



Recepción: 27 / 10 / 2017

Aceptación: 25 / 11 / 2017

Publicación: 15/ 12/ 2017



Ciencias de la computación

Artículo de investigación

## Importancia de las plantas de cogeneración

### *Importance of cogeneration plants*

### *Importância das plantas de cogeração*

José A. Henao-Espinoza <sup>I</sup>  
[joalhees86@hotmail.com](mailto:joalhees86@hotmail.com)

Luis F. Palacios-García <sup>II</sup>  
[palaciosfercho@hotmail.com](mailto:palaciosfercho@hotmail.com)

Alejandro O. Bedoya-Fuentes <sup>III</sup>  
[oswabedoya@hotmail.com](mailto:oswabedoya@hotmail.com)

Jury A. Ramírez-Toro <sup>IV</sup>  
[pancho\\_yury78@hotmail.com](mailto:pancho_yury78@hotmail.com)

Marco V. Navarrete-Villacis <sup>V</sup>  
[marcoagueda.educacion.gob.ec@gmail.com](mailto:marcoagueda.educacion.gob.ec@gmail.com)

**Correspondencia:** [joalhees86@hotmail.com](mailto:joalhees86@hotmail.com)

- I. Ingeniero Mecánico, Docente Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.
- II. Ingeniero Mecánico, Docente Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.
- III. Magister en Gerencia Empresarial, Mba., Mención Gestión de Proyectos, Ingeniero Civil, Docente Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.
- IV. Ingeniero Mecánico, Docente Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.
- V. Magister en Docencia y Desarrollo del Currículo, Ingeniero Mecánico, Licenciado en Ciencias de la Educación Mención Física y Matemática, Docente Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.

## Resumen

Este trabajo aborda la relevancia de las plantas de cogeneración. En la actualidad, es importante el total aprovechamiento de los recursos energéticos y el cuidado medioambiental, dos elementos fundamentales de las mencionadas plantas. Por tal motivo, en este trabajo se explican los campos de utilización de las plantas de cogeneración, su utilidad en los procesos industriales, así como su preeminencia en el cuidado de la capa de ozono.

**Palabras clave:** plantas de cogeneración; recursos energéticos; medioambiente; procesos industriales.

## Abstract

This work addresses the relevance of cogeneration plants. At present, it is important to make full use of energy resources and environmental care, two fundamental elements of these plants. For this reason, this paper explains the fields of use of cogeneration plants, their usefulness in industrial processes, as well as their preeminence in the care of the ozone layer.

**Keywords:** cogeneration plants; energy resources; environment; industrial processes.

## Resumo

Este trabalho aborda a relevância das plantas de cogeração. En la actualidad, é importante o total aprovado dos recursos energéticos e do cuidado médioambiental, dos elementos fundamentais das empresas mencionadas. Por tal motivo, en este trabalho se explicam os campos de utilização das plantas de cogeração, su utilidade nos processos industriais, assim como preeminência no cuidado da capa de ozono.

**Palavras chave:** plantas de cogeneración; recursos energéticos; medioambiente; processos industriais.

## Introducción

En la actualidad, el completo aprovechamiento de los recursos naturales y, junto a ello, el menor daño al medio ambiente, ha tomado gran protagonismo. El mundo de hoy, víctima de los peores desastres naturales y medioambientales en la historia de la Tierra, necesita realmente respirar.

Por tal motivo, la creación de las plantas de cogeneración ha llegado como una alternativa y un excelente recurso para los países con el fin de beneficiarse de forma sana.

"El gran desarrollo industrial a nivel mundial ha generado una demanda creciente de energía, eléctrica y térmica. De hecho, para el año 2025 se estima un consumo de 23.072 Billones de kWh, casi el doble de lo que se consume actualmente. Para poder abastecer esta gran cantidad de energía, será necesario implementar nuevas y mejores estrategias energéticas. Por otro lado, las reservas de combustibles fósiles, Petróleo, Gas Natural y Carbón, no son infinitas, por lo que es necesario encontrar otras fuentes primarias de energía o generar técnicas y tecnologías que permitan un aprovechamiento más eficiente de los combustibles disponibles. La utilización de combustibles fósiles es la primera fuente de emisiones de CO<sub>2</sub> y de otros gases contaminantes. En el mundo un 65% de la electricidad se genera a partir de combustibles fósiles, 16% a partir de Energía Nuclear y solo un 19 % se genera a partir de recursos renovables, en consecuencia, la generación de electricidad es uno de los procesos más contaminantes a nivel mundial. De este análisis se concluye la necesidad de buscar métodos alternativos de generación limpia de electricidad, como lo son la energía Hidráulica y la Eólica, y tecnologías que utilicen eficientemente los combustibles fósiles, como la cogeneración, para poder reducir las emisiones". (Khellaf, 2016)

