



## APLICACIONES INDUSTRIALES

Diseño y aplicación de un procedimiento para la planificación energética según la NC-ISO 50001:2011

*Design and implementation of a planning process for energy according to NC-ISO 50001:2011*

Jenny – Correa Soto  
Anibal E. – Borroto Nordelo  
Mamadou – Alpha Bah

Roxana – González Álvarez  
Maidelis – Curbelo Martínez  
Ana M. – Díaz Rodríguez

**Recibido:** Junio del 2013

**Aprobado:** Septiembre del 2013

### Resumen/ Abstract

En el presente trabajo se diseñó y aplicó un procedimiento para la planificación energética teniendo en cuenta los requerimientos de la NC-ISO 50001: 2011 "Gestión de la energía". El diseño tuvo como premisas requisitos de las normas internacionales relacionadas con la gestión de la energía ISO 50001: 2011, UNE 216301: 2007, DIN EN 16001, ANSI/MSE 2000: 2008 y de gestión de la calidad ISO 9001: 2008. Para la aplicación se seleccionó como caso de estudio la Empresa Oleohidráulica Cienfuegos, utilizándose herramientas y técnicas, tales como: trabajo con expertos, revisión de documentos, las herramientas de la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía y de calidad, obteniéndose como resultados la planificación energética, a través de la determinación de la estructura de consumo energético, las áreas de consumo significativo, lo que conllevó a establecer la línea base y meta energética de la organización.

**Palabras clave:** consumo energético, desempeño energético, energía, planificación energética.

*In this paper we designed and implemented a process for considering energy planning requirements of the NC-ISO 50001: 2011 "Energy Management". The premise was to design requirements of international standards related to energy management ISO 50001: 2011, UNE 216301: 2007, DIN EN 16001, ANSI / MSE 2000: 2008 and quality management ISO 9001: 2008. For application was selected as a case study Hydraulics Company Cienfuegos, using tools and techniques such as: working with experts, review of documents, tools Total Technology Management Energy Efficient and quality, obtaining as results the energy planning, through the determination of the structure of energy consumption, significant consumption areas, which led to establish base line and energy goal of the organization.*

**Key Words:** energy consumption, energy performance, energy, energy planning.

### INTRODUCCIÓN

El sistema de gestión energética es la parte del sistema de gestión de una organización dedicado a desarrollar e implementar su política energética, así como a gestionar aquellos elementos de sus actividades, productos o servicios que interactúan con el uso de la energía [1].

La aplicación de un sistema de gestión energética, al igual que de otros sistemas de gestión, requiere de una guía, una norma que estandarice lo que hay que hacer para implementarlo, mantenerlo y mejorarlo continuamente, con la menor inversión de recursos, en el menor tiempo y con la mayor efectividad [2].

El consumo de energía en los últimos años ha sido un fenómeno creciente. Los problemas energéticos actuales se deben principalmente a los efectos que causan sobre el medio ambiente los diferentes tipos de energía que se utilizan. Las desventajas fundamentales de la explotación de combustibles fósiles y su impacto negativo al medio ambiente han suscitado un creciente interés en estos temas a escala mundial [1].

De ahí que a partir del año 2005, países líderes en la gestión de la energía tales como Dinamarca, Noruega, España, Estados Unidos y China instituyeran guías y normas para la gestión energética [3], las cuales contribuyeron a que en el año 2011 se aprobara por la Organización Internacional de Normalización, la norma internacional ISO 50001: 2011 "*Energy Management Systems - Requirements with guidance for use.*", la cual posee una alineación con las normas ISO 9001: 2008, ISO 14001: 2004 y la ISO 22000: 2005 [4].

La norma trae implícita la planificación de la energía, la cual permite contar con un plan minuciosamente diseñado que sirve de guía durante un período de tiempo determinado. Es una herramienta muy útil para cualquier organización que decida mejorar su modelo de consumo energético y que desee hacerlo conforme a un plan correctamente elaborado [4]. Cuba como miembro de esta organización adoptó en el año 2012 la Norma Nacional idéntica con la referencia NC-ISO 50001: 2011.

