

# METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN DEL USO DE LA ENERGÍA TÉRMICA, ELÉCTRICA Y FRIGORÍFICA EN LA INDUSTRIA DE PROCESOS Y POTENCIA

Fecha enviada: 1 abril 2025

Fecha corregida: 5 mayo 2025

Mario Santizo Calderón<sup>1</sup>

## RESUMEN

En este artículo se presenta una breve introducción de la metodología para la realización de un estudio de energía térmica, eléctrico y frigorífico. Para (Kiameh, 2003), el estudio de Optimización del Uso de la Energía Térmica y Eléctrica y frigorífica es una herramienta que utiliza como base analizar los consumos de energía y el grado de su aprovechamiento en las empresas.

Se establece, mediante procedimientos técnicos, el uso de la energía en una empresa, lo que permite optimizar su uso (disminuir consumo energético) y, por consiguiente, reducir los costos de producción, sin afectarlos.

El ahorro que se obtiene de un estudio de energía depende del proceso productivo, automatización y mantenimiento.

En los procesos de aceites y grasas, jabones y detergentes, cerveceras, fábricas de alimentos, huleras, bebidas carbonatadas, fertilizantes, fábricas de cemento, maquilas de ropa con teñido de tela y otros procesos; el ahorro obtenido oscila entre 8% a 22%.

Esta metodología representa un aspecto

concreto de lo que consideran las normas ISO 50001 de sistemas de gestión de la energía.

**Palabras claves:** estudios y ahorro de energía, energía eléctrica, vapor, optimización y Normas ISO 50001.

## ABSTRACT

This article proposes a methodology for conducting a study of thermal, electrical and refrigeration energy. According to (Kiameh, 2003), the study of the Optimization of the Use of Thermal and Electric Energy is used to analyze the consumption of energy and the degree of its use in companies.

It is used to establish, through technical procedures, the use of energy in a company, that helps to reduce production costs, without affecting them.

The savings obtained from an energy study depends on the production process, automation and maintenance.

Applying the methodology to processes of oils and fats, soaps and detergents, breweries, food factories, rubber trees, carbonated beverages, fertilizers, cement factories, clothing mats with fabric dyeing and other processes; the savings obtained oscillated between 8% and 22%.his methodology represents a very concrete summary of the ISO 50001 standards of energy management systems.

---

<sup>1</sup> *PhD en eficiencia Energética, Master en Energía Renovable y Eficiencia Energética y en Ingeniería del Azúcar, egresado de la Universidad de San Carlos de Guatemala como Ingeniero Químico, Código 472 del Registro Nacional de Investigadores (RNI), Ha dictado seminarios sobre energía y procesos a gerentes de producción a nivel de Centroamérica y Panamá, dirigido industrias de cemento, aceites y grasas, jabones y detergentes, extractoras de minerales metálicos y director de la División de Servicios Técnicos Industriales del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial ICAITI). Dirigió el programa regional (Centroamérica y Panamá) CURECA sobre eficiencia energética en la industria y en el sector vehicular de la Comisión Europea. Ha realizado 135 estudios de energía a nivel de Centroamérica, Panamá y Brasil, profesor en varias universidades nacionales e internacionales y ha impartido 32 cursos diferentes correspondiente al área profesional de Ingeniería Química y energía en Licenciaturas, Maestrías y Doctorados en el área de eficiencia energética y sostenibilidad ambiental. Ha sido Decano de la Facultad de Ingeniería y Director de Ingeniería Química en la Universidad Rafael Landívar durante 10 años. Es autor del libro: Balance de materia y energía para equipos de proceso y de potencia con ISBN 99922-2.335-9. Aparece en la revista Who is Who in the World of United Nations Framework Convention on Climate Change . Email: [proenergia.com@gmail.com](mailto:proenergia.com@gmail.com)*

# METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN DEL USO DE LA ENERGÍA TÉRMICA, ELÉCTRICA Y FRIGORÍFICA EN LA INDUSTRIA DE PROCESOS Y POTENCIA

Fecha enviada: 1 abril 2025

Fecha corregida: 5 mayo 2025

**Keywords:** Studies of energy, steam, electric power, energy saving, optimization, ISO 50001 standards.

este (Santizo, 2008).

