

# La eficiencia energética en la industria: una solución efectiva para ahorrar energía

**Omar López Delgado<sup>1</sup>**

## **Resumen**

---

Las empresas del sector industrial colombiano, en conjunto con la academia, tienen el reto de interactuar para conocer, aplicar y obtener los beneficios que trae la aplicación de un modelo para el diagnóstico de eficiencia energética. Los resultados de esta herramienta de medición podrían contribuir con el mejoramiento de las metodologías y procedimientos requeridos en los procesos industriales, para contribuir al aumento en la productividad y optimizar el uso de la energía requerida, para así disminuir el impacto que genera la producción de un kilovatio en el medio ambiente. Con estos resultados se establecen indicadores energéticos viables como herramientas para la toma de decisiones que impliquen mejoramiento de instalaciones o adquisición de nuevas tecnologías en las que esté implícito el consumo de energía.

**Palabras clave:** *Eficiencia energética, diagnóstico energético, indicadores energéticos.*

## **Abstract**

---

Companies in the Colombian industrial sector in partnership with the academy are challenged to interact to find, implement, and get the benefits that brings the applying a model for the diagnosis of energy efficiency, since their results, this can contribute to improving methodologies and procedures required in industrial processes contributing to an increase in productivity, and optimizing the use of the required energy in order to reduce the impact generated by the production of a kilowatt in the environment. Bearing these results energy indicators that can be taken as tools for making decisions which involve improvement of facilities or acquire new technologies that power consumption is implied were established.

**Key words:** *Energy efficiency, energy diagnostics, energy indicators.*

---

<sup>1</sup> Ingeniero electricista, Universidad Nacional de Colombia. Esp. Sistemas de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica. Universidad de los Andes, ingeniero consultor e interventor. Docente TCO Escuela Tecnológica Instituto Técnico Industrial ETITC. Director Grupo Investigación GISIE. Correo electrónico: lopezdelgadoomar@yahoo.es.

---

## 1. Introducción

En la actualidad, la expresión *ahorro y optimización de recursos* es un común denominador. Desde la producción y el consumo de energía eléctrica podemos encontrar grandes posibilidades para aplicar este concepto: con la optimización se obtienen reducciones significativas en el costo por facturación de energía eléctrica, y con el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía (FRE) se establecen los sistemas híbridos.

Para apoyar este cambio es de vital importancia el acercamiento de la academia con la pequeña y mediana industria, pues la transferencia de tecnología y conocimiento favorece a la industria, que lo puede apropiarse y aplicar en los procesos de producción, para lograr el uso eficiente de la energía. Por otra parte, se disminuye el costo que esta aporta al producto final, lo que mejora su competitividad en el mercado. Del mismo modo, se acatan las normas que el Gobierno nacional establece en materia de promoción del ahorro.

En el panorama mundial, el consumo de energía eléctrica se incrementa anualmente en un 2%; la mayoría de ella proveniente de una fuente primaria: extraída de combustibles fósiles o fuentes de energía no renovables (FENR). De estas fuentes, el petróleo representa un suministro del 35%, el gas natural 25%, y el carbón 25%, para un total del 80%. Estas fuentes son las principales responsables de la contaminación global por el proceso de combustión; se generan emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera, que crecen al 2,1% anual y que contribuyen a los cambios climáticos: el calentamiento global y las lluvias ácidas. Del 20% restante de suministro de energía, solo el 11% se consigue con fuentes renovables (FRE): 7% nuclear y el 2% agua.

Los diagnósticos realizados en algunas empresas del sector industrial colombiano evidencian que, en la mayoría de las instalaciones eléctricas industriales, se derrocha entre un 10% y 40%

de la electricidad adquirida en las empresas distribuidoras de energía eléctrica. Este hecho se debe a la selección y operación inadecuada de los equipos, fallas en los sistemas de distribución de la electricidad, sobrecalentamiento en máquinas eléctricas, variadores de velocidad que fallan por armónicos en la red, redundancia de iluminación o iluminación deficiente por quema de luminarias, etc.

