

# EFICIENCIA ENERGÉTICA

Claudia Sánchez, Hermann Fuquen, Consultores en Innovación Tecnológica

**Resumen** — La eficiencia energética (EE) se define como el cociente entre la energía requerida para desarrollar una actividad específica, y la cantidad de energía primaria usada para el proceso. El concepto de EE ha tomado auge ya que se ve como una solución a dos temas críticos de la agenda del sector industrial actual: el consumo energético y la generación de gases de efecto invernadero. El presente artículo pretende ampliar el concepto de eficiencia energética desde la literatura, tener una visión general del estudio del consumo energético en diferentes industrias, revisar los componentes de un sistema de eficiencia energética y evidenciar las capacidades y esfuerzos realizados en Colombia, para generar un movimiento que logre consolidar la Eficiencia Energética en el país.

**Palabras Clave** — Eficiencia Energética, Consumo Energético, Sistemas de Eficiencia Energética.

## 1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se ha experimentado un incremento en la preocupación relacionada con el consumo energético y la generación de gases de efecto invernadero. Cagno et al (2012) mencionan la importancia que ha tomado la eficiencia energética para dar respuesta a esta problemática, ya que por ejemplo, en Europa esta práctica se considera como el mejor método para lograr los objetivos de la Comisión Europea (reducción tanto del consumo energético como de la generación de gases efecto invernadero en 20%) (Cagno, Worrell, Trianni & Pugliese, 2012).

La eficiencia energética (EE) se define como el cociente entre la energía requerida para desarrollar una actividad específica, y la cantidad de energía primaria usada para el proceso. Se considera una parte esencial del futuro de la energía sustentable, ya que permite la disminución del consumo de energía, los gases de efecto invernadero y las emisiones, y a la vez genera oportunidades de inversión, facilitando la creación adicional de nuevos puestos de trabajo (Administración de Información de Energía - EIA, 2012). El incremento en la eficiencia puede ampliar la productividad de los recursos básicos de energía. (Kreith, y otros, 2007). Este cociente (EE) se integra a un concepto más amplio, conocido como desempeño energético, el cual incluye adicionalmente el uso de la energía, su consumo y su intensidad.

En Colombia se ha dado inicio mediante diversas acciones producidas desde la academia, el estado y algunas empresas del sector energético a la promoción y la adopción de actividades e implementación de Sistemas de Eficiencia Energética, sensibilizando al sector productivo sobre su importancia y beneficios.

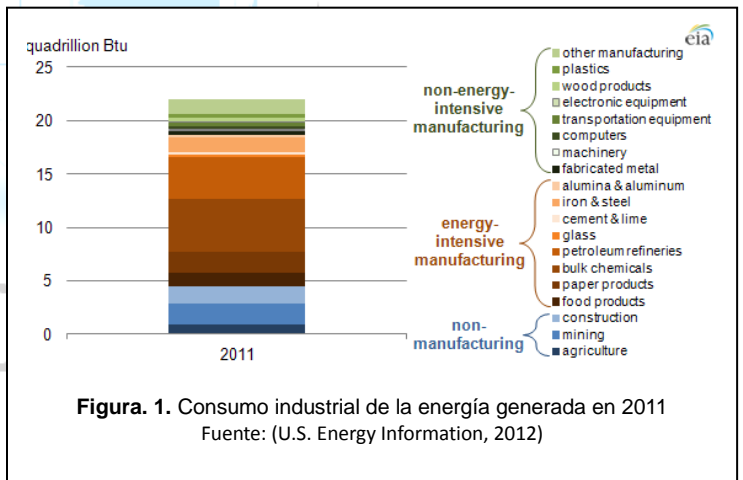
En el presente artículo se estudian aspectos del consumo energético en el sector productivo (manufacturero), particularmente dos subsectores. Se describen los sistemas de eficiencia energética y algunas razones por las cuales no han sido ampliamente difundidos según algunos autores, y se hace una reseña de la situación de esta práctica en Colombia.