## INTRODUCCIÓN

En todas las empresas industriales existen pérdidas innecesarias de energía, representan mayores gastos para la economía de la producción<sup>2</sup>. A través de un estudio de Optimización del Uso de la Energía Térmica y Eléctrica se logra reducir estas pérdidas y aumentar el rendimiento productivo.

Siguiendo a (Santizo, 2008), éste estudio es un método científicamente organizado cuyo objetivo final es proporcionar un uso racional de energía sin perjuicio de la calidad de la producción. El objetivo de un estudio es ahorrar energía y/o incrementar la capacidad productiva<sup>3</sup>.

Para (Vanek & Albright, 2008), el incremento de los precios de la energía y la necesidad de competir en mercados internacionales ha obligado a los industriales a buscar los medios que permitan disminuir los costos de producción. En los países del área centroamericana ya son varias las empresas que han iniciado con éxito este tipo de estudios; sin embargo, son muchas las empresas en las que aún se desconocen estas técnicas. Hay algunas empresas, por otro lado, en las que la gerencia consciente de la necesidad de hacer un uso racional de la energía ha adoptado medidas aisladas, pero no un estudio energético integral, y así no han logrado los resultados esperados.

“Un estudio energético tendrá características propias según el tamaño de la empresa, su complejidad y según el monto de su cuenta anual por energía. Se han obtenido ahorros monetarios correspondientes a un rango que oscila entre un 7% a un 24%, dependiendo del área Industrial, del grado de aprovechamiento energético y del grado de automatización de

El estudio integral de energía implica una serie de acciones que han de realizarse dentro de la empresa, y en las cuales necesariamente tienen que estar involucrados la gerencia y todo el personal de la empresa.

Es necesario para esto, conocer lo que es un estudio de Optimización del Uso de la Energía Térmica y Eléctrica: “es una herramienta que se utiliza para analizar los consumos de energía y el grado de su aprovechamiento en las empresas. Se utiliza para establecer, mediante procedimientos técnicos, el uso que se hace de la energía en una empresa, lo que permite recomendar los métodos para Optimizar su Uso (disminuir su consumo) y, por consiguiente, reducir los costos de producción” (El-Wakil, 2002).

Básicamente, es un análisis progresivo que revela dónde y cómo es utilizada la energía en una empresa y cómo ésta debe ser usada eficientemente. Las fuentes principales de información histórica del consumo y del costo de la energía son las facturas. Además de conocer la información presentada en éstas, el consumidor debe familiarizarse con las características de su estructura, como lo son: la carga base, la relación entre el nivel de consumo y la carga unitaria, la carga por demanda, la demanda contratada, la cláusula por ajuste de combustible y la corrección por volumen.

La energía eléctrica consumida es verificada utilizando analizadores de energía y verificando las horas mensuales de operación. Es preciso hacer resaltar que los precios de la electricidad varían en bloques según la cantidad de energía consumida, lo cual es importante al evaluar el costo de la energía, pues una reducción en el consumo y/o

<sup>2</sup> Independiente de la automatización

<sup>3</sup> En los estudios de energía se puede incrementar la productividad hasta en un 4%

# METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE OPTIMIZACIÓN DEL USO DE LA ENERGÍA TÉRMICA, ELÉCTRICA Y FRIGORÍFICA EN LA INDUSTRIA DE PROCESOS Y POTENCIA

Fecha enviada: 1 abril 2025

Fecha corregida: 5 mayo 2025

la demanda puede significar un cambio a un bloque de menor costo. En el caso de los combustibles hay que considerar un factor<sup>4</sup>.

## PROCEDIMIENTOS GENERALES DEL ESTUDIO ENERGÉTICO

### **I. Recolectar y analizar los datos de consumo:**

La primera fase de un estudio es recolectar y analizar los datos disponibles de costo y de consumo de energía, con el propósito de:

1. Examinar la historia del consumo y de los costos de energía.
2. Determinar la energía empleada para cada área del proceso.
3. Determinar el consumo de energía por unidad de producción.