Algunas de las medidas que se pueden adoptar para optimizar el uso de la energía eléctrica en la industria y de esta manera reducir los costos por facturación de energía eléctrica son: cambiar de comercializador de energía si este no cumple con la calidad requerida; cambiar el nivel de tensión; instalar banco de condensadores; procurar cambios de tecnología (automatizar procesos); reingeniería de procesos o reconversión de procesos y equipos.

El mayor consumo eléctrico en la industria se da en la fuerza motriz (motores eléctricos), que está entre el 46% y el 67% del consumo total; por tanto, es necesario –además de las medidas mencionadas en el párrafo anterior– implementar medidas como el cambio de motores estándar por motores de alta eficiencia; acondicionar arranques suaves o electrónicos; implementar accionamientos eléctricos de frecuencia variable sin distorsionar la alimentación eléctrica de los equipos; el cambio de motores giratorios estándar por motores lineales según las condiciones lo permitan.

## 2. La eficiencia energética y el ahorro de energía

El objetivo de un diagnóstico de eficiencia energética es mantener o mejorar los resultados de productividad, utilizando la menor cantidad de recursos energéticos, para generar un menor impacto ambiental. Se trata de no aumentar la capacidad de generar energía, sino más bien reducirla utilizando los recursos disponibles. Para este fin, se establecen algunas propuestas generales como:

- Usar menos energía.
- Emplear menos combustible.
- Utilizar toda la vida útil de maquinarias y equipos.
- Optimizar los procesos.
- Promover la reconversión de maquinaria.

El factor que hace necesaria la aplicación de diagnósticos energéticos para determinar la eficiencia en el sector de producción industrial refiere a las cifras divulgadas por la Oficina de Evaluación Tecnológica del Congreso de los Estados Unidos (PRIEN), en las que se establece que

**2.1.** El consumo global de energía en el sector industrial es del 40% de la energía eléctrica, el 77% de carbón y derivados y el 37% del gas natural, siendo por tanto este sector el principal contribuidor a las emisiones de CO<sub>2</sub>.

**2.2.** El consumo eléctrico por sector y uso de la pequeña y mediana industria es:

Fuerza motriz	67%
Procesos térmicos	20%
Iluminación	6%
Distribución interna	3%
Otros usos	4%

**2.3.** Los problemas de tipo técnico y operativo que afectan el día a día de muchas empresas del sector industrial y que causan fallas en los procesos son los siguientes: caídas de operación; daños en equipos y tarjetas electrónicas; accidentes e incidentes por quemaduras o lesiones al personal técnico; riesgos de incendio, explosión y muchos otros. Problemas que se están convirtiendo en un costo elevado –pero oculto para las empresas– hasta que sucede un accidente.

### 3. Beneficios de la eficiencia energética

Entre los principales beneficios que se logran al implementar los modelos de eficiencia energética están:

- Disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera y por tanto disminución del impacto sobre el cambio climático, reduciendo los gases de efecto invernadero.
- Ahorro en el consumo energético entre 10% y 45% frente al consumo energético actual.
- Cumplimiento de normas de carácter medioambiental.
- Mejora de la imagen de la empresa en el mercado.
- Participación en los programas de responsabilidad social corporativa.

### 4. Impacto del diagnóstico energético en la industria

Dentro de todos los modelos propuestos para el logro de la eficiencia energética, se plantea la realización de un diagnóstico energético adecuado, con las siguientes finalidades:

- Determinar y analizar la demanda de la industria objeto del estudio.
- Evaluar los consumos por proceso, maquinaria y equipo.
- Identificar factores que afecten el consumo.
- Asignar costos individuales por consumo.
- Analizar el factor de potencia.
- Optimizar la iluminación y cada una de las instalaciones eléctricas.
- Regular la combustión.

