

“LEVANTAMIENTO, REDISEÑO Y AUDITORÍA ENERGÉTICA PARA LA
FACTIBILIDAD DE IMPLANTACIÓN DE LA NORMA ISO 50001 EN EL
SECTOR DE TERMOPLÁSTICOS DE LA EMPRESA PLASTICAUCHO
INDUSTRIAL S.A.”

Molina Velasteguí Paul Fernando

electropulman.ec@hotmail.com

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga, Carrera de
Ingeniería Electromecánica
Quijano y Ordoñez y Hermanas Páez
Cotopaxi – Ecuador

RESUMEN:

En función de las políticas de estado vigentes y la necesidad de mejorar la eficiencia en el consumo energético para incrementar la rentabilidad y competitividad de los productos que fabrica, la empresa Plasticaucho Industrial ha visto la necesidad de hacer un análisis de la calidad de energía en función de la norma ISO 50001 para la posible implementación de un sistema de gestión energético que asegure el uso eficiente de la energía eléctrica. El estudio se lo realizó en el área de mezclas termoplásticas, el primer paso fue realizar una auditoría preliminar, la que comprende una examinación detallada de cómo se usa la energía. Una vez concluidos los estudios preliminares se continuó con una auditoría detallada que consistió en el levantamiento de carga, análisis operativo de las máquinas involucradas en el proceso. Estos análisis permitieron obtener datos fundamentales para el desempeño energético. Para solucionar este problema se plantea de la posible implementación de la Norma ISO 50001

ABSTRACT:

Depending on current state policies and the need to improve efficiency in energy consumption to increase profitability and competitiveness of the products it manufactures, the company

Plasticaucho Industrial has seen the need to do an analysis of power quality according ISO 50001 standard for the possible implementation of an energy management system to ensure the efficient use of electricity. The study was made in the area of thermoplastic blends, the first step was to conduct a preliminary audit, including a detailed examination of how energy is used. Upon completion of the preliminary studies continued with a detailed audit consisted in lifting load, operational analysis of the machines involved in the process. These analyzes allowed to obtain basic data for the energy performance. To solve this problem arises from the possible implementation of ISO 50001

I.- INTRODUCCIÓN.

La universidad como fuente generadora del conocimiento involucrada en diferentes áreas de investigación, conjuntamente entre docentes y estudiantes debe sensibilizarse a la degradación del planeta producto de la explotación desmedida de los recursos naturales por esta razón la industria, PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A., pretende una reducción de las pérdidas energéticas y producir con un menor consumo energético, para tener un mayor margen de venta, mejorar la competitividad de la empresa y reducir

el impacto sobre el calentamiento global.

FUNDAMENTO TEÓRICO.

CAPÍTULO I

1.1. SISTEMAS DE GESTIÓN ENERGÉTICA. [1]

Es la parte del sistema de gestión de una organización dedicada a desarrollar e implantar su política energética, así como a gestionar aquellos elementos de sus actividades, productos o servicios que interactúan con el uso de la energía.

1.1.1. Por qué es necesario implantar un sistema de gestión energética

a. Necesidad de asegurar el suministro de energía.

Una producción responsable de la energía así como su uso de manera eficiente, por parte de las organizaciones, son varios de los factores clave para conseguir la sostenibilidad.

b. Voluntad de cumplir con los compromisos del protocolo de Kioto

Cada vez es mayor el número de organizaciones, tanto públicas como privadas, que son conscientes de que una mejora de los consumos de energía, así como la utilización de fuentes de energía alternativas a las tradicionales, menos agresivas con el medio ambiente, son alguna de las medidas idóneas con las que contribuir con los compromisos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, suscritos en el protocolo de Kioto.

c. Actitud responsable y económicamente rentable.

Debido al interés actual por adoptar políticas de eficiencia energética y ahorro energético y ante la publicación de la norma internacional ISO 50001:2011 que especifica los requisitos de un sistema de gestión energética a partir de la cual la organización puede desarrollar e implantar una política energética y establecer objetivos, metas, y planes de acción que tengan en cuenta los requisitos legales y la información relacionada con el uso significativo de la energía, las industrias se muestran sumamente interesadas en la implantación de ésta norma.