En Cuba se han diseñado para gestionar la eficiencia energética dentro de las organizaciones, la Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía (TGEE) [1-5], y el procedimiento para la Mejora de los procesos que intervienen en el consumo de combustibles [6]. Ambos respetan el ciclo de mejora continua Planear-Hacer-Verificar-Actuar, con técnicas y herramientas coincidentes entre ambas metodologías, sin embargo la TGEE ha sido más aplicada en el país, pero adolece de la planificación energética en concordancia con la NC-ISO 50001: 2011 [7].

## MATERIALES Y MÉTODOS

El procedimiento propuesto para la planificación energética del Sistema de Gestión de la Energía consta de cuatro etapas y se diseña teniendo en cuenta los requerimientos de la NC-ISO 50001: 2011 y otras normas a nivel mundial referentes a la gestión de la energía y gestión de la calidad, tales como:

- UNE 216301: 2007. Sistema de Gestión Energética [8].
- DIN EN 16001. Energy Management Systems in Practice A Guide for Companies and Organizations [9].
- ANSI/MSE 2000: 2008. Management System for Energy [10].
- ISO 9001: 2008. Gestión de la calidad [11].

En la figura 1, se muestran las etapas del procedimiento y sus resultados esperados.



Fig. 1. Procedimiento y resultados esperados para la planificación energética.

En cada etapa del procedimiento se proponen técnicas y herramientas las cuales pueden ser utilizadas teniendo en cuenta el tipo de organización, por lo que algunas de ellas pueden ser de uso opcional.

Teniendo en cuenta las características de la gestión de la energía, se recomienda para el análisis de los recursos energéticos, contar con estadística de datos de la siguiente forma:

- Primera opción: Datos diarios, como mínimo 90 datos, permitirá el análisis el comportamiento diario de la variable que se mida (energía eléctrica, diesel, agua, índices consumo, etc.)
- Segunda opción: Datos mensuales, se recomienda como mínimo tres años permitirá el análisis el comportamiento mensual de la variable que se mida (energía eléctrica, diesel, agua, índices consumo, factor de potencia, etc.)

De las dos opciones la recomendada es la primera pues garantiza la toma de decisiones sobre los portadores energéticos de forma sistemática. A continuación se realiza la descripción del procedimiento por etapas, los objetivos de cada una de ellas y las técnicas o herramientas a utilizar.

### **Etapa I: Revisión del proceso de planificación energética.**

Objetivo: Revisar el proceso de planificación energética actual en correspondencia con la norma NC-ISO 50001: 2011.

La etapa I consta de tres pasos para su desarrollo, los cuales se detallan a continuación:

#### **Paso 1.** Formar el equipo de trabajo.

El equipo de trabajo debe ser integrado por un grupo de expertos conocedores del tema e interesados en el mismo, de forma tal que aporten información precisa, participen en todas las etapas de la investigación, y puedan tomar las decisiones convenientes. Con el objetivo de formar el equipo de trabajo, se calculará el número de expertos necesarios. Además para la definición de los expertos se establecen un grupo de criterios de selección en función de las características que deben poseer los mismos, siendo estos: Conocimiento del tema a tratar, capacidad para trabajar en equipo y espíritu de colaboración, años de experiencia en el cargo y vinculación a la actividad lo más directamente posible.

#### **Paso 2.** Aprobación del equipo de trabajo por la alta dirección.

Se presentará ante la alta dirección el grupo de trabajo seleccionado, junto a los criterios de selección, para su aprobación.

#### **Paso 3.** Revisión del proceso de planificación energética.

Se aplicarán las técnicas y herramientas que seleccione el grupo de trabajo para la determinación de la planificación de la energía actual de la organización y el análisis de su correspondencia con la NC-ISO 50001: 2011. En este paso se propone una lista de chequeo para la revisión de la planificación energética diseñada a partir de la *Energy management system checklist*. DIN EN 16001: Energy Management Systems in Practice A Guide for Companies and Organizations y la lista de chequeo ISO 50001. Grupo de Gestión Eficiente de la Energía de la Universidad del Atlántico, Colombia [9-12].