## 2. CONSUMO ENERGÉTICO EN EL SECTOR PRODUCTIVO.

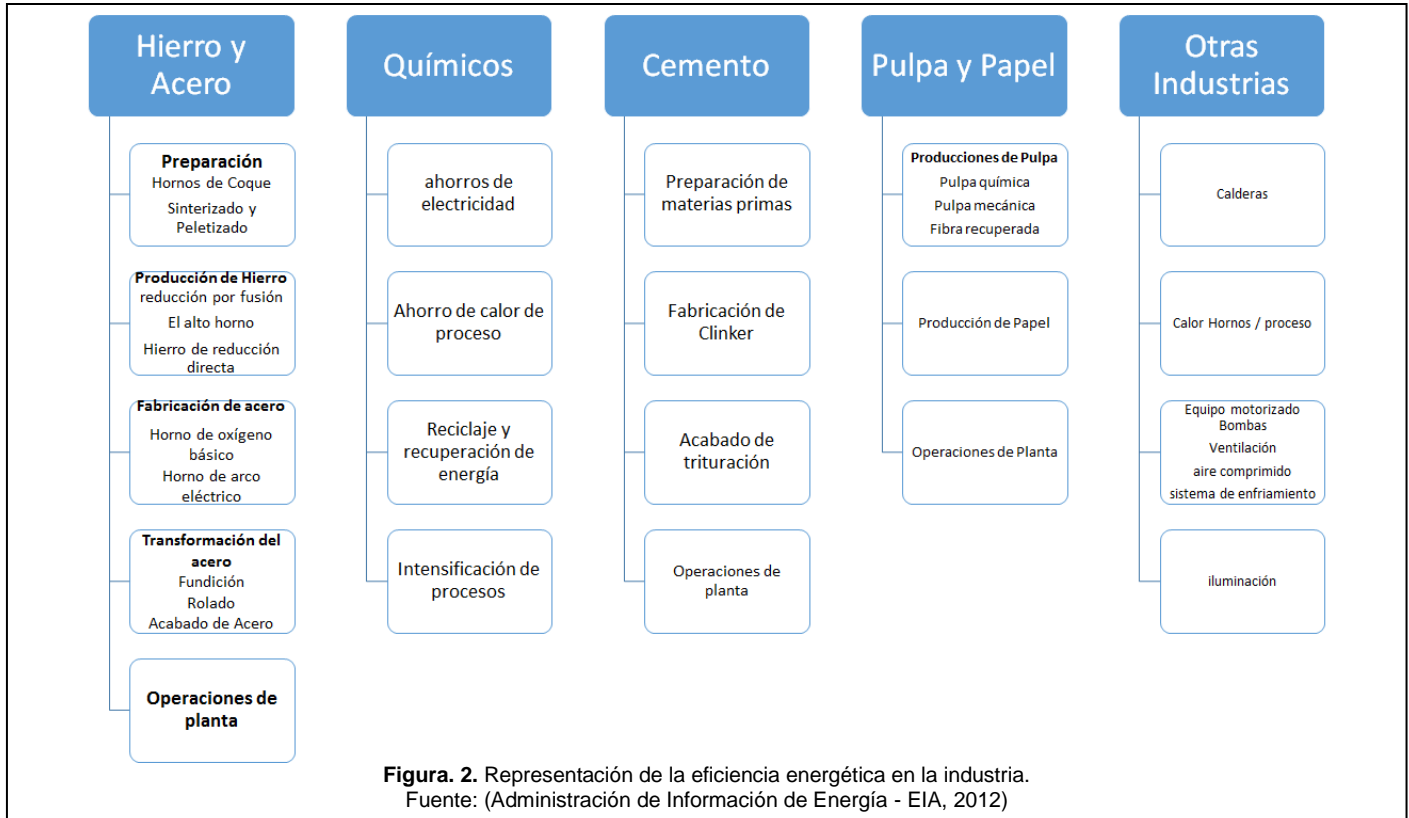
El consumo de energía en el sector industrial ha sido clasificado por la Administración de Información de Energía (EIA), en manufactura

intensiva en energía, manufactura no intensiva en energía y actividades consumidoras de energía, que no son de manufactura. De la industria, que es responsable aproximadamente por el 50% del consumo de la energía generada mundialmente (Napp, Gambhir, Hills, Florin, & Fennell, 2014), se espera una contribución importante para el desarrollo de programas de eficiencia energética.