1.1.2 Modelo del sistema de gestión de energía para la norma ISO 50001 [1]

Esta norma internacional se basa en el ciclo de mejora continua Planificar - Hacer - Verificar - Actuar (PHVA) e incorpora la gestión de la energía a las prácticas habituales de la organización tal como se ilustra en la figura 1.1

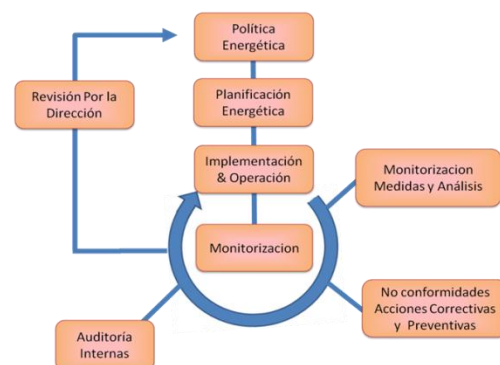


Figura 1. 1: Modelo del sistema de gestión de la energía para esta norma internacional.

Fuente: ISO 50001: Sistemas de gestión energética

1.2. AUDITORÍA ENERGÉTICA [2]

Una auditoría energética consiste en una examinación detallada de como una empresa usa la energía, cuánto paga por ésta, y finalmente, un programa recomendado de cambios en prácticas de operación o en equipos consumidores de energía que ahorrarán a la empresa varios dólares en las planillas de luz.

1.2.1. Tipos de auditoría energética.

a. Auditoría Energética Preliminar

Es el tipo de auditoría más simple y rápida y se describe con una breve reseña de sus instalaciones, facturas de servicios públicos y otros datos de consumo de energía. Es una inspección de la planta que pretende visualizar las oportunidades más evidentes de conservación de energía en la misma, para de esta manera identificar cualquier zona de desperdicio de energía o de ineficiencia.

b. Auditoría Energética Detallada

Requiere el uso de equipos de medida y su alcance puede abarcar la totalidad de recursos energéticos de la empresa, o solo un tipo de recurso.

Requiere un levantamiento completo de los consumos históricos de los diferentes energéticos a considerar. Su costo puede ser apreciable y su duración puede ser de algunas semanas o hasta unos pocos meses dependiendo de la complejidad del sector a ser evaluado.

1.2.2 Objetivos de la auditoría energética

La implementación de una auditoría energética permite:

- Conocer la situación actual, datos sobre consumos, costos de energía y de producción para mejorar el rendimiento de los factores que contribuyen a la variación de los índices energéticos de las instalaciones consumidoras de energía.
- Reducir los consumos de energía.
- Identificar las áreas que permitan un potencial ahorro de energía.
- Determinar y evaluar económicamente los puntos de ahorro alcanzables y las medidas técnicamente aplicables para lograrlo.
- Analizar la posibilidad de utilizar energías renovables.

1.2.3 Evaluación y diagnóstico del entorno para el ahorro energético

La evaluación y diagnóstico son herramientas de conocimiento y reflexión que permiten identificar aquellos aspectos del sistema que funcionan bien y aquellos otros que pueden y deben mejorarse.

La evaluación está, por tanto, al servicio de la mejora según ciertas estrategias de mantenimiento como:

- Predictivo
- Preventivo
- Detectivo
- Correctivo
- Mejorativo

1.2.4 Resultados y beneficios de la auditoría energética para el ahorro energético.

- Disminución de las emisiones de CO₂ al medio ambiente contribuyendo de esta manera a la protección del mismo además de evitar el consumo de energía

innecesaria, lo cual se traduce en reducción de costos en la planilla eléctrica y una mejora a la imagen de la empresa al ayudar con el bienestar social.

- Aumento del tiempo de vida de los equipos, ya que se asegura que estos trabajen en las condiciones más adecuadas, evitando sobredimensionamientos o sobrecargas.
- Reduce los tiempos de parada.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- Facilita el análisis de averías.
- Permite el análisis estadístico del sistema.
- Mejora la competitividad de la empresa al reducirse los costos de producción.