### **Etapa II: Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos.**

Objetivo: Recopilar requisitos internacionales, nacionales, regionales o locales relacionados con la energía.

Los requisitos legales aplicables son aquellos requisitos internacionales, nacionales, regionales y locales que se aplican al alcance del sistema de gestión energética relacionados con la energía. Es conveniente para una organización evaluar, a intervalos planificados, el cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos a los cuales suscriba que son pertinentes para su uso y consumo energético.

### **Etapa III: Revisión energética.**

Objetivo: Analizar el uso y consumo de energía en la organización, identificar las áreas de uso significativo de la energía y consumo e identificar oportunidades para la mejora del desempeño energético.

#### **Paso 1.** Análisis del uso y consumo de energía.

Para el cumplimiento de este objetivo se proponen las siguientes herramientas:

- Diagrama energético-productivo.

- Gráfico de consumo y producción vs tiempo.
- Gráfico de control.
- Estabilidad del proceso.[13]
- Análisis de capacidad del proceso.[13]
- Gráfico de Tendencia de Sumas Acumulativas (CUSUM).

**Paso 2.** Identificación de áreas de uso significativo de la energía y consumo.

Para el cumplimiento de este objetivo se proponen las herramientas siguientes:

- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de causa y efecto o Ishikawa.
- Estratificación.

**Paso 3.** Identificación de oportunidades para la mejora del desempeño energético.

Para el cumplimiento de este objetivo se proponen las herramientas y/o técnicas siguientes:

- Análisis del modo de falla y efecto. [13]
- Diseño de experimentos (DOE).[13]
- Técnica UTI (Urgencia, Tendencia e Impacto).

#### **Etapa IV: Resultados del proceso de planificación energética.**

Objetivo: Determinar la línea de base energética, la línea meta del desempeño energético y mejorar, diseñar o incorporar indicadores de desempeño energético. La línea base y línea meta se determinan mediante el análisis de dispersión lineal o modelos alternos. Para ello es obligatorio tomar como referencia datos de más de 3 años cuando se posee información mensual, sin embargo cuando la información es diaria se pueden considerar los datos de un año. Para el cumplimiento de este objetivo, se proponen las herramientas siguientes:

- Diagrama de dispersión.
- Comparación de modelos alternos.[13]
- CUSUM y CUSUM tabular.
- Diagrama índice de consumo vs. Producción.

#### **Etapa V: Planes de acción y de control de la planificación energética.**

Objetivo: Proponer acciones de mejora para el proceso de planificación energética y establecer planes de control para el proceso. Para el cumplimiento de este objetivo, se proponen las herramientas siguientes:

- 5Ws y 2Hs.
- Planes de control del proceso.

## **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

Se toma como objeto de estudio para la aplicación del procedimiento propuesto la Empresa Oleohidráulica Cienfuegos, única de su tipo en el país. La misma se dedica a la producción de elementos y equipos hidráulicos y neumáticos de uso industrial, automotor y agrícola. Brinda servicios de ingeniería de proyecto técnico especializado en sistemas hidráulicos y neumáticos, asistencia técnica, mantenimiento, reparación, montaje, puesta en marcha e instalación de elementos y equipos hidráulicos y neumáticos producidos y de aquellos presentados por el cliente, mantenimiento, reparación montaje y puesta en marcha e instalación de máquinas herramientas mecánicas y electrónica, tratamiento superficial y químico a piezas y accesorios.

La organización cuenta con cinco procesos claves, estos son: proceso de fabricación de cilindros hidráulicos, proceso de ensamble de mangueras hidráulicas, proceso de servicios técnicos, proceso de recubrimientos químicos y proceso de carpintería de aluminio y PVC.

### **Etapa I: Revisión del Proceso Planeación Energética.**

**Paso 1.** Formación del equipo de trabajo. Para formar el equipo de trabajo se calcula el número de expertos, siendo en este caso de 7.

Los expertos seleccionados fueron: el director técnico, jefe de la brigada eléctrica, dos obreros eléctricos, especialista energético y dos investigadores en gestión de energía. La selección de los expertos se realizó a partir de los criterios establecidos anteriormente.

