2.5. Eficiencia energética.....	29
2.5.1. Eficiencia Energética Integral.....	29

2.5.2.	Variadores de Frecuencia.....	30
2.5.3.	Motores de Alta Eficiencia.	31
2.5.4.	Corrección del Factor de Potencia.....	32
2.5.5.	Simocode.....	32
2.5.6.	Medidores Sentron Pac.	32
2.6.	Consumo Energético Eléctrico.	33
2.6.1.	Parámetros del Consumo Energético Eléctrico.	34
2.6.1.1.	Potencia Activa (P).	34
2.6.1.2.	Potencia Reactiva (Q).....	35
2.6.1.3.	Potencia Aparente (S).....	35
2.6.1.4.	Factor de Potencia.....	36
2.7.	Impacto Ambiental del Consumo Energético Eléctrico.	37
2.8.	Elementos empleados para el estudio de consumo energético en máquina de producción de Carvajal Empaques.	38
2.8.1.	Medidor de Energía Sentron Pac 5200.....	38
2.8.2.	Software de Comunicación.....	40
2.8.3.	Cable de Comunicación.....	40
2.8.4.	Conectores RJ45.....	40
Capítulo 3: Estudio de consumo energético en máquinas de producción.....		43
3.1.	Facturación de Energía Eléctrica.....	43
3.2.	Levantamiento de Información Técnica.....	44
3.2.1.	Descripción del sistema eléctrico.....	46
3.3.	Mediciones en Maquinas de Producción.....	47
3.3.1.	Máquina Extrusora Amut 1503 Ecuador.....	47
3.3.2.	Máquina Termo formadora ILIG RDM 3710 1534 -TERMO - 3710 # 1.....	48
3.3.3.	Máquina Termo formadora ILLIG RDK 54 # 2.....	49
3.4.	Cálculo de Teóricos de Valores Adquiridos.....	51
3.4.1.	Voltaje de Alimentación.....	51
3.4.2.	Voltaje de Fase.....	51
3.4.3.	Potencia Aparente.....	51
3.4.3.1.	Potencia Aparente EXTRUSORA AMUT 1503 ECUADOR..	51
3.4.3.2.	Potencia Aparente de la máquina ILIG RDM 3710 1534 -TERMO -3710 # 1.....	51
3.4.3.3.	Potencia Aparente de la máquina TERMO RDKP 54 # 2.....	52
3.4.4.	Potencia Activa y Reactiva.....	52

3.4.5. Factor de Potencia.....	52
3.5. Comparación de Datos Obtenidos y Teóricos	53
Capítulo 4: Conclusiones y recomendaciones	55
4.1. Conclusiones.....	55
4.2. Recomendaciones.....	55
ANEXOS	57
Anexo 1.....	58
Anexo 2.....	59
Anexo 3.....	60
Bibliografía	61

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 2.1:Combustible Fósiles- Carbón.....	21
Figura 2.2:Combustible Fósiles- Petróleo	21
Figura 2.3:Energía proveniente Del mar	23
Figura 2.4:Energía proveniente Del interior de la Tierra	23
Figura 2.5:Energía Proveniente del Viento -Eólica	23
Figura 2.6:Energía Proveniente del Sol	24
Figura 2.7:Energía Biomasa	24
Figura 2.8:Centrales Hidroeléctricas	26
Figura 2.9:Producción de Energía Bruta (GWh) en el Ecuador	27
Figura 2.10:Generación-Transmisión y Distribución de la Energía Eléctrica	28
Figura 2.11:Generación-Transmisión y Distribución de la Energía Eléctrica	30
Figura 2.12 :Armonización de las normas de Eficiencia en el mundo IEC-60034-30.....	31
Figura 2.13:Epcos-Condensadores para corrección de factor de potencia..	32
Figura 2.14:Simocode	32
Figura 2.15: Medidores de Energía Sentron Pac	33
Figura 2.16:Triángulo de Potencia	36
Figura 2.17:Sentron Pac 5200	39
Figura 2.18:Cable UTP	41
Figura 2.19:Conexión de Cable UTP con RJ 45.	41

CAPITULO 3

Figura 3 1. Diagrama Comparativo de Datos teóricos y medidos	54
--------------------------------------------------------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 2

Tabla 2. 1 Resumen de Cálculo de Potencias en Sistemas Trifásicos	36
Tabla 2. 2 Detalles de categorías de cable UTP	41

CAPÍTULO 3

Tabla 3. 1 Facturación de los últimos 3 meses	43
Tabla 3. 2 Áreas de distribución de la planta Carvajal Empaques	44
Tabla 3. 3 Elementos necesarios para el proceso de extrusión de láminas..	45
Tabla 3. 4 Elementos necesarios para el proceso de Termo formado de láminas	45
Tabla 3. 5 Elementos necesarios para el proceso de impresión.....	46
Tabla 3. 6 Voltaje entre línea –línea; línea-neutro e intensidades de corriente de Máquina Amut 1503.....	47
Tabla 3. 7 Potencia Activas-Reactiva - aparente y factor de potencia Instantánea de la Maquina Amut 1503	48
Tabla 3. 8 Sumatoria de Potencias de la máquina Almut 1503.....	48
Tabla 3. 9 Voltaje entre línea –línea; línea-neutro e intensidades de corriente de Máquina RDM 3710 # 1	48
Tabla 3. 10 Potencia Activas-Reactiva - aparente y factor de potencia Instantánea de la Maquina RDM 3710 # 1.....	49
Tabla 3. 11 Sumatoria de Potencias de la máquina RDM 3710 # 1.....	49
Tabla 3. 12 Voltaje entre línea –línea; línea-neutro e intensidades de corriente de Máquina RDK 54 # 2.....	50
Tabla 3. 13 Potencia Activas-Reactiva - aparente y factor de potencia Instantánea de la Maquina RDK 54 # 2	50
Tabla 3. 14 Sumatoria de Potencias de la máquina RDK 54 # 2.	50
Tabla 3. 15 Comparación de Factor de Potencia entre Datos Teóricos y Sentron Pac 5200	53

RESUMEN

El presente trabajo de titulación es orientado a la prestación de servicio de ingeniería, oportunidad de negocio y solución, tomando en consideración la posibilidad de implementar este tipo de estudios que conlleven a obtener grandes utilidades en el mercado. El trabajo describe la problemática general que enfrenta la mayoría de industria cualquiera que sea su producción, la necesidad e importancia del consumo de energía dentro del ámbito económico, ambiental y las posibles soluciones que dependerá del cliente tomarlas. El uso de herramientas a utilizar en un estudio de consumo de energía dependerá de las necesidades que la industria y el cliente a contratar el servicio presente. Se realiza una descripción breve de un estudio realizado en una fábrica de producción Carvajal Empaques, Visipack ubicada en el Cantón Durán, se toma en consideración medidor de Energía Sentron Pac 5200 y Power Config. Se brinda una posible solución que se consideró al obtener resultados.

Palabras Claves: ENERGÍA ELÉCTRICA, CONSUMO ENERGÉTICO, SENTRON PAC, POWER CONFIG, FACTOR DE POTENCIA

ABSTRACT

The present work is oriented to the provision of engineering services, business opportunity and solution, taking into consideration the possibility of implementing this type of studies that lead to great profits in the market. The work describes the general problems faced by the majority of the industry that affects its production, the need and the possible solutions that depend on the client. The use of tools to use in a study of energy consumption depends on the needs of the industry and the client is hiring the present service. A brief description was made of a study carried out in a production of factory Carvajal Empaques, Visipack, in Duran, the Sentron Pac 5200 energy and Power Configurate were taken into consideration. A possible solution that was found when obtaining results is offered.

Keywords: ELECTRIC POWER, ELECTRIC POWER CONSUMPTION, SENTRON PAC, POWER CONFIG, POWER FACTOR

Capítulo 1: Descripción del trabajo de titulación

1.1. Introducción.

Hoy en día es inevitable el uso de la energía eléctrica, puesto a su capacidad de adaptabilidad en el mundo moderno; se considera que la mayoría de actividades cotidianas o económicas realizadas requieren de esta fuente de energía. Un ejemplo claro es el uso de energía eléctrica es en las zonas residenciales, empleadas para usos térmicos tales como la calefacción, aire acondicionados, iluminación o para el uso adecuado de electrodomésticos.

En el sector industrial la energía eléctrica es de vital importancia puesto que permite el uso de motores en diferentes flujos de procesos industriales. El uso de esta fuente de energía es considerado consumo energético, que no es más que el uso de la energía eléctrica en un determinado tiempo; un consumo excesivo de este tipo de energía, trae consigo consecuencias negativas en sectores residenciales como industriales sean estas económicas, técnicas o ambientales que se detallarán en el capítulo 2.

El elevado consumo eléctrico es considerado uno de los problemas más graves que se presenta en el sector industrial, debido que existe un desequilibrio entre costos y ganancia de las diferentes industrias. Con el pasar del tiempo, la conciencia social del adecuado uso de energía eléctrica y su respectivo análisis ha incrementado, mediante nuevos sistemas de administración de energía y medición de manera que el sector industrial goce de una excelente eficiencia energética, puesto a ello el presente trabajo pretende dar seguimiento del consumo de energía eléctrica de máquinas del área producción de Carvajal Empaques S.A a través de medidores de Energía Sentron Pac el cual permitirá el análisis del consumo energético y tomar respectivos correctivos.

1.2. Antecedentes de la investigación.

El elevado consumo energético es un problema que actualmente enfrenta la sociedad y aún más el sector industrial; puesto que generan más costos por concepto de consumo de energía. La conciencia social del sector industrial con respecto al elevado consumo energético empieza a tomar un lugar importante en concepto de costos y gestión ambiental. Por años se ha tenido presente que existen diferentes formas de ahorrar la energía eléctrica, sin embargo, en la industria no basta disminuir el uso de focos incandescentes por focos ahorradores de energía como led.

La industria como tal, necesita conceptualizar por qué y cómo llegar a la eficiencia energética. Como punto de partida se toma en consideración trabajos o servicios realizados a priori como soporte al presente estudio de energía eléctrica a través de uso de medidores de energía como el Sentron Pac.

Los estudios por análisis de consumo energéticos se han venido dando en el transcurso del tiempo como ejemplo se tiene el “Diseño e implementación de un sistema de monitoreo energético en el campus Rodríguez Lara - ESPE Extensión Latacunga”. (Chacón Rodríguez 2014) quien a través de su estudio realizado logra implementar una red con adquisición de datos entre Sentron Pac 3200 y Labview y su respectiva comunicación ZigBee.

Báez, Santiago con el “Análisis del consumo energético-eléctrico de la Universidad San Francisco de Quito.”, 2011, quien para su análisis realizó un inventario de energía empleada en el centro educativo y recomienda para disminuir el consumo de energía cambio de luminarias y próximos temas de estudio para la reestructuración de agentes consumidores de energía.

“Diseño e implementación de servicios de medición de consumo energético en máquinas de inyección de plásticos (Vásquez & Martínez Díaz 2016) , hace mayor acercamiento con el presente tema de estudio, puesto a que los autores realizan la medición de energía en máquinas inyectoras de

plásticos, el cual se tomará lo más relevante de este servicio y mejorar añadiendo su respectivo valor agregado al estudio de consumo de energía en Carvajal Empaques, el diseño de maleta de medición con los respectivas partes de componentes para un sistema de monitoreo

1.3. Definición del Problema.

Desconocimiento de causas de consumo excesivo de energía eléctrica reflejadas en las planillas de CNEL EP.