"Las plantas de cogeneración son una alternativa inteligente para la generación eléctrica en instalaciones en las que además se requiere energía térmica. El aprovechamiento de la energía contenida en el combustible es muy alto, y puede alcanzar hasta el 85%, incluso más. Por ello, desde el año 1997 las centrales eléctricas de cogeneración de hasta 100 MW de potencia han estado primadas, de manera que en sitios donde se necesitara simultáneamente energía eléctrica y térmica resultarían rentables este tipo de instalaciones". (García, s/f)

"Cogeneración es el proceso de producción simultánea de energía térmica (Calor útil) y energía eléctrica y/o mecánica, que hace parte integrante de una actividad productiva destinada a procesos industriales o comerciales". (Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, s/f)

La cogeneración se define como la producción de energía eléctrica y energía térmica mediante un mismo proceso de generación. Existen dos formas típicas de cogeneración, aquella en la que se

opera según demanda térmica, donde la electricidad es el subproducto, y aquella en la que se opera según demanda eléctrica, donde el calor en forma de vapor es el subproducto.

Según el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable: "Por lo general el calor se suministra a los procesos a través de la quema de combustibles fósiles, lo que causa gran impacto al medio ambiente. Al implantar la cogeneración, la eficiencia de sus procesos aumenta sustancialmente y además disminuye la energía eléctrica consumida de la red; y en varios casos incluso existe la venta de energía. Desde este punto de vista existe un consumo más eficiente de los recursos naturales y se genera menor impacto ambiental". (s/f)

De igual forma, García puntualiza este aspecto: "El atractivo fundamental de este tipo de plantas se basa en que tienen una óptima eficiencia en las transformaciones energéticas, con mínimos consumos de combustible primario y con un menor impacto ambiental". (s/f)

La cogeneración es una técnica que se utiliza desde principios de siglo XX en Estados Unidos y Europa, por lo que ha tenido suficiente tiempo como para evolucionar a las tecnologías eficientes que se utilizan actualmente. Los sistemas de cogeneración más utilizados hoy en día se basan en motores de combustión interna, turbinas de gas y turbinas de vapor. Sin embargo, gracias a los avances de la tecnología, hoy en día existe en el mercado sistemas de cogeneración basados en microturbinas de gas y celdas de combustible. Dependiendo de los requerimientos de energía eléctrica y térmica que tenga un determinado proceso, se elegirá la tecnología más adecuada. Si las potencias eléctricas son relativamente pequeñas se preferirá emplear sistemas de motores de combustión interna o si los costos de inversión lo permiten, microturbinas y celdas de combustible, pero si los requerimientos de potencia eléctrica son mayores, los sistemas de turbinas de vapor o de gas denominados ciclos combinados son más adecuados. (Khellaf, 2016)

Este trabajo se propone como objetivo general:

- Abordar la importancia de las plantas de cogeneración en los procesos industriales.

Para ello se analizarán los siguientes acápites:

- Campos de utilización de las plantas de cogeneración

- Utilidad como proceso industrial
- Importancia medioambiental

## Metodología

Para este trabajo se hace un análisis de información, poniendo la atención en los contenidos de los documentos descargados de Internet a través de los diferentes motores de búsqueda, analizando sus significados y valorando la autoridad de las fuentes.

## Desarrollo

Los campos de utilización de las plantas de cogeneración pueden ser diversos. Se emplea en la salud, la siderúrgica, la química, turismo, textil, entre otras donde se utilice la energía eléctrica y la térmica.

En las plantas termoeléctricas tradicionales se genera una determinada energía eléctrica y se desecha otra que posee baja energía. Esta última, usualmente es emitida a través de chimeneas y formas de escape, y este proceso afecta el medio ambiente. Sin embargo, en las plantas cogenerativas se aprovecha también esta energía, supuestamente inútil.