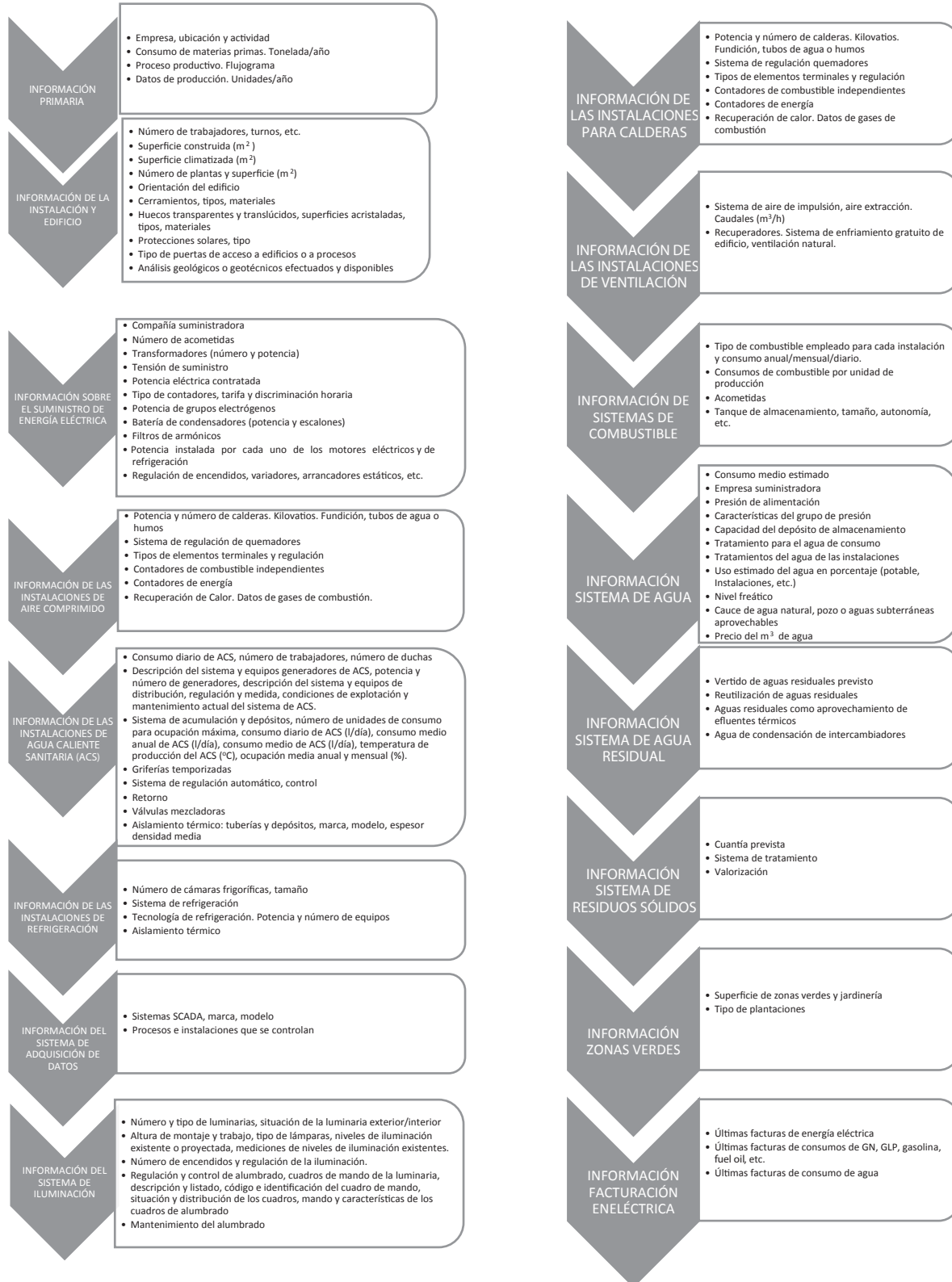
- 
- Analizar los rendimientos en las calderas o generadores de vapor.
  - Controlar las pérdidas y aislamientos térmicos.
  - Optimizar las purgas y el uso del vapor de escape en circuitos de vapor.
  - En general, optimizar procesos (automatizando).

Tras este análisis especializado, se redacta un *plan de ahorro energético específico*. En este plan se tienen en cuenta los parámetros evaluados, con el objetivo de disminuir el consumo. Cada uno de estos parámetros se clasifica según el ahorro energético y económico que supondría la inversión necesaria para implementarlo y el período de retorno económico.

Así, en el tema de eficiencia energética, para estar a la vanguardia en ahorro energético, toda industria debe:

- Implementar un plan de ahorro energético.
- Dar seguimiento para la mejora continua.
- Mejorar los procesos y las instalaciones.
- Monitorear consumo y costos energéticos.
- Investigar y promover el uso de energías renovables.
- Diseñar una estructura, establecer los procedimientos y proveer los recursos.
- Evaluar el cumplimiento de requisitos legales.
- Establecer los objetivos y alcances de las mejoras energéticas.