Los procesos industriales como la fabricación de acero, cementos, y sectores de refinería son particularmente intensivos en energía. Juntos generan aproximadamente 30% o más del consumo total de energía (Napp, Gambhir, Hills, Florin, & Fennell, 2014). De acuerdo con las proyecciones de la agencia EIA para el 2035 la industria cementera, entre otras, se mantendrá intensiva en consumo de energía, lo cual fue proyectado a partir de los datos que se observan en la Figura 1



Estudios encabezados por la EIA identificaron oportunidades para mejorar eficiencia energética interviniendo tecnologías y tomando medidas para diferentes sectores. En el caso de la industria, se propuso intervención a través de tecnologías que permitieran generar una base de eficiencia energética, con unos costos de inversión adecuados. Los sectores y subsectores y las tecnologías a intervenir, se encuentran en la Figura 2. La eficacia de la utilización de la energía varía con operaciones industriales específicas debido a la diversidad de los productos y los procesos necesarios para su fabricación.



## 2.1 CONSUMO DE ENERGÍA EN LA INDUSTRIA DE CEMENTO

En términos generales, se ha identificado que la energía térmica se utiliza principalmente, durante el proceso de quemado. Por otro lado, la energía eléctrica se utiliza principalmente en el proceso de molienda de cemento (Madloola, Saidura, Hossaina, & Rahimb, 2011). Adicionalmente, el consumo de electricidad unitario (UEC) en esta industria está relacionado con factores del proceso de producción entre los que se destacan (Universidad del Atlántico y Universidad Autónoma de Occidene, 2007):

- El tipo de proceso usado para producir clínker,
- El tipo de tecnología de protección ambiental,
- Las edades combinadas del equipo industrial,
- El porcentaje de contenido de clínker en el cemento,
- El grado de las operaciones y el tamaño de las plantas.

Dado el reconocimiento que tiene esta industria sobre la oportunidad de incrementar su contribución al medio ambiente y a la mejora del desempeño energético en sus plantas, existen diferentes iniciativas, que alrededor del mundo se están llevando a cabo, algunas de las cuales se relacionan a continuación:

1. Utilización de Biomasa, para “desarrollar un combustible alternativo y renovable a partir de cultivos energéticos de diferentes especies de árboles, arbustos y pastos, sembrados a diferentes altitudes sobre el nivel del mar, cerca de las operaciones cementeras en Rioclaro, Nare, Yumbo, Tolúviejo y Sogamoso” (Cementos Argos, 2013) en Colombia.

2. Holcim construyó una planta que aprovecha energía solar como fuente renovable (Hermosillo, México)

3. Cemex desarrolló un parque eólico de 240 MW, y desarrolló un sistema mecánico que le permite consumir llantas enteras en los hornos (Oaxaca, México).

4. Por otro lado, la industria de cemento a nivel global, para el 2011 utilizó llantas como combustible alternativo, incinerando 45 millones de las mismas, contribuyendo con la eficiencia energética y la disminución de emisiones al desarrollo industrial. (Associação Brasileira de Cimento Portland, 2012)

## 2.2 CONSUMO DE ENERGÍA EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

En la industria de alimentos, hay una gran cantidad de procesos de fabricación que generan altos consumos de agua y energía. El consumo de energía se ha clasificado en procesos de altas o bajas temperaturas, motores, procesos de secado o separación, compresión de aire, entre otros. Existen para esta industria oportunidades de ahorro en consumo de energía a partir de Investigación y Desarrollo en temas como la recuperación de pérdidas de calor y energía de los procesos de secado, desarrollo de calderas industriales avanzadas, desarrollos en procesos de enfriamiento y refrigeración, el desarrollo de procesos de automatización a sensores mejorados, controles de automatización y robótica para Sistemas de Energía, entre otros (Smith, Capehart, & Rohr, 2007).

### 3. SISTEMAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Los sistemas de gestión de la energía enmarcan un conjunto de elementos relacionados que interactúan para establecer una política, unos objetivos energéticos y los procesos y procedimientos que le permitan al sistema funcionar de manera coherente y práctica.