1.4. Justificación de la Investigación.

Carvajal Empaques S.A Visipack, localizada en Km 4.5 Vía Durán Tambo, en Plaza Sai Baba, local # 220-241 ; multinacional encargada de la fabricación de empaques de tipo alimenticio, con alto grado de reconocimiento por normas y certificaciones entre ella ISO 14001, con referencia a la gestión ambiental refiriéndose al ámbito de reducción de consumo energético Carvajal Empaques en sus gestiones de calidad notó dentro de los últimos meses un alto consumo de energía dentro del área de producción de esta planta, puesto a ello se ve la necesidad de implementar un estudio del consumo de máquinas que permiten la producción y dar los correctivos que sean necesario.

1.5. Objetivos de la Investigación.

1.5.1. Objetivo General.

Evaluar parámetros energéticos de las máquinas del área de producción de la planta de Carvajal Empaques S.A Visipack para el mejoramiento y optimización del consumo eléctrico a través de los medidores de energía Sentron Pac.

1.5.2. Objetivos Específico.

- Adquirir parámetros energéticos de las máquinas mediante el Sentron Pac 5200.
- Determinar las causas que originan el elevado consumo eléctrico mediante la conceptualización técnica.
- Brindar posibles soluciones para erradicar el alto consumo energético en máquinas de producción de la planta Carvajal Empaques.

1.6. Metodología de la Investigación.

El desarrollo del presente trabajo de Titulación se lo realizará mediante el método deductivo puesto a que se partirá de estudios de monitoreo de energía eléctrica semejantes empleados con anterioridad con la finalidad de establecer un juicio de valor a un caso en particular en estudio, el análisis de consumo de energía eléctrica de máquinas en Carvajal Empaques. Otro método a utilizar es el método de la medición científica, tomando, así como objeto de estudio la energía eléctrica, a través de parámetros eléctricos como Amperaje (Corriente Eléctrica), potencial Eléctrico, y factor de potencia a través de Sentron Pac, se clasificará que tipo de potencia está empleando las maquinarias de producción y la energía consumida por la misma.

Capítulo 2: Fundamentos teóricos de Monitoreo de energía Eléctrica.

2.1. La Energía.

La energía se define como la capacidad de poder realizar un trabajo (RAE, 2017), es decir producir acción de cambio o transformación de la materia siendo resultado de un movimiento o posición con respecto a las fuerzas que sobre ella actúan. El medio que nos rodea ofrece una diversidad de recursos capaces de proveer energía o transferirla puesto que esta no se crea ni se destruye, así como establece la Ley de Conservación de la Energía (EcuRed 2017).

2.2. Energía No renovable.

La energía no renovable conocida de manera genérica como aquella que se encuentra limitada en el planeta con un consumo mayor en comparación a su generación. Dentro de este tipo de fuente de energía se tienen dos grupos de gran importancia, los combustibles fósiles y la energía nuclear.

2.2.1. Combustibles Fósiles.

Los combustibles fósiles son sustancias provenientes de la acumulación de grandes cantidades de restos de seres vivos hace millones de años en cuencas sedimentarias, fondo marinos o lagos. Este tipo de generación de energía es no renovable, puesto a que no pueden ser reemplazados por procesos biológicos lo cual tenderá a agotarse en algún momento y para su aparición nuevamente en el medio deberán pasar millones de años.

El carbón, sustancia de consistencia ligera, color negro procedente de la fosilización de restos orgánicos vegetales, de vital uso en las centrales térmicas y calefacciones domésticas. (Portal Educativo Conectando Neuronas, 2017).



Figura 2.1: Combustible Fósiles- Carbón
Fuente: (Portal Educativo Conectando Neuronas, 2017)

Otro producto proveniente de la descomposición de organismos microscópicos vivientes hace millones de años en desembocaduras de ríos, lagos, mares; es el petróleo, sustancia líquida, con densidad menor a la del agua, color oscuro, aceitoso, con fuerte olor; resultado de mezcla de hidrocarburos con componentes químicos como el Carbono e Hidrógeno. El petróleo empleado en gasolineras, abonos, plásticos, explosivos, fibras sintéticas y en transporte como combustible y usos domésticos.



Figura 2.2: Combustible Fósiles- Petróleo
Fuente: (Portal Educativo Conectando Neuronas, 2017)

Dentro de la formación del petróleo se genera gas metano (CH_4), que puede haber quedado en los yacimientos de petróleo. Este gas natural es un recurso natural de estado gaseoso con grandes dificultades de almacenamiento y distribución; su explotación es similar al efectuado con el petróleo. (Dpto. Tecnología 2017). El gas natural es considerado el mejor sustituto del carbón como combustible puesto a que posee facilidad de transporte, elevado poder calorífico y menor contaminante que otros fósiles. (Portal Educativo Conectando Neuronas 2017).

2.2.2. Energía Nuclear.

La energía nuclear es obtenida por la manipulación de la estructura interna de los átomos, de material denominado uranio, al desintegrarse la energía liberada por el uranio, produce calor con el que es hervido el agua encontrada en reactores nucleares, provocando vapor moviendo así las turbinas de los reactores y como resultado producir electricidad. (Fusión Nuclear: Energía Limpia e Inagotable - Twenergy 2015).

2.3. Energía renovable.

La energía renovable, es considerada una fuente de energía a disponibilidad del ser humano y acceso ilimitado, debido a que no se ven afectadas si estas se agotan a medida que se van utilizando. Este tipo de energía es limpia y contribuye a la conservación del medio ambiente puesto a que proceden de fuentes naturales Inagotables como el sol, viento, mar, entre otras.

2.3.1. Energía Mareomotriz.

El constante movimiento de masas de agua en subidas y bajadas de marea ocasiona una energía denominada energía mareomotriz. Una central mareomotriz está basada en el almacenamiento de agua en un embalse formado en la construcción de un dique, el cual posee unas compuertas permitiendo el paso agua o caudal para genera ración eléctrica. El sistema de generación es sencillo, al subir la marea se abre las compuertas dejando pasan el agua hasta un máximo nivel; al cerrarse el dique retiene el agua y se espera que el mar vaya bajando ocasionado desnivel.

El uso más común de este tipo de energía es en Francia, en la Central de Rance, produciendo 600 millones de Kilovatio-hora (KWh), debido al potencial que ofrece sus océanos. (Twenergy ,2012)



Figura 2.3: Energía proveniente Del mar
Fuente: (Portal Educativo Conectando Neuronas, 2017)

2.3.2. Energía Geotérmica.

Tipo de energía obtenida por medio del aprovechamiento del calor del interior de la tierra. La energía geotérmica es empleada en aguas termales encontradas en poca profundidad las mismas que emanan vapor. Dentro de este tipo de energía está la magna, la cual es la mezcla de roca fundida y gases; posee diferentes aplicaciones como calefacción de viviendas o generación de electricidad. (Twenergy, 2017)



Figura 2.4: Energía proveniente Del interior de la Tierra
Fuente: (Portal Educativo Conectando Neuronas, 2017)

2.3.3. Energía eólica.

Energía producida por fuerza de viento mediante molinos de vientos, con la finalidad de producir electricidad, no es contaminante e inagotable reduciendo el uso de combustibles fósiles.



Figura 2.5: Energía Proveniente del Viento -Eólica
Fuente: (Portal Educativo Conectando Neuronas, 2017)

2.3.4. Energía Solar.

La energía solar llega a la tierra mediante radiaciones electromagnética como luz, rayos ultravioletas, calor; procedentes del sol. La energía solar puede ser aprovechada mediante conservación foto térmica en la alta temperatura o fotovoltaica. (Portal Educativo Conectando Neuronas, 2017).



Figura 2.6: Energía Proveniente del Sol
Fuente: (Portal Educativo Conectando Neuronas, 2017)

2.3.5. Energía Biomasa.

Tipo de energía obtenida por compuestos orgánicos a través de procesos naturales. El termino biomasa hace referencia a la energía solar convertida en materia orgánica mediante vegetación recuperada en combustión directa o en otro tipo de combustibles tales como alcohol, metanol o aceite. La gran desventaja que posee este tipo de energía es que para su generación se requieren grandes cantidades de plantas, por ende, terreno; hace el intento de la fabricación de vegetales adecuados mediante energía genética.

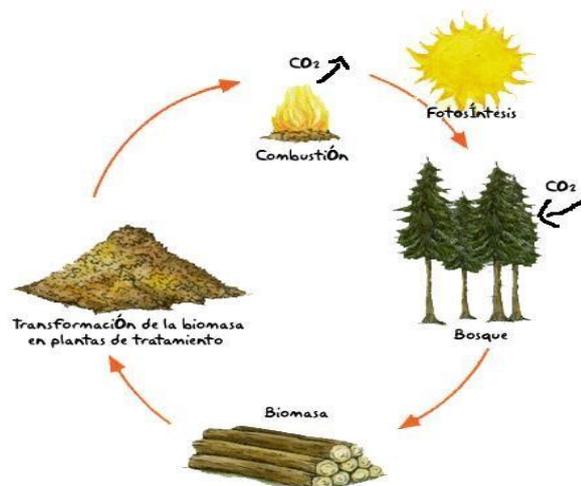


Figura 2.7: Energía Biomasa
Fuente: (Portal Educativo Conectando Neuronas, 2017)

Posee menor rendimiento que el de los combustibles fósiles y ocasiona gases como el Dióxido de Carbono CO_2 aumentando el efecto invernadero. (Recio, 2017)

2.4. Energía Eléctrica.

La energía eléctrica considerada dentro de las fuentes renovables, puesto a que es obtenido por el movimiento de electrones producida en la parte interior de conductores tales como cable metálico o concéntricos. El origen de este tipo de energía son las centrales de generación, como se ha mencionado antes puede obtenerse a través de la energía solar, eólica, biomasa, nucleares.

2.4.1. Energía Hidroeléctrica.

La energía hidroeléctrica es aquella energía generada por medio de la energía del agua en movimiento. Este tipo de energía lleva explotándose por años puesto a que a finales del siglo XIX se convirtió en fuente de generación de electricidad. La primera hidroeléctrica construida en las Cataratas del Niagara en 1879, sin embargo, en 1882 en Estados Unidos, Appleton, Wisconsin comenzó a funcionar la primera Hidroeléctrica.

Según un artículo publicado en National Geographic, una central hidroeléctrica consta de tres partes de vital importancia: la central eléctrica la cual produce la electricidad; una presa la cual se abre y cierra controlando el paso del agua; y como último un depósito de almacenamiento de agua. El agua de la presa fluye mediante una entrada haciendo presión contras las palas de las turbinas, lo que hace que se mueva.

La función de la turbina es girar un generador para producir electricidad, la cantidad de electricidad generada depende de hasta donde llegue el agua y la cantidad de esta que se mueva mediante el sistema. La electricidad como tal puede ser transportada mediante conductores llamados cables eléctricos de alta gama, como los cables concéntricos que ayudan a transportar la cantidad de electrones en fábricas y negocios grandes.

La energía hidroeléctrica, es forma más barata en costo para la generación de electricidad, puesto a que la fuente de energía proveniente del movimiento del agua es gratuita. Energía limpia renovada mediante deshielo y precipitaciones, de fácil acceso; sin embargo, las construcciones de muchas de estas presas en ríos tienden a la destrucción de la flora, fauna y recursos naturales.