Las fuentes principales de información histórica del consumo y del costo de la energía son las facturas. Además de conocer la información presentada en éstas, el consumidor debe familiarizarse con las características de su estructura, como lo son: la carga base, la relación entre el nivel de consumo y la carga unitaria, la carga por demanda, la demanda contratada, la cláusula por ajuste de combustible y la corrección por volumen.

### **II. Recorrer la empresa:**

Completada la fase anterior, el experto en energía inicia un recorrido por la planta y mantiene comunicación con los ingenieros de proceso, operadores y con el personal administrativo, para obtener una visión completa y equilibrada de la empresa, (Santizo, 2008).

Los objetivos de esta fase son:

- Describir los consumos de energía por área.
- Familiarizarse con la operación del proceso productivo.
- Identificar posibles oportunidades de conservación de energía.

### **III. Efectuar las mediciones:**

Cuando ya son conocidos los aspectos anteriores, el experto determina los puntos clave para efectuar las mediciones de energía que

constituye la base del estudio para determinar los proyectos de ahorro energético y cuantificarlos, usualmente se realizan en:

- Las acometidas principales de la empresa<sup>4</sup>
- Los consumidores mayores de energía eléctrica
- Los motores y la iluminación
- La producción de vapor y/o calor y los consumidores mayores
- Recuperación de calor y/o vapor
- Refrigeración y aire acondicionado
- Procesos específicos

### **IV. Determinar los perfiles de energía:**

Se determina el perfil energético, que es el balance entre la energía consumida y la energía utilizada incluidas las pérdidas, que el experto obtiene basado en la información de la empresa, en las observaciones y las mediciones realizadas en el área eléctrica, térmica y frigorífica.

Es recomendable expresar este perfil en términos energéticos y monetarios incluyendo las áreas que contribuyen al

<sup>4</sup> Factor por volumen, principalmente en el búnker C

gasto de energéticos. El perfil es presentado en gráficas, diagramas y cuadros comparativos, según sea el caso: diagrama de barras o pastel.

## V. Identificar los proyectos de ahorro energético:

Los proyectos de ahorro vienen caracterizados por la identificación de oportunidades de conservación de energía (OCE's), que son toda oportunidad de disminuir, sustituir y/o recuperar energía, a través de variables de operación eficientes, equipos eficientes o técnicas de operación y mantenimiento. (Rayaprolu, 2009)

La identificación y evaluación de las OCE's en el área de vapor y/o calor, sistemas eléctricos paneles de distribución, motores, aire comprimido, aire acondicionado, refrigeración, y procesos específicos como carbonatación y termutación, se identificarán y evaluarán presentándolas con el detalle que se requiera de acuerdo con el proyecto identificado, conteniendo cada uno de ellos las siguientes partes:

1. Recomendación
2. Justificación
3. Ahorro energético
4. Ahorro monetario
5. Inversión estimada
6. Período compuesto de recuperación de la inversión o costo del ciclo de vida<sup>5</sup>

## VI. Estimaciones y evaluación

Una vez que los Proyectos de ahorro (OCEs) han sido identificados, se realizarán las mediciones necesarias<sup>7</sup> para evaluar los proyectos.

## VII. Reunión con el consejo directivo

Al tener listo el informe, debe presentar y explicar el estudio de Optimización del Uso de la Energía Térmica y Eléctrico desde un punto de vista técnico y financiero ante el Consejo

Directivo que requiere el mismo. Como consecuencia pueden realizarse medidas correctivas al informe y presentarlo de nuevo para su aceptación.

## CONCLUSIONES

1. Los estudios de energía es una metodología comprobada y de acuerdo con los lineamientos de la norma ISO 50001
2. Se requiere equipo de medición especializado para monitorear las variables en el proceso.
3. Debido a las áreas de proceso involucradas y diferentes tecnologías, se requiere de experiencia amplia para realizar un estudio de energía térmica, eléctrica y frigorífica adecuado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Armstrong International Inc. (1998). *Guía para la conservación de vapor en el drenado de condensados*. Estados Unidos: Armstrong.
- Armstrong International Inc. (1998). *Manual de vapor*. Estados Unidos: Armstrong .
- El-Wakil, M. M. (2002). *Powerplant Technology*. New York: McGraw Hill.
- Farret, F., & Simoes, G. (2006). *Integration of Alternative Sources of Energy*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Kiameh, P. (2003). *Power Generation Handbook*. United States of America: McGraw Hill.
- Rayaprolu, K. (2009). *Boilers Power and Process*. United States of America: CRC Press

---

<sup>5</sup> Proyectos identificados requieren de mayor análisis financiero y se debe recurrir al VAN, TIR y Payback.