El punto de partida de los sistemas de gestión de la energía radica en la definición de la política energética, que se define como la declaración por parte de la dirección de sus intenciones y direcciones globales en relación con su desempeño energético. Esta política se debe traducir en un objetivo energético y una planificación para cumplir con la política de la organización relacionando la mejora del desempeño energético. Adicionalmente, este tipo de sistemas empresariales usan modelos de gestión, definidos como conjunto de procedimientos y actividades, conceptuados para ser integrados al modelo de gestión organizacional de la empresa, como guía para ser implementados (Universidad del Atlántico y Universidad autónoma de Occidente, 2008)

Cada organización requiere el desarrollo de un sistema diseñado particularmente tanto para sus procesos como para su cultura organizacional, de manera que con ayuda de agentes externos como equipos de consultoría en fases iniciales del desarrollo del programa y con la intervención diferentes áreas de la compañía, pueda iniciarse un proceso de implementación de un modelo o programa de gestión de energía. Sin embargo, para que el programa de gestión de la energía esté bien planificado, organizado y ejecutado se requiere un fuerte compromiso por parte de la alta dirección. (Kreith & Goswami, Handbook of Energy Efficiency and Renewable Energy, 2007)

Los Sistemas de Gestión de la Energía, como el propuesto en la Norma NTC ISO 50001, involucran una continua verificación de las acciones implementadas, un proceso de realimentación y corrección de la política energética para una mejor gestión de los recursos dentro de las organizaciones.

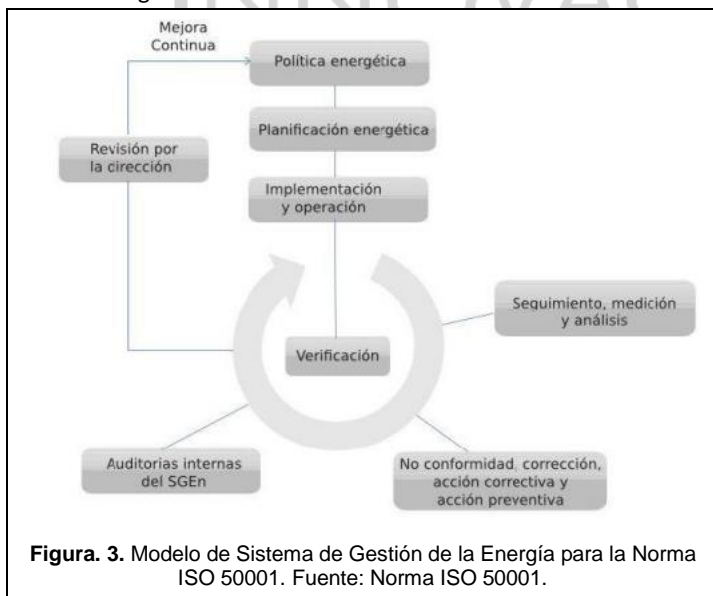


Figura 3. Modelo de Sistema de Gestión de la Energía para la Norma ISO 50001. Fuente: Norma ISO 50001.

En el Modelo de la Figura 3, se puede ver la integración de procesos desde la política energética, su planificación e implementación, hasta esquemas de mejora continua en los cuales hay procesos de verificación, seguimiento y medición, identificación y corrección de no conformidades con el fin de facilitar un mejor desempeño energético. El sistema establecido, dados los procesos de seguimiento y control, facilitarán adicionalmente que la estrategia del sistema se alimente constantemente, facilitando las correcciones a la política y la planeación.

#### 3.1 ¿POR QUÉ NO SE ADOPTAN EN EL SECTOR INDUSTRIAL LOS SISTEMAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA?

A pesar de ser económica y ambientalmente benéfico para el sector productivo, de acuerdo con Cagno et al (2012) actualmente hay una gran cantidad de industrias que no persiguen la adopción de tecnologías de eficiencia energética; esta circunstancia es conocida como brecha de eficiencia energética. Un estudio realizado para el Observatorio de las PYME dirigido por la Comisión Europea indica que apenas un 4% de las PYME europeas ha iniciado un sistema integral para controlar y mejorar la eficiencia energética (Cagno, Worrell, Trianni, & Pugliese, 2012).