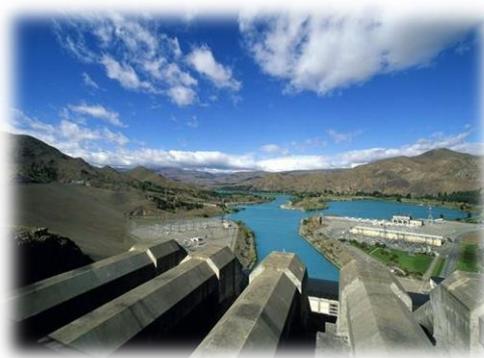


Figura 2.8:Centrales Hidroeléctricas
Fuente: (National Geographic, 2017)

2.4.2. Generación de la Energía Eléctrica en el Ecuador.

Durante años Ecuador ha reemplazado el consumo de combustibles fósiles un 60.51% a través de la producción de energía renovables, en cifra representa 16445.65 Gigavoltios-hora (GWh). (ARCONEL, 2016). Según los datos obtenidos en el 2016 (véase en la figura 2.9), el Ecuador genera un 60.21 % de renovable; en energía Hidráulica 57.97 %; en energía empleada por motores de combustión interna MIC, 23.07% turbo gas, 10.11 % energía proveniente de vapor 6.61%, en energía biomasa, 0.31% en energía eólica y un mínimo de en energía fotovoltaica 0.14%. (ARCONEL 2016).

Las misma que son generadas por centrales hidroeléctricas en las diferentes ubicaciones geográficas como Coca Codo Sinclair en Napo, Electro Guayas (Guayas), Gen sur (Loja), Ene jubones, (Cuenca), Hidroagoyán (Ambato), Hidroazogues (Azogues), Hidropuate (Cuenca), Hidronación, (Baba) Hidrotoapi (Pichincha, Santo Domingo de los Tsáchilas y Cotopaxi), Termoesmeraldas (Esmeraldas), Termopichincha, (Quito), Termogasmachala (Machala). (Unidad de Negocio TRANSELECTRIC, 2018).



Figura 2.9: Producción de Energía Bruta (GWh) en el Ecuador
Fuente: (Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2016)

2.4.3. Transmisión de Energía Eléctrica en el Ecuador.

La energía eléctrica es transportada desde centrales eléctricas a lugares donde se consume mediante red pública. Entre sus principales componentes está el tendido eléctrico o líneas de tensión y las torres de interconexión. Las centrales eléctricas se mantienen conectadas entre sí para mejorar y facilitar el intercambio de energía. Los tendidos eléctricos se encuentran conectados entre sí puesto a que permiten disponibilidad a los medios de producción en cualquier momento y en caso de cualquier tipo de incidentes en alguna línea de alta o se produzca parada en alguna central, exista el respectivo abastecimiento hasta que se reparen cualquier tipo de avería existente.

La Real Academia de la Lengua Española (RAE), define de manera gráfica a línea eléctrica como el conjunto de conductores sean estos hilos o cables u otro tipo de instalaciones que permiten conducir la energía eléctrica y reconoce como el tendido eléctrico como aquel conjunto de cable u otros elementos que conforman la conducción eléctrica. (Líneas y Tendido Eléctricos 2013). Tanto el tendido eléctrico como las líneas eléctricas no están exceptúan de una conducción por vía aérea. La torre de interconexión comúnmente conocida como Torre, es aquella estructura de altura

considerable en acero con la principal función de soportar a conductores eléctricos o tendido eléctrico mencionado anteriormente.

En el Ecuador, la entidad responsable de la transmisión de energía es la Corporación Eléctrica del Ecuador (CELEC EP TRANSELECTRIC S.A), su transmisión es mediante una red eléctrica en forma de anillo conocida como el Sistema Nacional de Transmisión (SNT), este sistema permite transmitir tensiones de 138KV, 230 KV, 500 KV que van desde las diferentes subestaciones y líneas de transmisión hacia las diversas empresas de distribución de energía del país. Además de ello CELEC EP cuenta con una red de telecomunicación mediante fibra óptica la que permite la ejecución de este sistema y transporte de servicio de voz, ayudante de esta manera la información a tiempo real. (Unidad de Negocio TRANSELECTRIC, 2018).

2.4.4. Distribución de Energía Eléctrica en el Ecuador.

La distribución y comercialización de la energía eléctrica se la da mediante las empresas regionales como sociedades anónimas siendo los principales accionistas: La Municipalidad, Consejos Provinciales y otras entidades públicas y privadas. La figura 2.10 hace referencia de la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica.

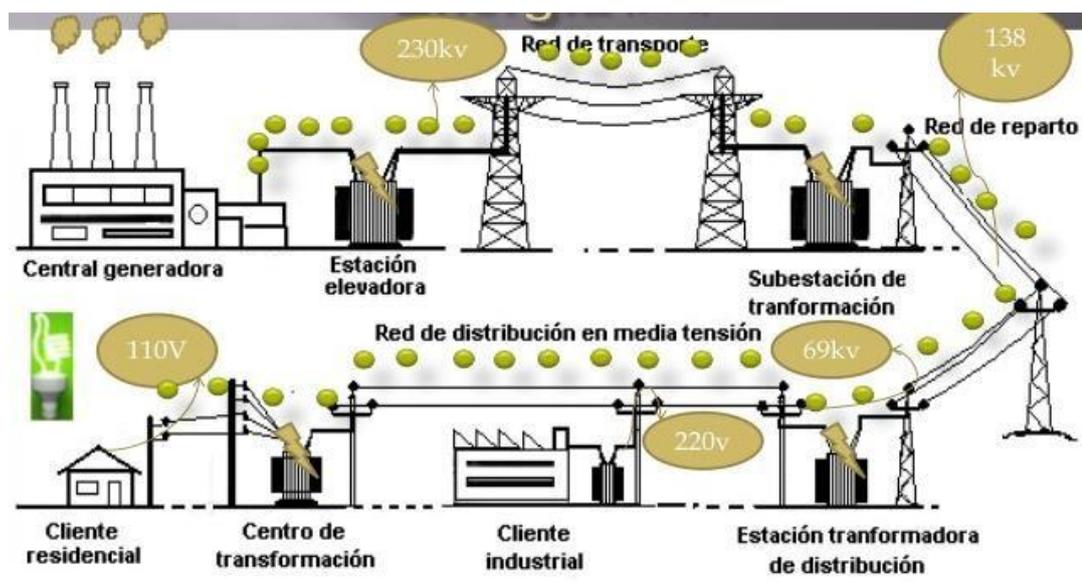


Figura 2.10: Generación-Transmisión y Distribución de la Energía Eléctrica

Fuente: (Sarango 2013)

2.5. Eficiencia energética

La eficiencia energética se basa en el ahorro y uso inteligente de la energía eléctrica sin ocasionar pérdidas o desperdicios, empleando la mínima energía y manteniendo de esta forma la calidad de servicios y bienes conservando el confort. (Instituto Nacional de Eficiencia energética y Energía Renovables, 2018). La eficiencia energética permite tener la relación entre la energía consumida y la energía de aquellos servicios que han sido obtenidos.

Según Olade 2017, Organización Latinoamericana de Energía, la eficiencia energética tiene correspondencia a la capacidad por usar menor cantidad de energía produciendo la misma cantidad de iluminación, calor u otros servicios energéticos. Para dicha organización la eficiencia energética, es un conjunto de acciones que permite dar uso de la energía mediante la optimización de esta y alcanzado alto grado de competitividad en empresas, reduciendo así costos, mejorando la calidad de vida y limitando de esta forma la producción excesiva de gases de efecto invernadero.

La eficiencia energética en el país ha tenido un gran desarrollo mediante programas o proyectos promovidos por el gobierno, entre ellos el proyecto de focos ahorradores, plan Renova entre otras con la finalidad de cambiar los hábitos culturales de los ciudadanos. La eficiencia energética eléctrica conlleva a la reducción de potencias y demanda del sistema eléctrico sin afectar cualquier clase de actividades que se realicen en el sector residencial, o industrial en determinadas actividades como o transformación de procesos o producción. Se puede determinar que una instalación eléctrica es eficiente si solo sí está permite optimización técnica y económica. En pocas palabras reducción de costos técnicos y económicos.

2.5.1. Eficiencia Energética Integral.

La constante búsqueda del bienestar personal, social, aún más el crecimiento industrial juntamente con su aumento de energía, la contaminación ambiental y el deseo de emplear energía verde da conlleva a la eficiencia energética integral (EEI) como necesidad social. El costo de energía está estrictamente relacionado con el aumento de consumo y emisión

de gases de efecto invernadero, por ende, el consumo y la eficiencia energética son parámetros decisivos en la productividad de una empresa.

Según datos obtenidos por Siemens, el sector industrial genera alrededor del 34 % en emisiones de gases invernadero, entiéndase que solo las empresas que logren el uso racional de la energía dentro de sus procesos podrán considerarse más rentable, competitiva y por ende establecer su permanencia en el mercado.

2.5.2. Variadores de Frecuencia.

Un variador de frecuencia por definición es un regulador industrial que se encuentra entre la alimentación energética y el motor. (ABB, 2018). La energía proveniente de la red pasa a través del variador de frecuencia regulando la energía antes de su punto de llegada, el motor, ajustando parámetros tales como la frecuencia y la tensión. Los variadores de frecuencia dentro de la industria aportan en gran manera el ahorro de la energía eléctrica dentro de procesos de producción que se encuentren sumergidos. El ejemplo más conocido dentro del sector industrial referente al ahorro energética se establece en bombas, ventiladores; optimizando este tipo de cargas a través de un control de velocidad obteniendo el 70% de ahorro por unidad.

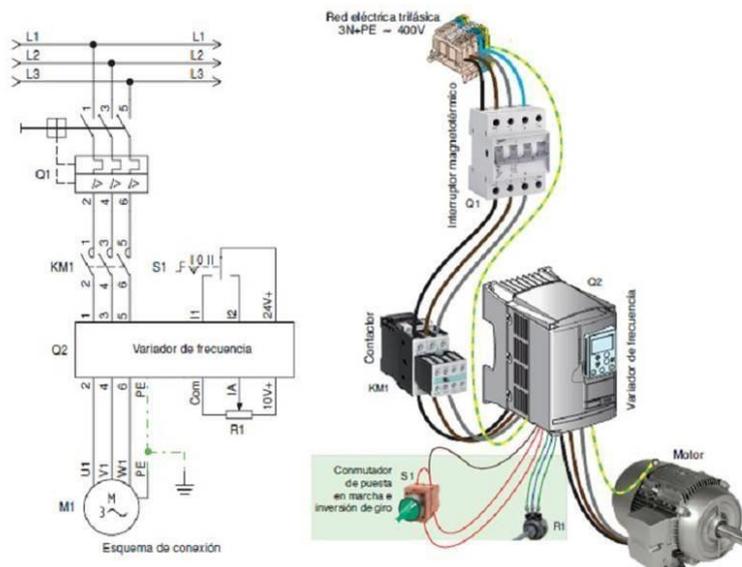


Figura 2.11: Generación-Transmisión y Distribución de la Energía Eléctrica
Fuente: (Automatismo Industrial, 2014)

2.5.3. Motores de Alta Eficiencia.

Los motores eléctricos al igual que cualquier otro componente en una instalación, se encuentra estandarizado por norma IEC 60034-30, la cual define las clases de eficiencia para motores de 50 y 60 Hz. Esta norma aprobada por el Comité europeo de fabricantes de máquinas eléctricas y electrónicas de potencias (CEMEP) y la Comisión Europea basadas en rendimiento de motores de inducción (International Efficiency =IE).