1.3 AUDITORIA ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA

Las auditorías energéticas en la industria fueron desarrolladas en países industrializados, debido a la necesidad imperiosa de establecer programas de ahorro de energía, que luego se denominaron programas de conservación de energía. Por tanto, cuando una compañía opta por una Auditoría Energética adquiere el compromiso de mantener programas de conservación de bienes escasos (agua, recursos naturales, energía, etc.), de manera sostenida.

1.3.1 Industria y gestión energética

La mayor parte de la eficiencia energética en la industria se logra a través de cambios en la forma que se gestiona la energía en una instalación industrial y no a través de la instalación de nuevas tecnologías.

- La gestión activa de la energía requiere un cambio organizacional en la cultura.
- La gerencia superior debe estar comprometida en la gestión de la energía sobre una base permanente.
- En su esencia, la gestión energética requiere que un grupo de personas cambien su conducta y sustenten el cambio.

1.3.2 Beneficios comerciales

La implementación de un plan de gestión energética ayuda a:

- Gestionar activamente el uso de la energía y reducir la exposición a los crecientes costos de la misma.
- Reducir emisiones sin un efecto negativo en las operaciones.
- Mejorar continuamente la intensidad energética (uso de la energía/producto).
- Archivar documentos para uso interno y externo (créditos por emisiones por ejemplo).
- Usar el personal y recursos de la empresa de manera inteligente.

1.4 NORMA ISO 50001 RESPONSABILIDADES DE LA DIRECCIÓN

1.4.1 Alta dirección [3]

La alta dirección debe demostrar su compromiso de apoyar el sistema de gestión de la energía (SGEn) y de mejorar continuamente su eficacia

1.4.2 Política energética [3]

La política energética debe establecer el compromiso de la organización para alcanzar una mejora en el desempeño energético.

1.5 PROCESO DE PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA

La planificación energética debe ser coherente con la política energética y debe conducir a actividades que mejoren de forma continua el desempeño energético. En el siguiente esquema figura 1.3 se resume el proceso de planificación:

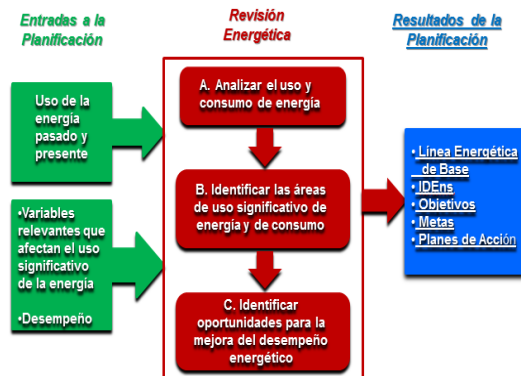


Figura 1. 2: Proceso de planificación energética.

Fuente: ISO 50001: Sistemas de gestión energética

1.6 COMPONENTES BÁSICOS PARA UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA [4]

El proceso de auditoría empieza por recolectar datos de la operación de la empresa y de sus consumos. Esta información es luego analizada para tener una idea de cómo la empresa usa la energía además de posibles desperdicios, dando al auditor una idea básica para reducir costos en energía. Cambios específicos - llamados Oportunidades de Conservación de Energía (ECOs por sus siglas en Inglés) - son identificados y evaluados para determinar sus beneficios y su efectividad de costo.

1.7 MEJORAS Y RECOMENDACIONES ENERGÉTICAS

En esta parte se diferenciarán las mejoras energéticas que serán

detectadas, es decir analizar y evaluar el potencial de ahorro previamente estudiado, identificando las medidas de ahorro de energía.