## 5. Información requerida para el diagnóstico de eficiencia energética de una industria



## 6. Modelo sugerido para la creación de un plan de acción en gestión energética integral en la industria

### ETAPA 1

#### CONFIABILIDAD OPERATIVA

Mejora de la infraestructura eléctrica

Conseguir o levantar los planos eléctricos de

- Diagramas unifilares
- Plan de rutas de cableado, red normal, emergencia, regulada, etc.
- Ubicación de equipos y tableros

Realizar la evaluación de calidad de la energía

- Monitorear la calidad de potencia
- Medir los aspectos energéticos de procesos
- Realizar diagnósticos predictivos utilizando equipos de medición como termógrafos, vibraciones, ultrasonido, etc.
- Evaluar y medir el sistema de puesta a tierra (SPT)
- Diseñar el apantallamiento contra descargas atmosféricas (rayos)

Analizar el sistema eléctrico, realizar estudios de

- Estudio de cortocircuito
- Estudio de flujo de cargas y reactivos
- Estudio de coordinación de protecciones
- Estudio de energía incidente (arc-flash)
- Diseñar sistema de puesta a tierra
- Diseñar sistemas de apantallamiento y protección contra rayos

#### 1.1.2. CAPACITACIÓN AL PERSONAL

Realizar capacitación al personal de planta a través de

- Charlas básicas
- Talleres prácticos
- Formación especializada en temas de estudios y evaluaciones energéticas

#### 1.1.3. ACCIONES DE SOLUCIÓN

En esta etapa se diseñan y seleccionan las soluciones a problemas detectados en la etapa 1, se implementan las soluciones o mejoras.

### ETAPA 2

#### MEJORA DE LA OPERACIÓN ELÉCTRICA

Realizar un plan RETIE, reglamento de instalaciones eléctricas

- Evaluación de riesgos eléctricos
- Verificación de cumplimiento de normas y reglamentos
- Definición de acciones de mejora

Dentro de esta etapa está la seguridad y salud ocupacional, por lo que es necesario tener presentes las siguientes consideraciones:

- Reglas y procedimientos de trabajo eléctrico
- Plan de seguridad industrial
- Higiene industrial. Panoramas de riesgo
- Permisos de trabajo eléctrico
- Utilización de EPP (elementos de protección personal)

### ETAPA 3

#### EFICIENCIA OPERATIVA

##### MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Realizar auditoría energética llevando a cabo

- Mediciones de procesos
- Balances de masa y energía diagramas Sankey
- Control de pérdidas y fugas
- Aspectos ambientales
- Definición de acciones de mejora

Crear indicadores energéticos con los siguientes aspectos:

- Análisis de consumos de energía globales
- Análisis de consumos de energía por proceso y por área
- Cuadro de mando y control energético

Se debe crear el comité URE con objetivos precisos:

- Definiciones y alcances
- Responsables y acciones
- Hacer cartillas y formar al personal sobre URE
- Realizar medición de metas y objetivos
- Crear el Plan URE

#### 1.3.2. CAPACITACIÓN AL PERSONAL

Capacitar al personal de planta a través de

- Asistencia técnica
- Charlas básicas
- Talleres prácticos
- Formación especializada en ciertos temas

#### ACCIONES DE SOLUCIÓN

En esta etapa se diseñan y seleccionan las soluciones a problemas detectados en las etapas 1, 2 y 3, implementadas las soluciones o mejoras

### ETAPA 4

#### MEJORAS CONTINUAS DEL PROGRAMA

Realizar una evaluación energética sobre

- Gestión de procesos
- Sustitución de energéticos
- Sustitución de tecnología
- Gestión de seguridad y salud ocupacional
- Gestión de confiabilidad operativa

#### 1.4.2. MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Dentro del mantenimiento predictivo se debe tener en cuenta

- La automatización y control de variables del proceso en tiempo real
- El análisis de datos y consumos en tiempo real
- El seguimiento de indicadores y del cuadro de mando y control en tiempo real