IE1: eficiencia estándar (16-20% menos pérdidas que IE2)

IE2: Alta eficiencia

IE3: Eficiencia Premium

IE4: Eficiencia Súper Premium

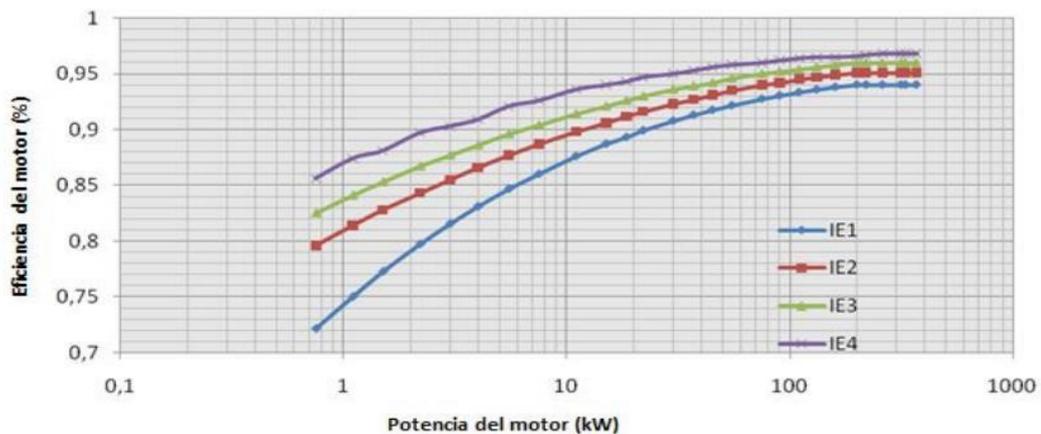


Figura 2.12 :Armonización de las normas de Eficiencia en el mundo IEC-60034-30
Fuente: (Almeida, 2017)

En el sector industrial, los motores eléctricos consumen el 60% de la energía. Actualmente el alrededor del 5 % de estos están considerados de alta eficiencia, lo que conlleva a tener conocimiento del potencial ahorrado que podría gozar una industria. En caso de realizar cambios dentro de los motores estándar por motores de este tipo se toma en consideración el promedio de vida útil del motor, el 1 % aproximado del costo de compra, equivalente en un consumo de energía es 6 veces el costo de la adquisición del motor durante un año. Tomando en consideración que 1 KWH = 0,59 Ton de CO₂ (EIA/ Agencia Internacional de Energía). Se considera que el costo de energía consumida en la vida útil de un motor mayormente es mayor al 95 % del costo inicial.

2.5.4. Corrección del Factor de Potencia.

La corrección de Factor de Potencia indica el aprovechamiento energético que tiene una instalación, una de las acciones para llegar a un consumo eficiente es a través de compensación de la potencia reactiva, como resultado de la misma la reducción de área en conductores y aumento de capacidad de sus transformadores, se logra el ahorro de energía y el bajo factor de potencia y altas multas con CNEL EP.



Figura 2.13:Epcos-Condensadores para corrección de factor de potencia
Fuente: (Siemens, 2018)

2.5.5. Simocode.

El Simocode, es un sistema de la plataforma de Siemens, basada en la gestión en motores de tecnología flexible en baja tensión conectado de manera directa a elementos de automatización mediante Profibus; permite la supervisión sobre motores relevantes del proceso, permite el monitoreo en tiempo real, recepción de datos de importancia para la operación de motores. Proporciona Potencia Activa, el Factor de potencia, e información necesaria para el análisis del consumo energético.



Figura 2.14:Simocode
Fuente: (Siemens, 2018)

2.5.6. Medidores Sentron Pac.

El Sentron Pac, es un medidor de parámetros de energía empleado en marca Siemens; permite medir todos los dispositivos eléctricos con posible comunicación entre los sistemas de almacenamiento de datos como SCADA,

DCS, permite ventajas como el flujo de energía, representación de graficas de datos de energía, asignación de costos entre otras.



Figura 2.15: Medidores de Energía Sentron Pac
Fuente: (Siemens, 2018)

2.6. Consumo Energético Eléctrico.

El Watt denominada en inglés a voltios, es la unidad de potencia eléctrica equivalente a un Jule o Julio; según el Sistema Internacional de Unidades. En términos eléctricos el Watt (W), es la potencia eléctrica que es producida por una diferencia de potencial de un voltio y un Amperio. El potencial eléctrico es directamente proporcional al Voltaje y a la Intensidad de Corriente que circula mediante un circuito.

$$P = V \cdot I$$

El consumo energético Eléctrico es la medida correspondiente a un periodo determinado expresado en Kilowatt –horas (Kilovoltios KWH). Por efecto de cobro en el país, la entidad encargada de esta medición es la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL EP), mediante la lectura de las planillas eléctricas mensuales en sectores residenciales, e industriales.

El cálculo empleado por CNEL EP en cada planilla está determinado en caso residencial por la potencia de los electrodomésticos y en sector industrial por la potencia empleada en cada una de las maquinarias empleadas para los procesos de producción multiplicado por la cantidad de horas empleadas en un mes. (Centro Sur 2017)

$$\text{El consumo mensual} = \text{Potencias (W)} * \text{horas de uso diario} * \text{dia}$$

El consumo de energía conlleva aspectos de vital importancia, puesto a que esto es una temática social, en la cual no solo se ve afectado sectores

residenciales o industriales, también se ve afectado el medio ambiente. En el ámbito de gestión ambiental los estudios de ahorro y consumo energético ayudan a la conservación del medio ambiente a través de sistemas sostenibles que favorezcan la reducción de emisión de CO₂, otros gases invernaderos y demanda de energía eléctrica. En la gestión técnica, respecta a mejoras de instalaciones para facilitar el rendimiento, productividad y control de procesos que permitan analizar y prevenir averías. La economía también puede ser afectada si no tiene un buen estudio por ahorro de energía puesto que esto signifique pérdidas en caso de que el valor monetario sea mayor al generado en una determinada producción hablando en el sector específico como es el industrial.

2.6.1. Parámetros del Consumo Energético Eléctrico.

2.6.1.1. Potencia Activa (P).

Se denomina potencia activa, a la potencia útil; es decir, la energía que es aprovechada realmente al poner en marcha algún trabajo mediante equipos eléctricos. Un ejemplo claro de este tipo de energía es aquella que es entregada por el eje de un motor al estar en movimiento una máquina. Se puede decir que la potencia activa es la potencia consumida por todos los aparatos eléctricos que se usa regularmente dentro del sector residencial o industrial debido a dispositivos resistivos. Su unidad de medida es el Vatio (*W*). Matemáticamente es calculada:

$$P = R * I^2 = \frac{V^2}{R}$$

$$P = V. I. \cos \varphi$$

Donde φ :

$$\varphi = \tan^{-1} x/r$$

Donde x es la oposición generada en los inductores, sean estos, bobinas y condensadores a través del paso de la corriente, denominada como Reactancia, esta puede ser inductiva jx_l o capacitiva jx_c y al juntarse con la resistencia eléctrica determina la impedancia dada por la siguiente ecuación:

$$\vec{Z} = R + jx$$

2.6.1.2. Potencia Reactiva (Q).

La potencia reactiva es aquella medida en VAR siendo su múltiplo el $KVAR$ (Kilovoltamper-reactivo). Este tipo de potencia es la consumida por cualquier tipo de aparato eléctrico o dispositivo que contenga en su interior algún enrollado o embobinado, los cuales permitan crear consigo un campo magnético, tal es el caso de los motores o transformadores.

Los enrollados o embobinados de este tipo de dispositivos son parte del circuito eléctrico constituyendo así cargas para el sistema eléctrico, consumiendo de esta manera potencia activa y reactiva. Se debe entender que la potencia reactiva no ocasiona ningún tipo de trabajo útil, y como resultado de esto la transmisión de energía mediante las líneas de distribución eléctricas se ven afectadas. Para el cálculo matemático de este tipo de energía se hace uso de la siguiente ecuación:

$$Q = X * I^2 = \frac{V^2}{X}$$

$$Q = V \cdot I \sin \varphi$$

La potencia reactiva tiende a ser positiva siempre y cuando el receptor sea un inductor y negativa si es un capacitor, en caso de ser igual a cero la carga es resistiva, esto coincide con la parte imaginaria de la impedancia.

2.6.1.3. Potencia Aparente (S).

La potencia aparente es la potencia total que ha sido consumida tanto por la carga y los valores eficaces de intensidad y tensión; como resultado de esto su unidad es VA el Voltio-Amperio. Es calculada a través:

$$S = V * I$$

Este tipo de potencia es obtenida por la suma vectorial de los catetos de las potencias activas y reactivas. Se calcula a través del teorema de Pitágoras, encontrando la resultante de la raíz cuadrada de la suma algebraica de la potencia activa (P) y potencia reactiva (Q).

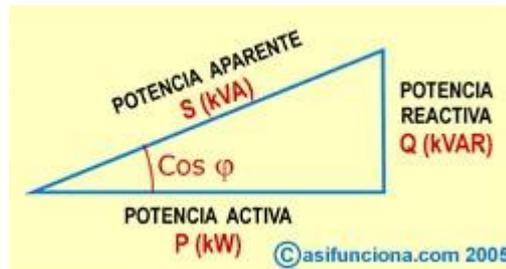


Figura 2.16: Triángulo de Potencia

Fuente: (Respuesta tipos de potencia eléctrica, 2015)

La figura 2.16 muestra de triángulo de potencia empleado para el cálculo correcto de las potencias activas, reactiva y aparentes de un circuito eléctrico o elementos de un sistema eléctrica. Considere para su cálculo matemático la siguiente ecuación:

$$Q^2 + P^2 = S^2$$

Esta suma algebraica representa la potencia que ha sido tomada de la red de distribución eléctrica o entregada por generadores eléctricos. Si se conoce que una red es trifásica las potencias están dadas:

Tabla 2. 1 Resumen de Cálculo de Potencias en Sistemas Trifásicos

POTENCIAS	SÍMBOLO	UNIDAD	CÁLCULO
Activa	P	KV	$P = \sqrt{3} V \cdot I \cdot \cos \varphi$
Reactiva	Q	KVAr	$Q = \sqrt{3} V \cdot I \sin \varphi$
Aparente	S	KVA	$S = \sqrt{3} V * I$

Elaborado por: Autor

2.6.1.4. Factor de Potencia.

El factor de potencia que se encuentra en un circuito es la relación entre la potencia aparente y la potencia activa. Si se toma como referencia la figura 2.16, el factor de potencia está determinado por el cateto adyacente dividido por la hipotenusa.

$$FP = \frac{P}{S} = \cos \varphi$$

Sin duda alguna este factor es adimensional, puesto que únicamente mide la eficiencia del consumo eléctrico; de manera ideal, el resultado de esta relación sería uno, se podría decir entonces que existe optimización y que toda la energía está siendo aprovechada sin que exista pérdidas como es el caso de circuitos que únicamente poseen cargas resistivas siempre su factor de potencia es uno, puesto a que en tiene pérdida de energía.

No obstante, ningún circuito que contenga cargas inductivas alcanza el factor de potencia igual a uno. De manera real, el ángulo de la resultante del factor de potencia representa al desfase en grados entre la tensión y la corriente eléctrica que existe en un circuito eléctrico. La mayoría de dispositivos con cargas inductivas tales como transformadores y motores tiende a tener su factor de potencia $\cos \varphi = 0,85$ a $0,95$. Si se diera el caso con menos a estos valores se realiza la respectiva corrección de factor de potencia mediante el balance de cargas reactivas como se describió anteriormente, permitiendo así mejorar la eficiencia energética y disminución del consumo energético.