- Medidas tecnológicas
- Medidas administrativas
- Priorización de las medidas de ahorro
- Adopción de las medidas de ahorro

Para cada propuesta se debe establecer:

- Consumo de energía actual
- Consumo de energía después de implantada la mejora
- Inversión necesaria
- Ahorro en energía y costos
- Rentabilidad de la mejora
- Resumen de las mejoras

CAPÍTULO II

SITUACIÓN ENERGÉTICA ACTUAL DE LA EMPRESA PLASTICAUCHO INDUSTRIAL

2.1 INTRODUCCIÓN

En base a los datos recopilados, se establece un análisis de la situación energética presente en la industria, el cual insta un punto inicial para la elaboración de propuestas en eficiencia energética, con el fin de optimizar el uso de la misma.

2.2 INFORMACIÓN GENERAL DE LA INDUSTRIA [6]

La empresa Plasticaucho Industrial cuenta con dos plantas, la primera ubicada en Catiglata y la segunda en la cuarta etapa del Parque Industrial del cantón Ambato en donde se encuentra la nave de termoplásticos la cual será objeto de análisis en el

presente proyecto. En la figura 2.1 se muestra la ubicación de la planta.

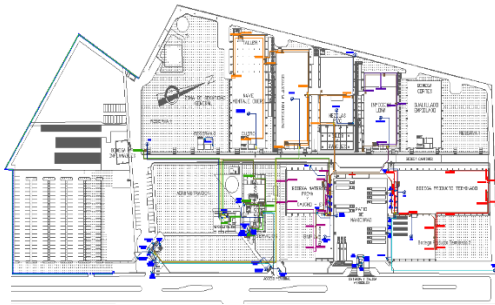


Figura 2. 1: Naves de la planta Plasticaucho Industrial - Parque Industrial.

Fuente: Planos de Plasticaucho Industrial S.A.

El área de termoplásticos está alimentada por un transformador de 500 KVA de 13.8 KV a 220 V y otro de 1000 KVA de 13.8 KV a 440 V

2.3 PLANILLAS DE CONSUMO

2.3.1 Tarifa eléctrica

La facturación de esta industria se distribuye según el horario de operación y se factura en la categoría de Tarifa G6 regulada por el CONELEC.

Esta tarifa se aplica a los consumidores industriales, que disponen de un registrador de demanda máxima o para aquellos que tienen potencia calculada.

2.3.2 Descripción de la Tarifa G6 [7]

Según la tarifa G6 se aplicara a estos abonados industriales y deberá ser ajustado, según se detalla más adelante, a medida que se cuente con los equipos de medición necesarios para establecer la demanda máxima durante las horas de pico de la Empresa Plasticaucho Industrial

a. Costo de la demanda facturable (KW)

USD 4.576/KW, el mismo que varía en función del valor del Factor de Corrección.

b. Cargos por servicios

9.0% del valor de la planilla por consumo, en concepto de Alumbrado Público, US\$ 4.77 contribución para el Cuerpo de Bomberos, el 10% del valor de la planilla por consumo, por Tasa de Recolección de Basura.

2.4. Variación del factor de potencia (Fp)

Uno de los puntos más importantes y que repercuten de gran manera en el costo de la planilla es el factor de potencia ya que dependiendo de este existen penalizaciones por su incumplimiento.

2.4.1 Variación de factor de penalización

El factor de penalización muestra que dependiendo del factor de potencia existe una multa ya que no está dentro de los límites establecidos por el CONELEC

2.5 LEVANTAMIENTO DE CARGAS

2.5.1 Tendencia de antigüedades de las máquinas

El levantamiento de carga es para tener una idea general de la situación de las maquinarias para lo cual se realiza un estudio de tendencia determinando así la antigüedad de las máquinas.

2.5.2 Iluminación [8]

Según el "DECRETO EJECUTIVO 2393 REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES

Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO” emitido por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (I.E.S.S.)

Art. 56. ILUMINACIÓN, NIVELES MÍNIMOS.

Todos los lugares de trabajo y tránsito deberán estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, para que el trabajador pueda efectuar sus labores con seguridad y sin daño para los ojos.

2.6 DATOS DE PRODUCCIÓN

El producto final elaborado en esta área es el PVC. El PVC es un plástico derivado del petróleo (Gas Etileno) y la sal. Se presenta en su forma original como un polvo blanco. Este polvo debe ser mezclado con adecuadas cantidades de aditivos (estabilizantes, pigmentos, plastificantes) para obtener el compuesto de PVC.