**Paso 2.** Aprobación del equipo de trabajo por la alta dirección.

Se presenta ante consejo de dirección el equipo de trabajo seleccionado, junto a los criterios de selección para su aprobación.

**Paso 3.** Revisión del proceso planificación energética.

El departamento de Comercial en coordinación con la dirección de la empresa y el Grupo de Empresas Metalmeccánicas (GEM), establece el plan de producción en valores. Las áreas productivas establecen las cantidades y productos que se procesarán en el período a planificar. Teniendo en cuenta los índices de consumo físicos en períodos precedentes, el especialista energético calcula la energía eléctrica necesaria para el plan en cuestión y elabora una propuesta que es elevada al GEM. Este a su vez analiza con la dirección de la empresa la propuesta y como resultado, el documento es elevado al Grupo Empresarial de la Industria Sideromeccánica. A su vez, este lo propone al Ministerio de Industrias, que lo presenta al Ministerio de Economía y Planificación el cual aprueba o no la variante de plan procesada. Se aplica además en este paso la lista de chequeo para la planificación energética según la NC-ISO 50001:2011, resultando:

- El consumo de energía a nivel de procesos productivos y áreas de servicios no se controlan diariamente.
- No se controlan ni se registran el desempeño de los indicadores diariamente a nivel de áreas productivas, servicios o nivel de empresa.
- Los objetivos, metas y programas de la energía no fueron implementados.
- No se cumple con la política energética en la organización.
- No son medibles todas las metas de energía.

### **Etapa II: Establecimiento de requisitos legales y otros requisitos.**

Las normas y resoluciones que regulan la gestión energética y el consumo de portadores energéticos en la empresa son emitidas por un conjunto de organismos. Estos son: el Consejo de Estado y de Ministros, del extinto Ministerio de la Industria Sideromeccánica, el Ministerio de Economía y Planificación, el GEM y el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.

### **Etapa III: Revisión energética.**

**Paso 1.** Análisis del uso y consumo de energía.

En este paso se toman en cuenta los datos correspondientes a los tres últimos años (2010, 2011 y 2012). Se utilizan gráficos de consumo y producción en el tiempo, los cuales muestran la variación simultánea del consumo energético con la producción realizada en el tiempo. El análisis del uso y consumo de energía en la organización en el año 2010 evidenció una variación simultánea del consumo energético y la producción. Se constata que los incrementos en el régimen de producción están acompañados de un incremento en el consumo de energía eléctrica, portador asociado al proceso productivo. Puede decirse que la muestra (los datos) tiene la validez necesaria para realizar la caracterización energética puesto que tienen una confiabilidad del 91%. Cuando se realiza el mismo análisis para los años 2011 y 2012 respectivamente se observa que el incremento de la producción está acompañado del incremento en el consumo energético durante todo el período analizado.

Mediante gráficos de control se analiza el comportamiento del consumo de energía eléctrica para detectar en cuáles fases del proceso analizado se producen las alteraciones. En el gráfico de control del 2010 con respecto al 2009 se comprueba que el proceso de consumo de energía eléctrica está dentro de los límites establecidos por tres desviaciones estándar con respecto al año 2009. En los

meses de enero y diciembre, además de los días feriados, en los cuales no se trabaja, influye el clima, pues al ser meses con menor temperatura promedio, el uso de aires acondicionados disminuye, siendo este componente en el consumo un valor a considerar (de 5 a 7 MWh para meses cálidos).

La misma causa, unida al incremento del régimen de producción provoca un incremento en el mes de junio. Mientras que en el gráfico de control del 2011 con respecto al 2010 se evidencia que el proceso de consumo de energía eléctrica está dentro de los límites establecidos por tres desviaciones estándar con respecto al año 2010. En el caso del gráfico de control del 2012 con respecto al 2011 los puntos correspondientes a los meses de mayo, junio, octubre y noviembre están fuera del área de control, lo cual se explica porque en estos meses se produjeron arribos masivos de materia prima, por lo que el proceso productivo tomó un ritmo superior y esto va acompañado de un incremento en el consumo de electricidad.