2.7. Impacto Ambiental del Consumo Energético Eléctrico.

El uso de energía en la tierra se ha desarrollado exponencialmente, mucho más a inicio de la segunda mitad del siglo XX. Hoy en día, el consumo de energía supera los 12, 476 mtp (millones de toneladas de petróleo equivalente); de los cuales, alrededor del 90% se origina de la quema de combustibles fósiles tales como gas natural, carbón y petróleo. Esta tasa incrementa un promedio del 2% según el Banco Mundial de Finanzas (The World Bank), dicha elevación de excesivo consumo se debe al aumento de la población, la constante urbanización y en el sector industrial la demanda de procesos mecanizados a nivel mundial. (García, 2014)

Puesto a que la energía eléctrica es una fuente empleada por cada uno los habitantes del planeta tierra, la cual es de vital importancia y dependencia de ella para el bienestar humano, tiende a relacionarse con el impacto ambiental, puesto a que se emplea energía limpia, llamase así por la exclusión de contaminantes ambientales, tales como la generación de energía eólico o

hidráulica, pese a esto generar este de energía es costoso y su excesivo uso o inadecuado puede causar severos daños ambientales. Ejemplo claro de este, son las edificaciones y su demanda en la climatización artificial por lo que gastan considerables mayor cantidad energía, no obstante, la iluminación eléctrica con alumbrado natural crea nuevas oportunidades de disminución del consumo energético y la difusión de los conocidos Gases de Invernadero (GEI), como es el bióxido de carbono CO_2 .

La explotación y utilización de la iluminación natural es aconsejable puesto que genera utilidad y rentabilidad. Los proyectos generados antes de los finales del siglo XIX se caracterizaban por inteligentes métodos de perforaciones en cubiertas como fuente de energía la luz solar; sin embargo, el incremento de métodos de iluminación eléctrica fue decayendo debido a las diversas necesidades sociales. La combinación apropiada de alumbrados de eficiencia alta, compuestos con las diversas habilidades de innovación de iluminación natural y sus sistemas, sería una elección sostenible de una posible solución al considerar el consumo de energía en sector residencial de forma que se mitigue las consecuencias nocivas por concepto de gestión ambiental y aplacar las secuelas por cambios climáticos regionalmente y mundialmente.

2.8. Elementos empleados para el estudio de consumo energético en máquina de producción de Carvajal Empaques.

2.8.1. Medidor de Energía Sentron Pac 5200.

El multifuncional registrador y medidor de energía de Sentron Pac 5200, está dentro de los estándares de calidad de potencia IEC 6100-4-30. Este dispositivo es empleado para todos los niveles de energía suministrados por los sistemas sean estos monofásicos, trifásicos o con cuatro fases incluyendo el neutro. El Sentron Pac, es un dispositivo que permite grabar en parámetros in intervalos de tiempo real. Los parámetros son obtenidos del suministro de corriente y salidas de Voltaje alterna, al no existir un voltaje externo se hace uso de transformadores de corriente valorando de esta forma las salidas de voltaje.



Figura 2.17: Sentron Pac 5200
Fuente: (Siemens, 2018)

El Sentron Pac 5200 tiene la capacidad de grabar o calcular parámetros tales como:

- ✓ Corriente y Voltaje por separado.
- ✓ Corriente y Voltaje Alterno (Potencia); Potencia Activa, Reactiva y aparente.
- ✓ Energía de cada una de las potencias.
- ✓ Factor de Potencia.
- ✓ Ángulo de Fase.
- ✓ Flicker según Norma IEC 6100-4-15
- ✓ Armónicos de Voltaje y potencia Alterna.

A continuación, se especifican las características y beneficios de Sentron Pac 5200

- ✓ Registrador para divergencias de Power Quality (aumentos, cortes e interrupciones de tensión)
- ✓ Registrador de tendencias
- ✓ Registrador de fallos (tensión, intensidad)
- ✓ Informes de Power Quality, p. ej. EN50160, ITIC (CBEMA).
- ✓ Eventos o vista online directamente en el servidor web
- ✓ Exportación de datos en los formatos PQDif (datos de Power Quality), COMTRADE (registrador de fallos) y CSV. (Siemens Expands Power Monitoring, 2018)
- ✓ 2GB de memoria interna para funciones de grabador.

- ✓ Para comunicar con sistema de control y otros equipos de automatización, el Sentron Pac usa una interface de Ethernet, el mismo que soporta la parametrización. La transmisión de datos, valores o eventos obtenidos y el tiempo de sincronización, se la realiza a través de NTP (Network Time Protocol-Protocolo de tiempo de red). Tendiendo como comunicación de protocolo HTTP (Protocolo de Transferencia de hipertexto) y MODBUS TCP (Protocolo de control de transmisión). (Siemens, 2018)

2.8.2. Software de Comunicación.

Debido a que se ha preferido el uso de Pac 5200 (Siemens), dispositivo empleado larga trayectoria en medición de energía y considerado una marca reconocida en el mercado; se podría considerar el uso del software de comunicación, Power Manager o el Power Config V 3.9, de este último se ha tomado referencia puesto que su entorno es mucho más amigable con el usuario.

2.8.3. Cable de Comunicación.

El cable de comunicación a utilizar será el cable de Comunicación Ethernet, usado generalmente para la comunicación de una red LAN (Red de Área Local), ejemplo claro de este tipo de red son routers, scanner, discos externos, impresoras entre otras. El cable Ethernet permite llevar los datos transmitidas por una red; refiriéndose en términos técnicos el cable Ethernet es un cable UTP es decir par trenzado no blindado categorizado véase en tabla 2.2. Se tomará en consideración la categoría, el más empleado a nivel industrial para base de datos por su alto ancho de banda en su transmisión.

2.8.4. Conectores RJ45

El conector RJ 45 es una interfaz física, la cual permite conectar el cableado estructurado (cable de comunicación Ethernet), sea este de categoría 4, 5, 5E,6, 6E. Esta interfaz posee ocho pines los cuales permiten la conexión con el cable UTP. Véase en la figura 2.19 el código de colores empleado para la conexión de RJ45 y cable Ethernet.



Figura 2.18:Cable UTP
Fuente: (África supply, 2017)

Norma de cableado "568-B" (Cable normal o paralelo)		
Esta norma o estándar establece el siguiente y mismo código de colores en ambos extremos del cable:		
Conector 1	Nº Pin a Nº Pin	Conector 2
Blanco/Naranja	Pin 1 a Pin 1	Blanco/Naranja
Naranja	Pin 2 a Pin 2	Naranja
Blanco/Verde	Pin 3 a Pin 3	Blanco/Verde
Azul	Pin 4 a Pin 4	Azul
Blanco/Azul	Pin 5 a Pin 5	Blanco/Azul
Verde	Pin 6 a Pin 6	Verde
Blanco/Marrón	Pin 7 a Pin 7	Blanco/Marrón
Marrón	Pin 8 a Pin 8	Marrón
Este cable lo usaremos para redes que tengan "Hub" o "Switch", es decir, para unir los Pc's con las rosetas y éstas con el Hub o Switch. NOTA: Siempre la "patilla" del conector RJ45 hacia abajo y de izqda. (pin 1) a dcha. (pin 8)		

Figura 2.19:Conexión de Cable UTP con RJ 45.
Fuente: (Abel, 2015)

Tabla 2. 2 Detalles de categorías de cable UTP

CATEGORÍA	ANCHO DE BANDA(MHz)	APLICACIONES	NOTAS
Categoría 1	0,4 MHz	Líneas telefónicas Módem de banda ancha.	No es adecuado para sistemas modernos.
Categoría 2	4 MHz	Cable para conexión de antiguos terminales como el IBM 3270.	No es adecuado para sistemas modernos.
Categoría 3	16 MHz	Ethernet	No es adecuado para transmisión de datos mayor a 16 Mbit/s.
Categoría 4	20 MHz	16 Mbit/s	
Categoría 5	100 MHz	Ethernet	

Categoría 5E	100 MHz	Ethernet	Es adecuado para Gigabit Ethernet
Categoría 6	250 MHz	Ethernet	
Categoría 6E	250 MHz (500MHz)	10GBASE-T Ethernet	No es estandarizado.
Categoría 7	600 MHz	En desarrollo. Aún sin aplicaciones.	Cable U/FTP (sin blindaje) de 4 pares.
Categoría 7a	1200 MHz	Para servicios de telefonía, Televisión por cable y Ethernet 1000BASE-T en el mismo cable.	Cable S/FTP (pares blindados, cable blindado trenzado) de 4 pares. Norma en desarrollo.
Categoría 8	1200 MHz	Norma en desarrollo. Aún sin aplicaciones.	Cable S/FTP (Pares blindados, cable blindado trenzado) de 4 pares.

Elaborado por: Autor

Capítulo 3: Estudio de consumo energético en máquinas de producción.

3.1. Facturación de Energía Eléctrica

Todo estudio de consumo energético trae consigo, determinar las posibles causas y soluciones del consumo excesivo en un determinado lugar. Para llegar a ello se parte de datos fíales como facturas, lecturas de consumo y su respectivo análisis que permiten conocer a detalle la situación actual de la planta.

Inicialmente se tomó datos breves de la situación presentada en Carvajal Empaques S.A, se consideró para los responsables de la jefatura, existía mayor consumo de energía en comparación a otras plantas instaladas, se desconocía el estado del planillaje, puesto a esto se consideró la revisión de la facturación energética como primer paso.

Dentro de la facturación energética se corroboró que es evidente un rubro alto, sin embargo, no existe ningún tipo de anomalías, es decir del factor de potencia que técnicamente podría tener estar generando alto consumo es el indicado.

Tabla 3. 1 Facturación de los últimos 3 meses

MES FACTURADO	ENERGÍA ACTIVA	ENERGÍA REACTIVA	F.POTENCIA
Noviembre 2017	89,720.68 KWh	956KWh	0.93
Diciembre 2017	105,461.52 KWh	985 KWh	0.97
Enero 2018	80,365.16 KWh	1012 KWh	0.96

Elaborado por: Autor

Como se muestra en la tabla 3.1, Carvajal empaques no registra ningún tipo de penalización puesto su factor de potencia, está dentro de los valores establecidos por la CNEL EP, que sus valores de potencia y energía activa son considerables y su energía reactiva (pérdidas) con valores estimados y son mucho menor a la energía activa.

3.2. Levantamiento de Información Técnica.

Carvajal Empaques posee en sus instalaciones tres áreas entre ellas la de producción, la de almacenamiento y la de los servicios generales.

Tabla 3. 2 Áreas de distribución de la planta Carvajal Empaques

ÁREA	INSTALACIONES
ÁREA DE PRODUCCION	Termoformadora GABLER 1
	Termoformadora RDK 45
	Termoformadora ILIG 3710
	Extrusora AMUD
	Impresora POLITYPE 1
	Área de Semiproceso
	Máquina Fijadora de Cartón
	Área de Molino
ÁREA DE ALMACENAMIENTO	Repuestos
	Materia prima
	Productos químicos
	Cuarto de baterías
	Almacenamiento de desechos peligrosos
SERVICIOS GENERALES Y AXULIARES	Enfermería
	Subestación de tableros eléctricos
	Compresores
	Cafetería
	Área de servicios generales

Elaborado por: Autor

El área de producción según lo revisado y fuentes de Carvajal Empaques (Visipak, 2015), esta área tiene el proceso de la extrusión, es un continuo proceso en el cual el plástico recibe forma seguido a su fundición completa. La materia prima de este proceso son las resinas de poliuretano y poli estireno, las misma que son colocadas en tolvas para que lleguen a la máquina extrusora, como resultado al calor constante se formará una lámina de plástico termo formadas recogida posteriormente en rollos, las misma que son esenciales los diversos empaques que fabrica Carvajal Empaques.