#### 1.4.3. CREACIÓN DEL COMITÉ DE GESTIÓN ENERGÉTICA

En este comité se deben crear

- Los planes de acción actual y futuro
- Los proyectos financiables
- Los planes de capacitación permanente

## 7. Marco normativo colombiano sobre eficiencia energética y uso racional de energía

En Colombia rige desde el año 1994 la Ley 143 como marco normativo del servicio público domiciliario de energía eléctrica; desde esta se menciona el ahorro de energía. Posterior a esta ley se han establecido las siguientes leyes, decretos y resoluciones en relación con el mismo tema:

- Ley 508 de 1999, artículo 4.º: Uso racional y eficiente de la energía.
- Ley 697 de 2001 URE, artículos 6.º y 8.º: Eficiencia energética, ESP.
- Decreto 3683 de 2003. Introduce el concepto de servicios energéticos.
- Resolución 180609 de 2006 del Ministerio de Minas y Energía. Establece los subprogramas dentro de los cuales se incluyen las actividades relacionadas con la eficiencia energética.
- Decreto 2501 de 2007. Identifica productos y procesos URE.
- Resolución 180919 de 2010: Adoptó el Plan de Acción Indicativo 2010-2015 para desarrollar el Proure.
- Decreto 3450 de 2008. Sustitución de las fuentes de iluminación.
- Decreto 2532 de 2001 (IVA), artículo 6.º, literal j.
- Ley 1715, mayo de 2013. Promueve el desarrollo de las fuentes no convencionales de energía (FNCE) e integración al mercado eléctrico.

En el marco internacional está la norma ISO 50001 de 2011, Sistemas de Gestión de Eficiencia Energética, la cual permitirá mejorar la calidad de la información con que se calculan las emisiones de gases efecto invernadero, para facilitar la determinación de la huella de carbono.

## 8. Conclusiones

En Colombia actualmente existen el marco normativo y la fuente de financiación de recursos para adelantar proyectos de eficiencia energética; en este sentido, se requiere la integración entre industria y la comunidad investigativa para el desarrollo de estos proyectos ya que así se podría generar en el sector industrial una concientización del uso eficiente de recursos, para obtener productos y subproductos que evidencien la reducción de costos energéticos e incrementar la productividad y competitividad.

Con la realización del diagnóstico energético se da el primer paso para la implementación de modelos de eficiencia energética en la industria y se determinan los correctivos necesarios en los procesos para lograr las metas de los programas del Gobierno nacional. Si se hacen **más eficientes** los procesos industriales –mejorar la productividad y de esta forma optimizar el uso de la energía–, se disminuye el impacto sobre el medio ambiente y se reducen los costos energéticos.

## 9. Referencias bibliográficas

- Procobre (1999). *Uso eficiente de la energía eléctrica*.
- OLADE: Viera de Carvalho, Arnaldo, Manuel Poveda Almeida y Juan Zak. “Diseño de programas de eficiencia energética. La experiencia de Olade”. *Revista Energética* n.º 3. Tema: eficiencia energética, septiembre-diciembre 1996, pp. 6 y 7.
- Flechas Villamil, J. (julio de 2009). “GEI, nuevo programa de gestión energética integral en sistemas eléctricos. Artículo revista *Genel Ltda*.”
- IEA (International Energy Agency) [www.iea.org](http://www.iea.org), World Energy Outlook 2012. (Released on 12 November 2012).

---

B. Bodlund Johansson and R. H. Williams (eds) (1989). *Electricity. Efficient End-Use and New Generation Technologies, and their Planning Implications*; Lund University Press.

Norma EN16001 - Sistema de Gestión de Energía, Norma ISO 50 001, Sistema de Gestión de Energía. [www.minminas.gov.co/minminas/.../AplicacionDeLaNormalISO50001.p](http://www.minminas.gov.co/minminas/.../AplicacionDeLaNormalISO50001.p).

UPME, Colciencias, Universidad del Atlántico. *Eficiencia energética en motores eléctricos*.

Quispe, E. (2000). *Aplicación eficiente de motores de inducción*. Libro. Editor: Contactos Mundiales. Cali (Colombia).

Oportunidades de ahorro energético en motores eléctricos <http://www.baldor.com/support/Literature/Load.ashx/BR1202-Number=BR1202-G>.