Con el análisis de los gráficos de tendencia o de CUSUM se evidenció que el cumplimiento de las medidas de ahorro planificadas, unido a otras medidas emergentes que disminuyeron los consumos energéticos, propiciaron el ahorro de energía eléctrica en el año 2011 con respecto al 2010 en 10 MWh, no siendo así para el 2012 donde hay un sobreconsumo de 40 MWh, lo cual está provocado por la asignación a la empresa de la cantidad de energía necesaria para su funcionamiento normal; mientras que en el año precedente el no consumo significó supresión de servicios de aires acondicionados y el no uso de computadoras en muchos casos.

## **Paso 2.** Identificación de las áreas de uso significativo de la energía y consumo.

Mediante la utilización del Diagrama de Pareto se evidencia que al igual que en años precedentes, la importancia relativa de la electricidad sigue siendo de alrededor del 70%, lo cual es característico de las empresas metalmeccánicas del Grupo Industrial GEM, donde la estructura de consumo en toneladas de combustible equivalente (TCE) de la empresa y los gatos totales por portador energético se muestran en la tabla 1.

<b>Tabla 1. Estructura de consumo en toneladas de combustible equivalente (TCE) y gastos totales en portadores energéticos en unidades monetarias (UM) en la empresa.</b>					
Portador energético	Energía eléctrica	Diesel	Lubricantes	Gasolina	GLP
TCE	71,4	16,2	8,3	4,1	0,1
UM	97 987,8	31 686,7	26 482,4	10 458,8	181,4

### Áreas y equipos mayores consumidores de energía eléctrica:

Debido a la variabilidad de las producciones y reparaciones a terceros, en cuanto a tipo y cantidad, los equipos y áreas mayores consumidores no coinciden en tiempo real de trabajo, se suceden en los meses del año, terminando una producción, para comenzar otra en otros equipos. La intensidad con que trabaja el equipamiento instalado en la empresa en un mes, difiere de la de otros meses, siendo la producción de cilindros hidráulicos la que requiere de mayor consumo de energía que la producción de mangueras hidráulicas. Para hacer un análisis que permita tener en cuenta los consumos de áreas y equipos y la incidencia de estos en el total del consumo del año, se propone considerar un mes hipotético, en el que coincidan todos los equipos trabajando. Al realizar un análisis se obtiene que la fábrica de cilindros hidráulicos es el primer consumidor para un mes a plena carga, en la tabla 2, se muestran los resultados de la estratificación del consumo de energía eléctrica total a nivel de empresa.

<b>Tabla 2. Estratificación del consumo de energía eléctrica (MWh) total a nivel de empresa.</b>		
Fábrica de cilindros hidráulicos	Consumos no asociados	Fábrica de mangueras
28	18	13

En cuanto a la estructura de consumo de energía eléctrica por áreas se evidencia que el maquinado total de cilindros hidráulicos ocupa el primer lugar con el 42%. Las áreas de maquinado total y de cromado, pertenecen a la fábrica de cilindros hidráulicos; mientras los consumidores de grupo

Jatormats + Compresor y Multihusillos, a la Fábrica de Mangueras Hidráulicas, en la tabla 3, se muestra la estratificación del consumo de energía eléctrica por áreas.

Maquinado	No asociados	Compresor y Jatormats	Multihusillos	Cromado
25	18	10	3	3

- Producción de Cilindros Hidráulicos

Los cilindros hidráulicos en su producción, necesitan de mucha más energía que cualquier otro proceso en la empresa. En la fábrica de cilindros existe un gran número de máquinas herramientas dedicadas a este fin, y deben trabajar en serie, pues las operaciones están coordinadas de forma consecutiva. Al analizar los equipos mayores consumidores de energía eléctrica puede verse que durante el proceso de producción de un cilindro hidráulico típico, cerca del 53% de la energía se consume en el proceso de maquinado, en la tabla 4, se muestra la estructura de consumo de energía eléctrico del ciclo de producción.