2.7 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Para poder describir los procesos de producción en el área de mezclas termoplásticas, observamos que todas las máquinas y/o equipos están alimentados por un transformador de 500 KVA de 13.8 KV a 220 V y otro de 1000 KVA de 13.8 KV a 440 V.

2.7.1 Proceso de transporte de aceites y resinas

Mediante bombas se transportan los diferentes tipos de aceites y resinas que se obtiene de los silos de almacenamiento hacia las máquinas mezcladoras. Los ingredientes que se usa para la obtención de la masa plástica son los siguientes:

- Resina
- D.O.P (Di Octil Pivalato)
- Parafina
- Estabilizante
- Aceite de soya

2.7.2 Proceso de Mezclado

Después del transporte de aceites y resinas se realiza un pesaje para determinar las proporciones de ingreso de los materiales a las máquinas, los porcentajes de ingreso de los materiales dependerán de la fórmula que se necesite, a continuación ingresa a la mezcladora y empieza el proceso de mezclado, además en esta parte del proceso se añade manualmente una proporción de carbonato, esto hace que el material sea más abrasivo es decir tome una consistencia viscosa. En la siguiente tabla observamos las máquinas involucradas en el proceso.

2.7.3 Enfriamiento del polvo de PVC

Debido al rose del material la temperatura de la masa plástica se eleva, por tanto, debe pasar por un proceso de enfriado el cual se lo realiza en una tolva de la misma máquina. En la siguiente tabla se muestra en resumen el proceso y las máquinas involucradas en el proceso.

2.7.4 Proceso de Extrusión

Se alimenta al extrusor con la masa plástica que se encuentra en forma de polvo, dentro del extrusor se eleva la temperatura mediante resistencias tipo collar, aproximadamente a unos 120 °C. El polvo de PVC se transforma en una masa sólida caliente, posterior a esto se realiza el corte de los pellets ya que el material se encuentra maleable.

2.7.5 Enfriamiento de pellet

El material al salir del extrusor tiene una temperatura alta de aproximadamente unos 40 °C y se pueden adherir entre ellos por tanto es necesario enfriarles y además este proceso sirve para facilitar su transporte hacia los súper sacos para su posterior uso o almacenamiento a los silos.

2.7.6 Trituración del material recuperado

Antes del proceso de molido es importante realizar una detección de metales ya que pueden estar incrustados en el material reciclado o en algún lugar de las rebabas y si por accidente ingresaran a las cuchillas del molino esto provocaría daños severos en la máquina y afectaría el sistema de extrusión al unirse con el material virgen. Luego se procede al proceso de molido de todo este material, pero al moler todo ese material se produce un cantidad alta de pelusa por lo que se necesita un colector de pelusa para que no se contamine al aire al igual que el material molido. Finalmente este material es enviado junto a los pellets ya listos para su posterior inyección. En la siguiente tabla se muestran las máquinas utilizadas en este proceso.

2.8 EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL ESTADO DE LOS EQUIPOS [9]

De acuerdo a los diferentes procesos descritos en el punto anterior se realizó una evaluación y análisis de cada máquina y sus sistemas

CAPÍTULO III

AUDITORÍA ENERGÉTICA DETALLADA Y EVALUACIÓN DE LA NORMA ISO 50001

3.1 INTRODUCCIÓN

Una vez realizado un análisis preliminar de la situación energética de la planta, sus procesos de producción y modos de operación se procederá a analizar en detalle los consumos energéticos reales siguiendo las bases y criterios indicados en la norma ISO 50001 para la implantación de un sistema de gestión de energía con el cual se obtendrá los resultados para la posible aplicación de soluciones que ayudaran a mejorar los niveles de eficiencia energética en la planta.

3.2 CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN

Para lograr categorizar cada máquina se deben instaurar ciertos criterios que permitan de alguna manera evaluar el desempeño de cada elemento de la máquina, una vez logrado esto se podrá analizar el efecto que estos tienen dentro del proceso de producción y del consumo global de energía.