Algunos de los elementos que se han analizado, como potenciales razones para la baja adopción de sistemas de eficiencia energética, son (Cagno, Worrell, Trianni & Pugliese, 2012):

- El gasto de energía en muchas de las actividades industriales es inferior al 5% de los costos de producción, por lo que las inversiones en mejorar la eficiencia energética no se considera estratégica.
- No se reconoce completamente la ventaja competitiva de la implementación de planes y actividades de eficiencia en energía, con respecto al contexto. Sin embargo, las tecnologías y actividades que facilitan el ahorro de energía pueden llegar a generar una ventaja estratégica y competitiva por cuanto abre la posibilidad de desarrollo de nuevos mercados.

### 4. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN COLOMBIA

En el país existe desde el año 2004 la red de grupos de investigación en Eficiencia Energética RECIEE, creada con el apoyo de Colciencias, que tiene como propósito la asimilación, difusión y generación de nuevos conocimientos en gestión energética y nuevas tecnologías e implementación en el sector industrial colombiano. Adicionalmente, en el país se ha adoptado la Norma Internacional ISO 50001 como referente para que a través del comité técnico 228 se elaboraran las guías para la implementación de la norma NTC ISO 50001 que permita establecer los requisitos con orientación para el uso de los sistemas de gestión de la energía.

Adicionalmente, el Ministerio de Comercio, a través del Programa de Transformación Productiva – PTP, se encuentra impulsando la eficiencia energética principalmente como uno de los proyectos bandera del Sector Eléctrico, Bienes y Servicios Conexos y en conjunto con la UPME, el Ministerio de Minas y Energía, así como gremios como la ANDI, a través de actividades como Seminarios de

Eficiencia Energética, que le permitan a los demás sectores del Programa integrarse a las mejores prácticas relacionadas con el sector productivo.

#### 4.1 DESARROLLO SECTORIAL

El desarrollo de estas iniciativas a nivel sectorial ha generado interés por parte de las empresas de comercialización y distribución de energía, pasando por empresas consumidoras y ha llegado incluso a realizar acercamientos con el gobierno, no solo en temas de ciencia y tecnología como los mencionados anteriormente, sino con el Ministerio de Comercio Industria y Turismo, a través del Programa de Transformación Productiva PTP, el cual ha movilizado empresas de diferentes sectores, principalmente los manufactureros, a desarrollar capacitación y actividades tendientes a generar una cultura de uso eficiente de energía, y a desarrollar todo el proceso desde las auditorías hasta los proyectos de eficiencia energética específicos.

Adicionalmente, se han desarrollado programas que permiten realizar proyectos piloto, en los cuales las empresas (como Cerro Matoso, Abocol, Postobón, ALFA, Kimberly Clark, Vidrio Andino, Papelsa, Gerdaui Diaco, Ingenio Providencia, Carvajal) acceden a recursos de cooperación internacional, y líneas de crédito con condiciones favorables, a través de los cuales puedan tener acompañamiento técnico y financiero que les permita impulsar el uso racional y eficiente de la energía.

artículos publicados).

#### 5. CONCLUSIÓN

La eficiencia energética es reconocida por diferentes sectores como un mecanismo de mejora de la productividad e incremento de la competitividad empresarial. Aunque se han hecho análisis sectoriales relacionados con los consumos energéticos, identificando aquellos en los cuales se presentan mayores consumos y de esas industrias ya se tienen identificadas las principales fuentes de consumo, no se ha iniciado de manera activa por parte de las empresas un movimiento hacia la adopción de tecnologías que permitan hacer racional el uso de la energía.

Se han realizado estudios que indican que no se ve la energía como un elemento estratégico en los procesos de producción, probablemente porque su costo en el proceso no alcanza muchas veces al 5% del valor total del producto. Sin embargo, el desarrollo de buenas prácticas que permitan al sector productivo hacer eficiente el consumo de este recurso, puede abrir puertas a nuevos mercados y consolidar la oferta de las compañías en mercados existentes, haciéndolas más competitivas.