Tabla 3. 3 Elementos necesarios para el proceso de extrusión de láminas

Equipos	Extrusora
	Molino
Insumos	Resinas y molinos de Polipropileno (PP)
	Etiquetas de identificación
	Aditivos: Antiestático, Polímero

Elaborado por: Autor

Seguido a la extrusión, se encuentra el proceso de termo formado, en el cual se da la forma deseada una lámina plástica que ha sido obtenida en el proceso de extrusión, mediante el calor y un molde. Para este proceso la lámina pasa por dos pasos que es el calentamiento y el formado, el primero de ese permite que la lámina sea más blanda para obtener la forma deseada; como resultado de este proceso está los recipientes y demás implementos acorde el tipo de molde empleado.

Tabla 3. 4 Elementos necesarios para el proceso de Termo formado de láminas

Equipos	Termoformadora redonda
	Termoformadora Rectangular Bases
	Termoformadora Rectangular tapas
Insumos	Rollos de Polipropileno (PP)
	Rollo de Poliestireno (PS)

Elaborado por: Autor

Como toda planta requiere de control de calidad de sus procesos de producción, Carvajal cuenta con un proceso de operación mediante constantes monitoreo y pruebas de calidad; en este control el producto que no esté conforme a las necesidades del cliente o no pase el control de calidad es enviado al proceso de molienda y retornará al ciclo de producción mediante la extrusión y co-extrusión. Dentro de los insumos empleados para esta fase se encuentra el amoniaco en solución, cloruro de mercurio entre otros.

Puesto a que Carvajal Empaques fabrica recipientes plásticos diseñados exclusivamente para el diseño de alimentos, la planta cuenta con impresión

de empaques plásticos. Proceso mediante el cual se imprime en la superficie del plástico diseños elaborados y aprobados.

Tabla 3. 5 Elementos necesarios para el proceso de impresión

Equipos	Impresora Rectangular
	Impresora redonda
	Tintas
	Aditivo Antipiel
	Mantilla de impresión plástica
	Planchas nyloprint
	Revelador G101c
	Fijador G33c

Elaborado por: Autor

Para el proceso de mantenimiento de Carvajal Empaques S.A se hace mediante instructivos programados internamente para su respectivo análisis sean estas el mantenimiento de equipos o maquinarias.

3.2.1. Descripción del sistema eléctrico.

Carvajal empaques posee un transformador de 1 MVA trifásico de 13.2 KV-460 V-266 V con un total de carga demanda 884.99 KVA y el total de carga instalada 1732 KVA. Su energía eléctrica es suministrada por una subestación de 5 MVA ubicada en el Parque Industrial SAI BABA.

El consumo actual de la planta es destinado a: (1) extrusora: EXTRUSORA AMUT 1503 ECUADOR, cuatro (4) termo formadoras; TERMOFORMADORA ILLIG RDM 3710 1524 ECUADOR, TERMOFORMADORA GABLER M92 XL # 3 ECUADOR, TERMOFORMADORA CESA 3710MQ15290E, TERMOFORMADORA ILLIG RDK 54 # 2 TERCERA GENERACION ECUADOR, tres (3) impresoras: IMPRESORA RECTANGULAR POLYTYPE DE 6 COLORES ECUADOR, IMPRESORA CIRCULAR 2550 VAN DAM 560 ECUADOR, IMPRESORA RECTANGULAR VAN DAM ECUADOR - MQ35094E, una (1) TERMOENCOGIBLE KARLVILLE 200 ECUADOR, dos (2), enfriadores de agua un (1) molino, un (1) compresor , la iluminación de la zona de producción y oficinas. Se estima consumo anual de 6.048.000 KWH según (Carvajal Empaques S.A. Visipak 2015). Carvajal Empaques posee un Tablero de Distribución General y tres tableros donde se encuentra

concentrada la carga de las máquinas de producción mencionadas con anterioridad.

3.3. Mediciones en Maquinas de Producción.

Se realizó la medición de cada una de las maquina mediante multímetro y Sentron Pac, el mismo que permite el almacenamiento en la memoria entre ellos voltaje, potencia, corriente, factor de potencia. De las 13 máquinas que posee Carvajal Empaques se toma en consideración las máquinas con mayor dificultad entre ellas la extrusora 2 termo formadoras.

3.3.1. Máquina Extrusora Amut 1503 Ecuador.

La máquina extrusora Amut, 1503 con alta aplicación de producción en productos de PVC, con alto grado de homogenización este tipo de máquina posee posiciones fijas y móviles las misma que permite tener de manera permanente la altura y ángulo de conexión rápida.

La tabla 3.6 muestra los parámetros promedios obtenidos de voltajes entre línea-línea y línea neutra e intensidad de corriente obtenidos por el medidor de energía Sentron Pac 5200 en la máquina Amut.

Tabla 3. 6 Voltaje entre línea –línea; Línea-neutro e intensidades de corriente de Máquina Amut 1503

VALORES PROMEDIOS	VL-VL INSTANTÁNEO	VL-N INSTANTÁNEO	INTENSIDAD DE CORRIENTE (A)
L1	440.30	254.36	0,001338
L2	440.30	254.36	0,00125
L3	440.30	254.36	0,001239

Elaborado por: Autor

La tabla 3.7 hace referencia del valor promedio dentro del tiempo de análisis obtenido de la potencia y factor de potencias activas, reactivas y aparentes de la máquina Amut 1503

Tabla 3. 7 Potencia Activas-Reactiva - aparente y factor de potencia Instantánea de la Maquina Amut 1503

LÍNEAS O FASES	P.INSTANTÁNEA (P) KV	P.INSTANTÁNEA (Q) KVAR	P. INSTANTÁNEA (S)KVA	F. POTENCIA
L1	0.255	0.24	0.34	0.71
L2	0.224	0.21	0.32	0.71
L3	0.20	0.21	0.315	0.71

Elaborado por: Autor

El Sentron Pac permitió adquirir la sumatoria de las potencias. Véase en la tabla 3.8. Datos promedios de todas las potencias

Tabla 3. 8 Sumatoria de Potencias de la máquina Almut 1503

Σ S,P,Q INSTANTÁNEA		
Σ S	1.045	kVA
Σ P	0.764	kV
Σ Q	0.71	kVAR

Elaborado por: Autor

3.3.2. Máquina Termo formadora ILIG RDM 3710 1534 -TERMO -3710 # 1.

Este tipo de maquina se encarga de procesar material PS (polímeros termoplásticos), material en el cual relativamente a temperaturas altas se vuelve flexible o pasa por un proceso de des formación. Tipo de máquina neumática con formación entre 475x 250mm. La tabla 3.9 visualiza valores promedios obtenidos durante el estudio de esta máquina.

Tabla 3. 9 Voltaje entre línea –línea; línea-neutro e intensidades de corriente de Máquina RDM 3710 # 1

VALORES PROMEDIOS	VL-VL INSTANTÁNEO	VL-N INSTANTÁNEO	INTENSIDAD DE CORRIENTE (A)
L1	440.30	254.36	0.018
L2	440.30	254.36	0.00171
L3	440.30	254.36	0.00181

Elaborado por: Autor

Los datos obtenidos de las potencias activas, reactivas, aparentes y factor de potencia se visualizan en la tabla 3.10. Los cuales son datos promedios obtenidos por el tiempo de análisis de la máquina.

Tabla 3. 10 Potencia Activas-Reactiva - aparente y factor de potencia Instantánea de la Maquina RDM 3710 # 1

LÍNEAS O FASES	P.INSTANTÁNEA (P) KW	P.INSTANTÁNEA (Q) KVAR	P. INSTANTÁNEA (S)KVA	F.POTENCIA
L1	0.0399	0.015	0.046	0.71
L2	0.040	0.0124	0.045	0.71.5
L3	0.041	0.02	0.046	0.71

Elaborado por: Autor

Se toma como referencia la tabla 3.11 para establecer datos promedios en la sumatoria de potencias durante el respectivo estudio de la máquina RDM 3710 # 1

Tabla 3. 11 Sumatoria de Potencias de la máquina RDM 3710 # 1

Σ S,P,Q INSTANTÁNEA		
Σ S	0.14	kVA
Σ P	0.121	kV
Σ Q	0.07	kVAR

Elaborado por: Autor

3.3.3. Máquina Termo formadora ILLIG RDK 54 # 2

La máquina ILIG RDK 54 permite realizar un tipo de perforado y apilado. Su peso aproximado es de 3000 Kg, la anchura que debe tener el material empleado en esta máquina es 550 mm, generalmente es empleado en embalajes o como separadoras según sea el proceso en la planta de producción instalada. En Carvajal Empaques este tipo de maquina es empleada para perforar (realizar algún tipo de orificio en ciertos recipientes que corresponde al área de alimentación.)

La tabla siguiente 3.12 muestra los parámetros promedios durante el análisis de la maquina ILIG RDK 54 correspondiente a voltaje línea a línea y línea neutro, así como la intensidad de la máquina.

Tabla 3. 12 Voltaje entre línea –línea; línea-neutro e intensidades de corriente de Máquina RDK 54 # 2

VALORES PROMEDIOS	VL-VL INSTANTÁNEO	VL-N INSTANTÁNEO	INTENSIDAD DE CORRIENTE (A)
L1	440.30	254.36	0.0002479
L2	440.30	254.36	0.000247998
L3	440.30	254.36	0.00251934

Elaborado por: Autor

La tabla 3.13 hace referencia de datos obtenidos en el periodo de análisis de la maquina RDK 54, de potencias promedios y factor de potencia.

Tabla 3. 13 Potencia Activas-Reactiva - aparente y factor de potencia Instantánea de la Maquina RDK 54 # 2

LÍNEAS O FASES	P.INSTANTÁNEA (P) KW	P.INSTANTÁNEA (Q) KVAR	P. INSTANTÁNEA (S)KVA	F.POTENCIA
L1	0.053	0.04	0.064	0.88
L2	0.053	0.03	0.063	0.88
L3	0.052	0.039	0.063	0.88

Elaborado por: Autor

En la tabla 3.14 se visualiza la sumatoria de potencias durante el tiempo de análisis de la máquina Termo RDK 54 # 2.

Tabla 3. 14 Sumatoria de Potencias de la máquina RDK 54 # 2.

Σ S,P,Q INSTANTÁNEA		
Σ S	0.191	kVA
Σ P	0.158	kV
Σ Q	0.11	kVAR

Elaborado por: Autor

3.4. Cálculo de Teóricos de Valores Adquiridos.

Matemáticamente se conoce que para el respectivo cálculo de voltaje de fase se toma en consideración la alimentación de cada una de las máquinas, el cual es medido mediante un multímetro.