3.3 DEFINICIÓN DE LOS USUARIOS SIGNIFICATIVOS ENERGÉTICOS (USEn) [1]

Después del análisis que se realizó se definió cuáles son las máquinas de mayor importancia para poder enfocarnos puntualmente en ellas ya que cualquier cambio que se les realice a dichas máquinas vamos a observar una variación significativa.

Después de realizar los criterios de priorización podemos observar cuales son los usuarios mas significativos:

1. Extrusora XINDA (XD01)
2. Mezcladora AVALONG (AL01)
3. Mezcladora PAPANMEIER (PA03)
4. Extrusora BAUSANO (BA04)
5. Compresor INGERSOLL (IN01)

3.4 PORCENTAJES DE CONSUMO ELÉCTRICO [3]

Al tener las evaluaciones de las máquinas se puede calcular los porcentajes que tiene cada proceso.

3.5 PROCEDIMIENTO PARA DEFINIR LA LÍNEA BASE [1]

La norma ISO 50001 define “¿El qué?; ¿Pero no el cómo?”, Por tal razón debemos crear un procedimiento para definir la línea base e indicadores de desempeño energéticos

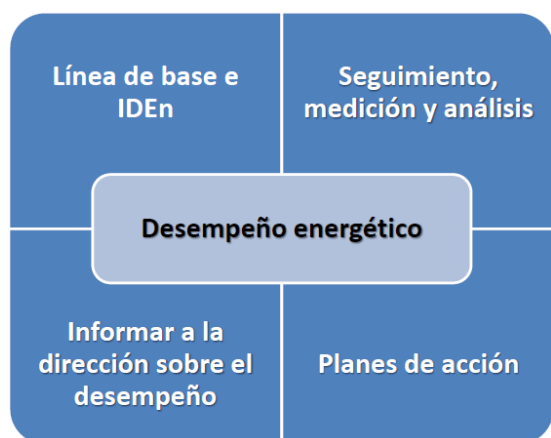


Figura 3. 1: Condiciones para mejorar el desempeño energético

Fuente: Paul Molina

Es importante determinar una metodología para establecer, implementar y registrar las líneas base, indicadores de desempeño y producciones equivalentes de tal forma que la Empresa Plasticaucho Industrial S.A., esté en capacidad de identificar y determinar los indicadores de desempeño energético (IDEn) para el Sistema de Gestión de la Energía (SGEn) en el sector de mezclas termoplásticas.

3.6 DEFINICIÓN DE LA LÍNEA META [1]

Para cada línea base energética se establecerá su respectiva línea meta energética como se lo visualiza en la gráfica correspondiente, esto nos permite llegar a establecer un final. El método más utilizado para poder determinar la línea meta es el de los mínimos cuadrados.

3.7 PROCEDIMIENTO PARA DEFINIR LOS INDICADOR DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO (IDEn) [1]

Es el valor cuantitativo o medida del desempeño energético tal como lo defina la organización en nuestro caso el consumo de energía por unidad de producción.

La organización puede elegir los IDEns, que informen del desempeño energético de su operación y se puede actualizar los IDEns, cuando se produzcan cambios en las actividades del negocio o en las líneas de base que afecten a la pertinencia del IDEn, según sea aplicable.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA DE SOLUCIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 OPORTUNIDADES DE MEJORA DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO [3]

Una vez identificados los usuarios significativos de energía (USEn) en el capítulo 3, se concentraran los esfuerzos en identificar las oportunidades de mejora.

Para minimizar la cantidad de electricidad consumida se debe:

- Asegurar que el uso final de la energía tenga una utilidad
- Minimizar la cantidad de energía en el punto de uso

- Disminuir las pérdidas de energía entre el medidor y el punto de uso final

Con estos antecedentes se proponen diferentes medidas tanto tecnológicas como operativas así como también los beneficios de implementar un sistema de gestión energética como lo es la ISO 50001 para mejorar el desempeño energético.