Maquinado	Cromado	Soldadura	Banco de prueba	Mandrilado	Rectificado	Corte
21,7	6,0	4,1	4,1	3,7	0,6	0,4

Sin embargo, de acuerdo a mediciones realizadas, cromado llega hasta el 15% del total de la fábrica, lo cual indica que debe trabajarse sobre las causas de esta diferencia. En el análisis realizado se obtiene que el consumo de energía eléctrica está concentrado en el grupo de tornos CU-582, haciéndose referencia de este análisis en tabla 5.

Torno CU-582	Fresa FU-321	Taladro VR-4	Torno C11MB	Jatormats	CNC-380
21,7	6,0	4,1	4,1	3,7	0,6

Mientras que en el área de cromado se ve que el equipamiento es numeroso, siendo imprescindible que trabajen todos los componentes al unísono. El de mayor importancia es el extractor (37,6% del consumo), que trabaja sin interrupción durante todo el proceso. La tabla 6, muestra estructura de consumo de energía eléctrica en cromado por equipos.

Extractor	Resistencias	Vast TS.100	Ventilador	Rectificador	Alumbrado	Grúa
37,6	33,0	30,75	12	3,6	3,52	0,2

- Producción de Mangueras Hidráulicas

En la producción de Mangueras Hidráulicas el consumo mayor y fijo lo constituye el compresor con 25 KWh (48% del total). A medida que se agregan al proceso productivo las máquinas Jatormats, se suma el consumo propio de cada una de ellas y el consumo del compresor para producir el aire que consumen las primeras. Aunque el compresor deja de comprimir cuando llega al punto de consignación superior (6,8 bar de acuerdo a lo que demandan los consumidores), su motor continúa trabajando en vacío y consumiendo gran cantidad de energía en ese estado.

- Consumos no asociados al proceso productivo

Con las áreas no productivas (talleres de mantenimiento industrial, taller de herramental, área de oficinas y cocina comedor con almacenes) y el equipamiento correspondiente hasta ahora analizados, se tiene el 79% del consumo total de energía eléctrica de la empresa. Como se ha podido apreciar, los consumos no asociados al proceso productivo, son de una importancia relativa considerable en la

composición del consumo, por lo que en la tabla 7, se muestra la estratificación de la composición de estos.

<b>Tabla 7. Estructura de consumo de energía eléctrica (MWh) de los gastos no asociados a la producción.</b>						
Servicios	Perdidas en transformadores	Uso irracional	Pérdidas en motores	Rechazo	SAC	Alimentadores
9,0	3,0	2,4	2,0	0,8	0,6	0,2

:

El consumo de energía eléctrica en servicios (Mantenimiento, herramental, aires acondicionados, computadoras y alumbrado) constituye el 50% de los consumos no asociados a la producción. En los meses en que el compresor trabaja, producto del alto consumo de este y la baja productividad del sistema, se produce un consumo no asociado a la producción de hasta 5 MWh por trabajo en vacío.

**Paso 3.** Identificación de oportunidades para la mejora del desempeño energético.

A partir de la revisión energética realizada, se han podido apreciar los consumos no asociados al proceso productivo en áreas de oficinas o servicios, transformadores, compresores, motores eléctricos, entre otros, que son de una importancia relativa considerable en la composición del consumo total de la empresa, mayor al 70%, por lo que se usa la técnica "Análisis del modo de falla y efecto, FMEA" para identificar, estimar, dar prioridad y evaluar riesgo de las posibles fallas.

#### **Etapas IV: Resultado del proceso de la planificación energética**

Indicadores de desempeño energético:

Para analizar los indicadores de desempeño energético se utiliza el gráfico de control consumo de energía (MWh) para los años 2010, 2011 y 2012, obteniendo los resultados que se muestran en la tabla 8.