3.4.1. Voltaje de Alimentación

$$L1 = 440 \text{ VAC}$$

$$L2 = 440 \text{ VAC}$$

$$L3 = 440 \text{ VAC}$$

3.4.2. Voltaje de Fase.

$$V_{fase} = V_{línea} \sqrt{3}$$

$$V_{L1} = 440 \text{ VAC} \sqrt{3} = 254.45$$

$$V_{L2} = 440 \text{ VAC} \sqrt{3} = 254.45$$

$$V_{L3} = 440 \text{ VAC} \sqrt{3} = 254.45$$

3.4.3. Potencia Aparente

3.4.3.1. Potencia Aparente EXTRUSORA AMUT 1503 ECUADOR.

$$S_{L1} = V_{línea} \sqrt{3} * I$$

$$S_{L1} = 440 \text{ VAC} \sqrt{3} * 0.001338 = 0.34 \text{ KVA}$$

$$S_{L2} = 440 \text{ VAC} \sqrt{3} * 0.00125 = 0,32 \text{ KVA}$$

$$S_{L3} = 440 \text{ VAC} \sqrt{3} * 0.0012399 = 0,315 \text{ KVA}$$

3.4.3.2. Potencia Aparente de la máquina ILIG RDM 3710 1534 -TERMO -3710 # 1

$$S_{L1} = 440 \text{ VAC} \sqrt{3} * 0.0018 = 0.046 \text{ KVA}$$

$$S_{L2} = 440 \text{ VAC} \sqrt{3} * 0.001771 = 0.045 \text{ KVA}$$

$$S_{L3} = 440 \text{ VAC} \sqrt{3} * 0.00181 = 0,046 \text{ KVA}$$

3.4.3.3. Potencia Aparente de la máquina TERMO RDKP 54 # 2

$$S_{L1} = 440 \text{ VAC}\sqrt{3} * 0.0022799 = 0.063 \text{ KVA}$$

$$S_{L2} = 440 \text{ VAC}\sqrt{3} * 0.002479982 = 0.063 \text{ KVA}$$

$$S_{L3} = 440 \text{ VAC}\sqrt{3} * 0.00181 = 0.064 \text{ KVA}$$

3.4.4. Potencia Activa y Reactiva

La máquina extrusora durante el tiempo de estudio se obtuvo 247 KWh, como, tomando en cuenta que las horas trabajadas fueron 323.5 para la cual se ha considerado la potencia activa de esta máquina.

$$P = \frac{247 \text{ KW}_h}{323.5 \text{ h}} = 0.764 \text{ KW}$$

En caso de la Termo # 3710

$$P = \frac{30 \text{ KW}_h}{247.8 \text{ h}} = 0.121 \text{ Kw}$$

Para la máquina RDKP, se ha considerado

$$P = \frac{51.8 \text{ KW}_h}{327.4 \text{ h}} = 0.158 \text{ Kw}$$

Según las cargas obtenidas en el transcurso del levantamiento se refiero que la potencia reactiva para las máquinas equivale a:

$$Q \text{ Máquina AMut} = 0.71 \text{ KVAR}$$

$$Q \text{ Máquina Termo} = 0.071 \text{ KVAR}$$

$$Q \text{ Máquina RDKP} = 0.1$$

3.4.5. Factor de Potencia

$$F.P = \frac{P}{S}$$

Para la máquina ALMUT

$$F.P = \frac{0.764KW}{1,045KVA} = 0.73$$

Datos teóricos Máquina ILIG TERMO 3710

$$F.P = \frac{0.121KW}{0.14 KVA} = 0.86$$

Datos de Máquina ILIG RDKP #54

$$F.P = \frac{0.158KW}{0.191 KVA} = 0.9$$

3.5. Comparación de Datos Obtenidos y Teóricos

La tabla 3.15 muestra los valores obtenidos del factor de potencia mediante el Sentron Pac y los Datos teóricos.

Tabla 3. 15 Comparación de Factor de Potencia entre Datos Teóricos y Sentron Pac 5200

MÁQUINAS	DATOS TEÓRICOS	SENTRON PAC 5200	%
ALMUT 1503	0,73	0,71	2%
RDM 3710 1534	0,86	0,75	11%
RDKP 54 # 2	0,99	0,88	11%

Elaborado por: Autor.

La figura 3.1 muestra aquellos datos que han sido obtenidos mediante el cálculo matemático y medición con Sentron Pac 5200, se observa que los factores de potencia de las máquinas analizadas poseen bajo factor de potencia, está bajo de 0.9.

COMPARACIÓN DATOS TEÓRICOS VS. MEDICIONES

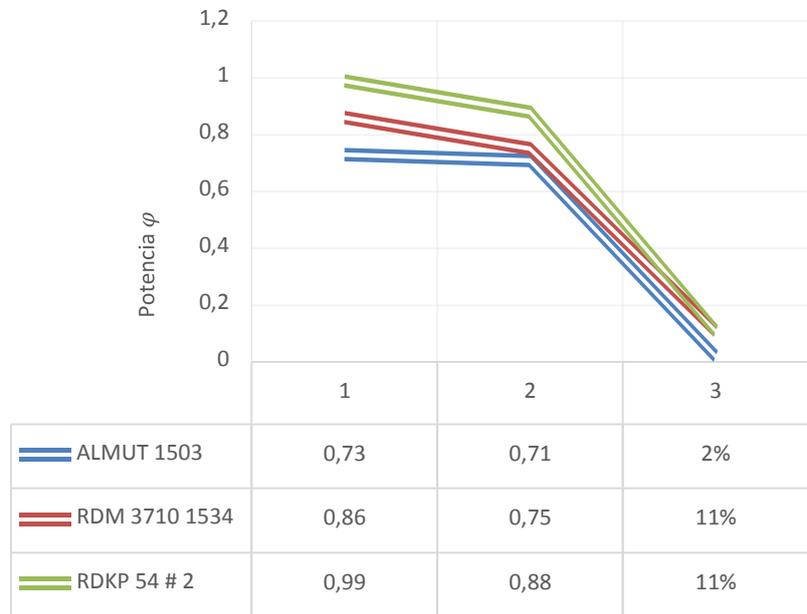


Figura 3 1. Diagrama Comparativo de Datos teóricos v medidos
Elaborado por: Autor

Capítulo 4: Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

Mediante este estudio de consumo energético se realizó las respectivas mediciones tomando en consideración de una semana cada una de las máquinas de estudio; puesto que, se necesita revisar los momentos más críticos que la maquina analizada consumo más energía de lo que esta debería.

En este estudio se mencionó el uso del Sentron Pac 5200, el cual permitió dar el pertinente seguimiento del consumo tres de las máquinas en el transcurso semanal.

- Según los parámetros obtenidos en la respectiva medición se puede concluir que las maquinas consumían una potencia mayor, puesto que poseen un factor de potencia muy bajo, un promedio entre 0.70-0.80. Semanalmente, así como se muestra en la figura 3.1
- Se concluye además que uno de los factores que tiende a incrementar el consumo de energía eléctrica dentro de la facturación es el elevado consumo en máquinas con factores de potencias bajas, además de ello se desconoce la presión real mas no necesaria para la respectiva producción
- El consumo energético según las planillas de los últimos meses ha incrementado, con 80,365.16 KWh en el mes de enero lo cual representado en emisión de CO₂, es 0.166 kg/Kwh., teniendo así un valor de emisión de contaminante perjudicial al medio ambiente de 4'841275,275 Kg de CO₂.

4.2. Recomendaciones

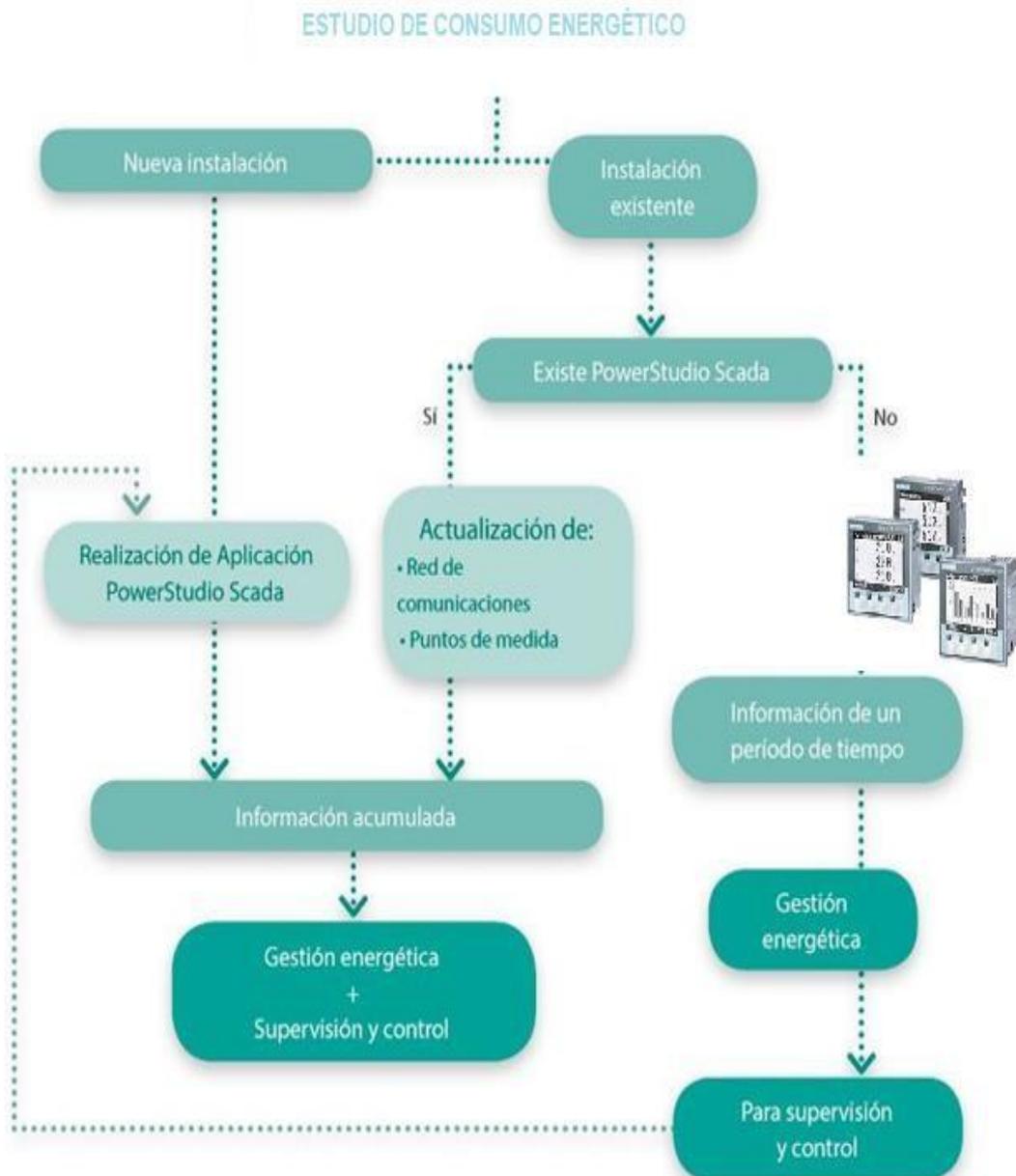
1. Se recomienda actualizar los modelos de las máquinas de producción; puesto; que en su circuitería posee mayores cantidades de carga reactivas lo que produce perdidas, en comparación a circuitos integrados que forman parte de la tecnología actual.
2. Puesto que el presente trabajo de titulación, es un estudio semanal de 3 de sus máquinas se aconseja hacer mediciones constantes e instalar en planta un medidor de energía sentron Pac el cual, permita analizar de manera consecutiva las potencias obtenidas diariamente y con su

respectiva red de comunicación mediante el Software Power Manger y SCADA que sirva como supervisión de los datos obtenido y sean almacenados de manera históricas según la necesidad de la planta.