4.1.1 MEDIDAS TECNOLÓGICAS

Considerando la información preliminar y las mediciones realizadas en la nave de mezclas termoplásticas, se consideran varios cambios para obtener mayor eficiencia.

4.1.2 MEJORAMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA [10]

El servicio eléctrico que se da a los clientes industriales es trifásico, a diferencia de la potencia monofásica suministrada a los clientes que poseen casas y comercios pequeños. En tanto que las prácticas de medición y facturación varían según la empresa, a los grandes consumidores siempre les será ventajoso reducir la componente cuadrática de su triángulo de potencias; esto se llama mejoramiento de factor de potencia.

4.2 OPORTUNIDADES DE AHORRO EN EL USO DE MOTORES ELÉCTRICOS [11]

En la siguiente figura se muestra de manera bastante clara las oportunidades de ahorro que pueden existir y su dependencia:

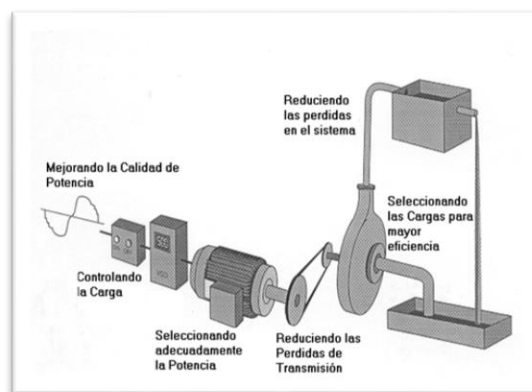


Figura 4. 1: Oportunidades de ahorro en motores eléctricos.

Fuente: E C Quispe, Revista El Hombre y la Máquina, 2004.

4.3 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE MOTORES DE ALTA EFICIENCIA.

Se debe considerar el empleo de un motor de alta eficiencia en los siguientes escenarios:

- En toda nueva instalación
- Cuando se remodelan las instalaciones y se modifican los procesos
- En lugar de reparar un motor viejo de eficiencia estándar
- Cuando se reemplazan motores sobredimensionados
- Como parte de programas de mantenimiento preventivo o de conservación energética e impacto ambiental.
- Cuando su instalación sea fácil y que no induzcan inversiones adicionales

Cuando se requiere un motor para llevar a cabo cualquier aplicación industrial es común basar su elección principalmente según el criterio del costo inicial, sin embargo este criterio de elección repercute negativamente en los costos económicos futuros.

A pesar que el costo de motores de alta eficiencia es mayor comparado con los motores convencionales, en poco tiempo se puede recuperar la inversión inicial con lo ahorrado en consumo de electricidad, de manera que su elección queda totalmente justificada.

4.4 MEDIDAS OPERATIVAS

Se deben identificar y planificar aquellas operaciones y actividades de mantenimiento que estén relacionados con el uso significativo de la energía. Tras un análisis de la operación de las máquinas, técnicas de control y registros de operación utilizados actualmente se sugieren las siguientes mejoras.

b. Cambio de horarios

c. Cambio de las torres de enfriamiento

d. Cambio del compresor Ingersoll

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- A través de la auditoría energética se tuvo conocimiento de la situación actual de la empresa y específicamente en el sector de Mezclas Termoplásticas, datos sobre consumos, costos de energía y producción, esto servirá para mejorar el rendimiento de los factores que contribuyen a la variación de los índices energéticos y así observar su comportamiento.
- Se debe implementar un banco de capacitores tanto en el Transformador de 220V como el

de 440 V debido a que el promedio del factor de potencia en el área es de 0.85, por tanto, las penalizaciones son altas e influyen en el costo de la planilla.