- Santizo Calderón, M. (2007). *Balance de Materia y Energía para procesos y potencia*. Guatemala: Policolor.
- Santizo, M. (2002). *Administración y utilización de la Energía en su Industria*. Guatemala: ICAITI.
- Srivastava A, Raja, A., & Dwivedi, M. (2006). *Power Plant Engineering*. New Delhi: New Age International.
- Vanek, F., & Albright, L. (2008). *Energy Systems Engineering Evaluation & Implementation*. New York: MC Graw Hill.
- Palacios J.L, P. A. (2015). Técnicas de Gestión Energética en Sistemas de Vapor. *Revista Politécnica*, 32(3).
- Roca, S. M. (2007, Octubre). Beneficios en sistemas de vapor por medio de una correcta instalación y selección de trampas. Ciudad de Guatemala, Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- San juan, D. (2016, Abril 4). *Golpe de ariete*. Retrieved Agosto 20, 2021, from 0grados: <https://0grados.com.mx/golpe-de-ariete-consecuencias-y-prevenciones/>
- Thuman, A., & Dunning, S. (2008). *Guide to Energy Conservation* (Ninth Edition ed.). New York: Fairmont Press, Inc.
- Totten, G., & Mackenzi, S. (2000). *Handbook of Aluminium: Physical Metallurgy and Process* (Vol. volumen 1). New Dehli: Atlantic.
- Vanek, F., & Albright, L. (2008). *Energy Systems Engineering: Evaluation & Implementation*. New York: Mc Graw Hill.
- Advanced Manufacturing Office. (2012, Enero). *U.S Department of Energy*. Retrieved from Energy efficiency & Renewable Energy: [https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/05/f16/steam4\\_boiler\\_efficiency.pdf](https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/05/f16/steam4_boiler_efficiency.pdf)
- Alan Rossiter, B. J. (2019). *Process Energy Management*. John Wiley & Sons, Inc. doi:10.1002/0471238961.0514051819200509.a01.pub3
- Alfaro, D. A. (2013, 11). Diseño de un sistema de secado a base de vapor para arroz en granza. Ciudad de Guatemala, Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Armstrong International, Inc. (n.d.). *Armstrong International*. Retrieved Septiembre 1, 2021, from <https://www.armstronginternational.com/files/products/traps/pdf/n101spanish.pdf>
- Bellasmil, J. J. (2015, Octubre). Disminución de los costos de producción de conservas de atún optimizando el uso de vapor. Universidad Nacional de Trujillo.
- Bithern group. (n.d.). Manual de vapor, purgadores y trampas de vapor. . Madrid, España.
- Cengel, Y., & Ghajar, A. (2011). *Transferencia de Calor y Masa - Fundamentos y Aplicaciones* . México: Mc Graw Hill.
- Coulson, J., Richardson, J., Backhurst, J., & Harker, J. (2004). *Chemical Engineering* (Vol. 1). Great Britain: Elsevier. Obtenido de 0 7506 4444 3
- Palacios J.L, P. A. (2015). Técnicas de Gestión Energética en Sistemas de Vapor. *Revista Politécnica*, 32(3).
- Roca, S. M. (2007, Octubre). Beneficios en sistemas de vapor por medio de una correcta instalación y selección de trampas. Ciudad de Guatemala, Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- San juan, D. (2016, Abril 4). *Golpe de ariete*. Retrieved Agosto 20, 2021, from 0grados: <https://0grados.com.mx/golpe-de-ariete-consecuencias-y-prevenciones/>
- Spirax sarco. (n.d.). *Spirax Sarco, first for steam solutions*. (Vol. volumen 1, Steam process)