<b>Tabla 8. Análisis de los indicadores de desempeño energético.</b>			
Años	2010	2011	2012
Coeficiente de correlación	0,91	0,87	0,98
Energía no asociada al proceso productivo (%)	75,4	60,0	66,3

Obteniéndose que el indicador MWh/U.F.E (Unidad física equivalente) es válido para evaluar el desempeño energético. También se observa que la energía no asociada al proceso productivo es muy alta; según el diagnóstico realizado las causas que inciden sobre esta son: iluminación de la planta, electricidad consumida por los equipos de las oficinas, áreas acondicionadas tanto de frío como de calefacción, energía utilizada durante los servicios de mantenimiento, precalentamiento de los equipos y los sistemas de tuberías, energía perdida en aire comprimido y transformadores.

Línea base y meta energética:

La línea de base energética es la referencia cuantitativa que proporciona la base de comparación del desempeño energético para un período especificado en la empresa Oleohidráulica Cienfuegos, donde las variables que intervienen en este período son: Producción (UFE), variable independiente y Consumo de energía eléctrica (MWh), variable dependiente. Quedando definidas la línea base, la línea meta y sus componentes como se muestra en la tabla 9.

<b>Tabla 9. Resultados del proceso de la planificación energética en la empresa.</b>		
	Línea de referencia	Coefficiente de correlación
Valores base	$y=0,0217x+15,5779$	0,9516
Valores meta	$y=0,0192x+14,888$	0,974

#### **Etapas V: Planes de acción y control de la planificación energética.**

Con el fin de optimizar la información se procedió a elaborar el proyecto de mejora, al quedar identificadas las entradas que más influyen en las salidas y que son la principal fuente generadora de los altos porcentajes de energía no asociado a la producción. De acuerdo con las prioridades definidas se diseñan los planes de mejora correspondientes utilizando la técnica de las 5Ws (What, Who, Why, Where, When) y 2Hs (How, How much). A través de estos planes se definen, en forma ordenada y sistemática, las estrategias, procedimientos y/o actividades que se requieren para lograr las metas propuestas. Debido a que los planes de acción en su mayoría se logran por inversión, se deja de recomendación continuar la investigación realizando el análisis económico del proyecto. Para el control del proceso de planificación de la empresa Oleohidráulica Cienfuegos luego de la implantación de las acciones de mejora, se propone controlar la variable consumo de energía no asociada a la producción con los indicadores E0b (energía no asociada al proceso productivo según la línea base) y E0m (energía no asociada al proceso productivo según la línea meta).

#### **CONCLUSIONES**

1. Se diseña un procedimiento para la planificación energética según los requerimientos de la NC-ISO 50001: 2011, que puede ser aplicado tanto en organizaciones de producción como de servicio, la cual tiene implícita la mejora continua en los procesos de las organizaciones.
2. La estructura de consumo de energéticos en la empresa objeto de estudio está formada por la electricidad como primer portador energético en importancia, con alrededor del 70% del total y los combustibles ocupan el segundo lugar con el 24 %, donde el consumo de energía eléctrica no asociado al proceso productivo constituye más de 65% del consumo total de la fábrica, siendo el 50% en servicio.
3. Para el establecimiento de la línea base y meta, se trabajó con el período 2009-2012, obteniéndose como línea base  $y=0,0217x+15,5779$  y línea meta  $y=0,0192x+14,888$  donde la energía no asociada a la producción es de 15,579 para la línea base y de 14,8 para la meta debido a las causas para las que se elaboraron proyectos de mejora.

#### **REFERENCIAS**

- [1] BORROTO NORDELO, A.E., "Gestión y economía energética". Cienfuegos, Cuba: Editorial Universo Sur, 2006, ISBN 959-257-114-7.
- [2] BORROTO NORDELO, A. E., "Tecnología de Gestión Total Eficiente de la Energía". Cienfuegos, Cuba: Editorial Universo Sur, 2009, ISBN 959-257-114-7.
- [3] LLOYD'S REGISTER, "Global Energy Management Systems". [en línea], ISO 50001, 2012, [Consulta: 6 de septiembre del 2012], Disponible en: <http://www.pwc.com/mx/es/post-eventos/archivo/2012-07-Foro-de-Gestion-Energetica-ISO-50001-2.pdf>
- [4] International Organization for Standardization, "ISO/FDIS 50001: 2011 Energy management systems - Requirements with guidance for use". ISO 50001: 2011, 2011, 31p.
- [5] CAMPOS AVELLA, J., "Eficiencia Energética y Competitividad de Empresas". Cienfuegos, Cuba: Editorial UNIVERSO SUR, 1998, ISBN 959-257-019-.1.