- Los Usuarios Significativos de Energía (USEn) identificados en la auditoría energética requieren de una atención inmediata en lo que se refiere al cambio de sus motores estándar por motores de alto rendimiento para mejorar la eficiencia energética en el área de mezclas termoplásticas.
- Las medidas operativas como el cambio de horario, es decir no arrancar las maquinas en horas pico, instalar medidores de energía en cada máquina para poder tener un control individual del consumo que genera cada una, el poder examinar todas las variables que afectan en la producción son de gran importancia ya que permitirán a un futuro identificar oportunidades de mejora en el desempeño energético de la planta.
- El indicador de Desempeño Energético (IDEn), relaciona la energía con la producción por lo tanto en el 2012 se tuvo un promedio aproximado de 10,5 KW-h de energía necesaria para la producción de 1 kg de pellet y en el 2013 se tuvo un promedio aproximado de 9.6 KW-h de energía para la producción de 1 kg de pellet, por lo tanto se puede observar de que al pasar 1 año se ha reducido el consumo en un 8.5%, lo que pretende la norma ISO es reducir los consumos de

energía aún más para producir la misma cantidad de pellet .

- La inversión necesaria para la implementación de motores de alta eficiencia es de 70.196 \$ lo cual después de realizar un análisis financiero se pudo determinar que la recuperación de dicha inversión es de 5 años aproximadamente.
- Al realizar los estudios de la norma ISO 50001 se pudo determinar que Plasticaucho Industrial S.A. necesita implantar dicha norma para mejorar su eficiencia energética en el sector de mezclas termoplásticas.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la auditoria energética se realice de una forma responsable y estricta con personal capacitado, para que los valores que obtengamos sean lo más exactos posibles y de esta manera poder evaluar las condiciones en las que se encuentra la planta y concretamente el sector de mezclas termoplásticas.
- Al Instalar el banco de condensadores se debe analizar de que estén bien diseñados para llegar al factor de potencia requerido, por esta razón se recomienda efectuar los cálculos correspondientes para no cometer errores y dañar al equipo
- Al adquirir los motores de alta eficiencia se recomienda efectuar un buen plan de mantenimiento para asegurar la

vida útil de los equipos y de esta manera certificar que todos los cambios que se le realizo a la planta se pueda evidenciar un cambio en la eficiencia energética

- La norma ISO 50001 puede ser implantada en el sector de mezclas termoplásticas, siempre y cuando se tomen en cuenta todas las recomendaciones y se sigan las directrices indicadas en el presente documento.
- La colaboración prestada por parte del personal para la implantación de la norma será primordial, ya que una buena comunicación y colaboración permitirá un mejor desarrollo del proyecto.

5.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] Norma ISO 50001 : 2012, 2012.
- [2] W. Turner, Energy Management Handbook, The Fairmont Press, 2007.
- [3] Manual de Energía, 2001.
- [4] W. Turner, Liburn, The fairmont Press, 2007.
- [5] M. y. A. Brealey, Principios de Finanzas, Mc Graw Hill, 2006.
- [6] Google, «www.google.earth.com.ec,» 2014. [En línea]. [Último acceso: 12 2013].
- [7] «www.conelec.gob.ec,» 24 06 2011. [En línea]. Available: www.conelec.gob.ec/normativa_tipo.php?cd=1135&cod_tipo=9&l=1. [Último acceso: 13 05 2014].
- [8] I.E.S.S., Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores, 2013.
- [9] Z. D. & M. Feito, El Mantenimiento de Fabril Su Planificacion y Organizacion, La Habana: Cientifico - Técnica, 1984.
- [1] J. Edminister, Circuitos Eléctricos, España: Mc 0] Granw - hill, 1988.
- [1] D. Valdivia, «Motores de Alta Eficiencia,» *Electro Industrial*, Mayo 2005.
- [1] «http://www.calidadydireccion.es/Eficiencia_Ene 2] rgetica.php,» citado, 12 febrero 2014. [En línea].

VII BIBLIOGRAFÍA



**Paul Fernando
Molina Velasteguí,
nació en Ambato –
Tungurahua.**

Curso sus estudios de bachillerato en el Colegio Particular Bautista, en donde obtuvo el título de Bachiller en Ciencias especialidad Informática. Sus estudios superiores los realizó en la Universidad de las fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga, en donde obtuvo el Título de Ingeniero en Electromecánica en Agosto del 2014 en la ciudad de Latacunga.