En Colombia se ha venido realizando desde la academia y con intervención del gobierno, un proceso de generación de capacidades, educación y financiación de actividades conducentes a tener industrias que utilicen de manera adecuada el recurso energético en sus procesos productivos. Se espera con los esfuerzos desde los diferentes ministerios y gremios facilitar el conocimiento desarrollado en el país en este sentido, y consolidarlo como un país de energías limpias y uso racional y eficiente de energía.

#### BIBLIOGRAFÍA

Administración de Información de Energía - EIA. (2012). World Energy Outlook 2012. Paris (France): International Energy Agency.

Associação Brasileira de Cimento Portland. (2012). Noticias. Recuperado el 11 de noviembre de 2013, de Sitio Web de CoProcessamento: <http://coprocessamento.org.br/destaque-home/novo-destaque>

Cagno, E., Worrell, E., Trianni, A., & Pugliese, G. (2012). A novel approach for barriers to industrial energy efficiency. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 290–308.

Cementos Argos. (2013). Innovación / Proyectos. Recuperado el 15 de Noviembre de 2013, de Sitio Web de Cementos Argos: <http://www.argos.co/colombia/innovacion/proyectos>

ICONTEC INTERNACIONAL. (2012). Sistemas de Gestión de la Energía. Requisitos con orientación para su uso. NTC-ISO 50001. Bogotá D.C.: ICONTEC.

Kreith, F., & Goswami, D. Y. (2007). *Handbook of Energy Efficiency and Renewable Energy*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, LLC.

Kreith, F., de Almeida, A. T., Johnson, K., McMahon, J. E., Atkinson, B., Biermaye, P., Rosenquist, G. (2007). *Energy Efficient Technologies*. En F. K. otros, *Handbook of Energy Efficiency and Renewable*

TABLA 3  
GRUPOS CON INVESTIGACIONES PUNTUALES RELACIONADAS CON EFICIENCIA ENERGÉTICA.

Grupo de Investigación	Entidad
Grupo de Investigación en Energías GIEN-UAO	Universidad Autónoma De Occidente
Grupo de Energía y Termodinámica	Universidad Pontificia Bolivariana
GESTIÓN EFICIENTE DE ENERGÍA, Kaí	e2 ENERGIA EFICIENTE S.A. E.S.P Universidad Del Atlántico
Uso Racional de la Energía y Preservación del Medio Ambiente	Universidad Del Norte
Desarrollo y difusión de tecnologías alternativas	Universidad del Valle

Fuente: Elaboración Propia, Datos: (SCIENTI, 2013)

#### 4.2 GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

Se han identificado aproximadamente 28 grupos de investigación que han desarrollado actividades relacionadas con eficiencia energética, las cuales se ven reflejadas en la ejecución de proyectos, en la publicación de artículos científicos, y trabajos en eventos.

De los grupos identificados, los más sobresalientes fueron del grupo de Termodinámica Aplicada y Energías Alternativas (9 proyectos), el grupo GESTIÓN EFICIENTE DE ENERGÍA, Kaí (8 proyectos realizados, 6 artículos publicados y 13 trabajos en eventos), el Grupo de Energía y Termodinámica (7 proyectos realizados y 15 artículos publicados), o el Grupo de Investigación en Energías GIEN-UAO (5 proyectos, 7

Energy (págs. 12-2 - 12 - 60). CRC Press.

<http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=8110>

Napp, T., Gambhir, A., Hills, T., Florin, N., & Fennell, P. (2014). A review of the technologies, economics and policy instruments for decarbonising energy-intensive manufacturing industries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 616–640.

Universidad del Atlántico y Universidad autónoma de Occidente. (2008). *Sistema de Gestión Integral de la Energía - Guía para la implementación*. Bogotá D.C: Digitos & Diseños.

U.S. Energy Information. (25 de Septiembre de 2012). *TODAY IN ENERGY*: U.S. Energy Information. Recuperado el 5 de Diciembre de 2012, de U.S. Energy Information:

SCIENTI, R. (30 de ENERO de 2013). Recuperado el 21 de Mayo de 2013, de RED SCIENTI: [www.colciencias.gov.co/scienti](http://www.colciencias.gov.co/scienti)