3. Puesto que existe bajo factores de potencia por cargas reactivas, se aconseja realizar una revisión meticulosa, que permita realizar la respectiva compensación de dichas cargas.
4. Se recomienda, hacer un estudio profundo de toda La planta puesto que existe un mayor consumo y emisiones de CO2.

ANEXOS

Anexo 1
Diagrama de Flujo para el Estudio de consumo energético



Fuente: (Circuitor, 2015)

Anexo 2

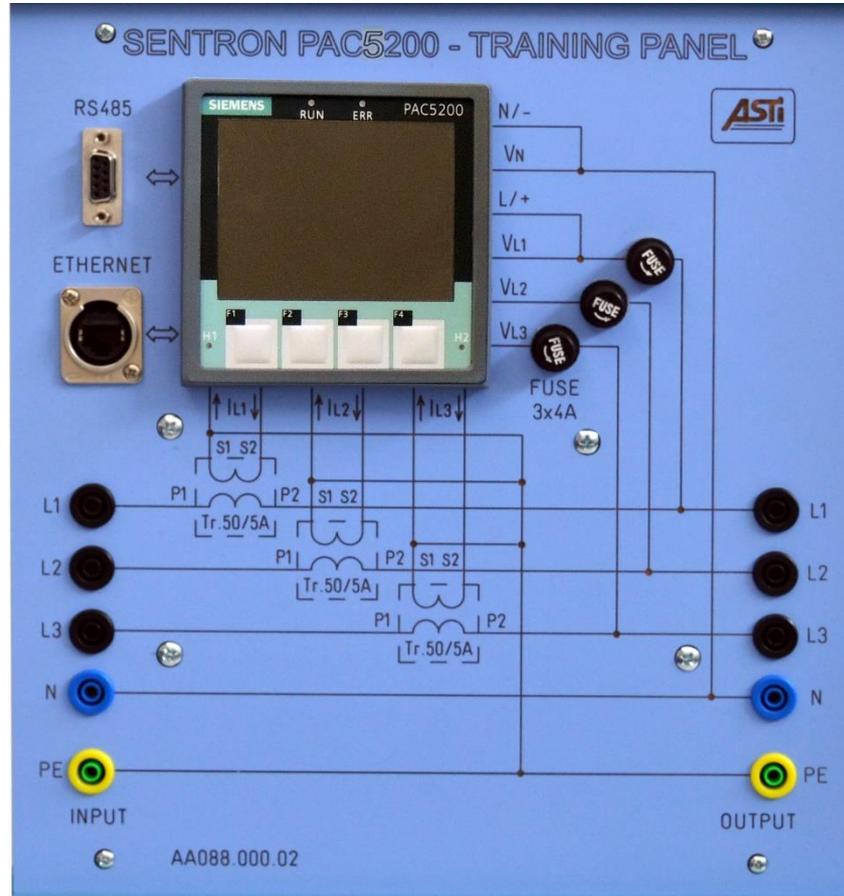
Posible Presupuesto Económico para Medición de todas máquinas de producción

ÍTEMS	DESCRIPCIÓN	TOTAL
	Materiales	
1	Sentron Pac 5200	\$ 1,519.86
2	Licencia del spm	\$ -
3	cable utp cat5	\$ 19.50
4	Conector rj 45	\$ 3.00
5	Cinta aislante	\$ 0.81
6	Terminales #18	\$ 1.75
7	Amarras 15cm	\$ 1.63
8	Rollo cable #18 negro	\$ 12.50
9	Switch TP link	\$ 20.00
	Total Materiales	\$ 1,579.05
	Mano de Obra	
1	Fijación, Montaje, Cableado, Conexión, Configuración, Tendido de cable de comunicación referente al PAC 5200	\$ 150.00
2	Instalaciones de software, Configuración de SPM	\$ -
	Total Mano de Obra	\$ 150.00
	Total	\$ 1730.00

Elaborado por: Autor

Anexo 3

Conexión de Sentron Pac 5200



Fuente: (Siemens, 2018)

Bibliografía

Báez, Santiago (2011).

Análisis del consumo energético-eléctrico de la Universidad San Francisco de Quito. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/1336>, acceso Diciembre 13, 2017.

Centro Sur (2017).

Calcular Consumo Centro sur. <http://www.centrosur.gob.ec/calcular-consumo>, acceso Enero 21, 2018.

Circuitor (2015). Realizar estudio de eficiencia energética eléctrica.

<http://circuitor.es/es/formacion/eficiencia-energetica-electrica/realizar-estudio-de-eficiencia-energetica-elctrica>. Acceso Diciembre, 2, 2017

Chacón Rodríguez, Oscar Raúl (2014). Diseño e implementación de un sistema de monitoreo energético en el campus Rodríguez Lara - ESPE Extensión Latacunga.

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/8448>, acceso Noviembre 14, 2017.

Charles, A., & Matthew, S. (2013). *Fundamentos de Circuitos eléctricos*. México: The McGraw-Hill

Iluminet, August 26. <http://www.iluminet.com/patrones-consumo-energetico/>, acceso febrero 19, 2018.

Declaración De Impacto Ambiental y Plan de Manejo de La Instalación, Operación, y Cierre De La Empresa Carvajal y Cierre De La Empresa Carvajal Empaques S.A. Visipak (2015).

http://www.guayas.gob.ec/dmdocuments/medioambiente/eia/2015/2015_mayo/DIA-CARVAJAL-EMPAQUES-S.A-compressed.pdf, acceso febrero 21, 2018.

Dpto. Tecnología (2017) Energías No Renovables.

<http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centrostatic/21700290/helvia/sio/upload/TEMA2.pdf>, acceso diciembre 17, 2017.

Ecu Red (2017). Ley de Conservación de La Energía - Ecu Red. Ley de Conservación de La Energía

https://www.ecured.cu/Ley_de_conservaci%C3%B3n_de_la_energ%C3%ADa, acceso diciembre 17, 2017.

Energía (2017) <http://dle.rae.es/?id=FGD8otZ>, accessed December 10, 2017.

Fusión Nuclear: Energía Limpia e Inagotable - Twenergy (2015).

<http://twenergy.com/a/fusion-nuclear-energia-limpia-e-inagotable-1921>,
acceso diciembre 17, 2017.

Instituto Nacional de Eficiencia energética y Energía Renovables (2018).

Eficiencia Energética – Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables. Eficiencia Energética.
<http://www.iner.gob.ec/eficiencia-energetica/>, acceso enero 13, 2018.

Líneas y Tendido Eléctricos (2013).

http://guiasjuridicas.wolterskluwer.es/Content/Documento.aspx?params=AEAMtMSbF1jTAAAUNjlyMTtbLUouLM_DxblwMDCwNzAwuQQGZapUtckhIQaptWmJOcSoAPs-9oDUAAAA=WKE, acceso enero 9, 2018.

National Geographic (2017). Energía Hidroeléctrica. Energía Hidroeléctrica | National Geographic. <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/energia->

Olade, Comunicación (2017) Eficiencia Energética.

<http://www.olade.org/eficiencia-energetica/>, acceso enero 20, 2018.

Portal Educativo Conectando Neuronas. (2017). Energía renovable y no renovable

<https://www.portaleducativo.net/sextobasico/756/energia-renovable-y-no-renovable>, accessed December 10, 2017.

Ramírez Echavarría, J. L., & Velásquez Santos, C. O. (2012). Fundamentos de *Circuitos Teóricos*. Medellín: Fondo Editorial ITM.

Recio, Joaquín (2017). Energía de La Biomasa.

http://ewton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/energia/biomasa.htm, acceso diciembre 17, 2017.

Respuesta de Tipos de Potencias (2015).

http://www.asifunciona.com/respuestas/respuesta_2/respuestas_2.htm, acceso febrero 18, 2018.

Sarango, Mauricio (2013) Estructura Del Sistema de Generación, Transmisión, y Distribución

<http://es.slideshare.net/mauriciosarango1/estructura-del-sistema-de-generacintransmision-y-distribucion-de-energa-en-el-ecuador-23494503>, acceso febrero 18, 2018.

Siemens (2018). Eficiencia Energética Integral.Pdf.

<https://www.industry.siemens.com/home/aan/es/ecuador/Documents/Eficiencia%20Energetica%20integral.pdf>, acceso febrero 17, 2018.

Siemens Expands Power Monitoring System with New Measuring Devices (2018)Ctc_xhtml_presshome.

<https://www.siemens.com/press/en/pressrelease/?press=/en/pressrelease/2015/energymanagement/pr2015070283emen.htm>, acceso February 19, 2018.

Twenergy (2012). ¿Qué Es La Energía Mareomotriz? - Twenergy.
<http://twenergy.com/a/que-es-la-energia-mareomotriz-588>, acceso
diciembre 17,

Unidad de Negocio TRANSELECTRIC (2018).
[https://www.celec.gob.ec/transelectric/index.php?option=com_content
&view=article&id=89&Itemid=198&lang=es](https://www.celec.gob.ec/transelectric/index.php?option=com_content&view=article&id=89&Itemid=198&lang=es), acceso February 18,
2018.

Vásquez, Constanza Norma, & Gonzalo Martínez Díaz (2016). Diseño e
implementación de servicios de medición de consumo energético en
máquinas de inyección de plásticos,
<http://repository.usta.edu.co/handle/11634/784>, acceso Noviembre 20,
2017.



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **ROMERO OLIVO, MARÍA ARECIA** con C.C: # 0930594635 autor del Trabajo de Titulación: **Estudio del consumo energético en la planta de producción Carvajal Empaques**, previo a la obtención del título de **INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 13 de marzo de 2018

f. _____

Nombre: ROMERO OLIVO, MARÍA ARECIA

C.C: 0930594635

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	ESTUDIO DEL CONSUMO ENERGÉTICO EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN CARVAJAL EMPAQUES.		
AUTOR(ES)	ROMERO OLIVO, MARÍA ARECIA		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	ING. CÓRDOVA RIVADENEIRA, LUIS MSC.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Electrónica en Control y Automatismo		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Electrónico en Control y Automatismo		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	13 de Marzo de 2018	No. DE PÁGINAS:	64
ÁREAS TEMÁTICAS:	Energía Eléctrica, Potencial Eléctrico		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Energía Eléctrica, Consumo energético, Sentron Pac, Power Config, factor de potencia		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>El presente trabajo de titulación es orientado a la prestación de servicio de ingeniería, oportunidad de negocio y solución, tomando en consideración la posibilidad de implementar este tipo de estudios que conlleven a obtener grandes utilidades en el mercado. El trabajo describe la problemática general que enfrenta la mayoría de industria cualquiera que sea su producción, la necesidad e importancia del consumo de energía dentro del ámbito económico, ambiental y las posibles soluciones que dependerá del cliente tomarlas. El uso de herramientas a utilizar en un estudio de consumo de energía dependerá de las necesidades que la industria y el cliente a contratar el servicio presente. Se realiza una descripción breve de un estudio realizado en una fábrica de producción Carvajal Empaques, Visipack ubicada en el Cantón Durán, se toma en consideración medidor de Energía Sentron Pac 5200 y Power Config. Se brinda una posible solución que se consideró al obtener resultados.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 593-99488086	E-mail: maryarecia@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Mendoza Merchán, Eduardo Vicente		
COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Teléfono: +593-9-85086815		
	E-mail: eduardo.mendoza@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			