- [6] MIYASHIRO PÉREZ, L., "Procedimiento para la mejora de procesos que intervienen en el consumo de combustible". Ingeniería Industrial, 2009, vol.30, n.3, ISSN 1815-5936.
- [7] ALPHA BAH, M., "Etapas de la planificación energética en correspondencia con la NC-ISO 50001: 2011 para empresas Metalmeccánicas Cuba". [en línea], tesis(Master en Eficiencia Energética), Universidad de Cienfuegos , 2013, 125p., [Consulta 16 de marzo del 2013], Disponible en: [http://biblioteca.ucf.edu.cu/biblioteca/tesis/tesis-de-maestria/maestria-en-eficiencia-energetica/ano-2013/Tesis\\_M Mamadou Alpha Bah.pdf](http://biblioteca.ucf.edu.cu/biblioteca/tesis/tesis-de-maestria/maestria-en-eficiencia-energetica/ano-2013/Tesis_M Mamadou Alpha Bah.pdf)
- [8] Asociación Española de Normalización y Certificación. "Sistema de gestión energética - Requisitos". UNE 216301: 2007
- [9] FEDERAL MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, NATURE CONSERVATION AND NUCLEAR SAFETY (BMU) AND FEDERAL ENVIRONMENT AGENCY (UBA), "DIN EN 16001: Energy Management Systems in Practice. A Guide for Companies and Organizations". 2010.
- [10] AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (ANSI), "ANSI/MSE 2000: 2008, A Management System for Energy". 2008.
- [11] ISO. "Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos". ISO 9001: 2008, 2008.
- [12] CAMPOS AVELLA, J., "Herramientas de planeación e implementación de la ISO 50001". Universidad del Atlántico, Barranquilla, 2012.
- [13] GUTIERREZ PULIDO H., DE LA VARA R., "Control estadístico de la calidad y seis sigma". McGraw-Hill, 2009, ISBN 978-970-10-6912-7.

## AUTORES

### **Jenny Correa Soto**

Ingeniera Industrial, Máster en Eficiencia Energética, Máster en Ingeniería Industrial, Profesora Asistente, Colaboradora del Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA), Facultad de Ingeniería, Jefa Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cienfuegos, Cuba.  
e-mail: [jcorrea@ucf.edu.cu](mailto:jcorrea@ucf.edu.cu)

### **Aníbal Enrique Borroto Nordelo**

Ingeniero Mecánico, Doctor en Ciencias Técnicas, Profesor Titular, Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA), Facultad de Ingeniería. Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cienfuegos, Cuba.  
e-mail: [aborroto@ucf.edu.cu](mailto:aborroto@ucf.edu.cu)

### **Mamadou Alpha Bah**

Ingeniero Industrial, Máster en Eficiencia Energética. Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente (CEEMA), Facultad de Ingeniería. Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cienfuegos, Cuba.  
e-mail: [mee1101@ucf.edu.cu](mailto:mee1101@ucf.edu.cu)

### **Roxana González Álvarez**

Ingeniera Industrial, Máster en Ingeniería Industrial, Profesora Instructora, Departamento Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cienfuegos, Cuba.  
e-mail: [rgonzalez@ucf.edu.cu](mailto:rgonzalez@ucf.edu.cu)

### **Maidelis Curbelo Martínez**

Ingeniera Industrial, Máster en Producciones más Limpias, Profesora Instructora, Departamento Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cienfuegos, Cuba.  
e-mail: [mcmartinez@ucf.edu.cu](mailto:mcmartinez@ucf.edu.cu)

### **Ana Margarita Díaz Rodríguez**

Ingeniera Industrial, Adiestrada, Departamento Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez", Cienfuegos, Cuba.  
e-mail: [amdiaz@ucf.edu.cu](mailto:amdiaz@ucf.edu.cu)