Khellaf (2016), plantea que el principio físico que explica la cogeneración es bastante simple. "En un proceso simple de producción de energía eléctrica convencional el rendimiento energético alcanza la cifra del 33%. Esto significa que el 67% de la energía consumida se desperdicia en forma de calor residual. Si perfeccionamos más la tecnología usada y contemplamos la generación de energía eléctrica en centrales de ciclo combinado, el rendimiento energético puede alcanzar el 84%, y la cogeneración consiste en reducir estas pérdidas utilizando el calor residual para la industria".

En este sentido García (s/F) explica que el proceso consiste en:

Una central termoeléctrica tradicional. transforma la energía química contenida en un combustible fósil en energía eléctrica. Normalmente se quema un combustible fósil (carbón, fuelóleo, gasóleo, gas natural) para producir una energía térmica, energía térmica que es

convertida en energía mecánica, que mediante un alternador se transforma en energía eléctrica, de alta calidad. Tradicionalmente la energía térmica se transformaba en mecánica mediante un ciclo de vapor o mediante una turbina de gas ((plantas llamadas de punta o de picos, por su facilidad para suministrar energía con rapidez en los momentos de mayor demanda). En las plantas más eficientes de este tipo el rendimiento en la producción de electricidad no supera el 45%; el resto se tira a la atmósfera en forma de gases de escape, a través de chimeneas y en los sistemas de condensación y enfriamiento del ciclo termodinámico.

La proporción de energía química convertida en energía eléctrica es baja porque la mayoría del calor se pierde al ser el calor desechado de baja temperatura, o en otras palabras, tiene poca capacidad para desarrollar un trabajo útil en una central eléctrica (baja energía).

En época reciente se ha dado un paso muy importante en el aumento del rendimiento de las centrales eléctricas con la introducción del ciclo combinado con gas natural, que consiste en el aprovechamiento del calor en dos niveles, con dos ciclos uno de gas (con turbina de gas) y otro de vapor (con turbina de vapor). El resultado es que el rendimiento eléctrico conjunto llega al 60%.

Pero la mayoría de los procesos industriales, comerciales o de servicios requieren calor a una temperatura relativamente baja, de forma que estos procesos sí que pueden aprovechar ese calor que de otra forma se desearía: de esta manera, estos procesos pueden simultanear la producción de electricidad y el aprovechamiento de ese calor residual. Este diferente concepto de aprovechamiento energético es el que realizan las plantas de cogeneración, llegando a un rendimiento global que pueden oscilar entre el 75% y el 90% de la energía química contenida en el combustible.

Khellaf (2016), expone que en la tecnología de la cogeneración coexisten dos ciclos termodinámicos en un mismo sistema, uno cuyo fluido de trabajo es vapor de agua y otro cuyo fluido de trabajo es un gas resultante de una combustión. Es un sistema en cadena de dos tecnologías donde la segunda aprovecha el subproducto de la primera, así un mismo combustible se aprovecha para dos procesos de generación eléctrica. Esta tecnología emplea dos tipos de

turbinas, una de gas y otra de vapor, implicando termodinámicamente la unión de un ciclo Brayton (turbina de gas) y un ciclo Rankine (turbina de vapor).

Se puede decir que las ventajas de las plantas de cogeneración son disímiles. Según la literatura (Zitroneenergy., s/f) estas plantas proporcionan:

- Ahorro de energía y un menor consumo de combustible.
- Generación de electricidad y agua caliente (calor) con sólo un combustible.
- Producción de energía eléctrica más económica que la red.
- Contribuye a la sustentabilidad y ecología, reduciendo considerablemente emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Retorno de inversión entre 2 y 5 años (depende de la tecnología y combustible).

Khellaf (2016) coincide con Zitroneenergy en algunas de las ventajas de la cogeneración:

- Ahorro de energía primaria: El consumo de combustible para producir un kWh eléctrico con una instalación de cogeneración es inferior al de una central térmica convencional.
- Ahorro económico, a consecuencia de lo anterior.
- Mejora medioambiental, permitiendo un desarrollo sostenible, reduciéndose las emisiones al disminuir el consumo de energía primaria.
- Elimina pérdidas por transporte y distribución de energía eléctrica.
- Disminuye la dependencia energética del exterior.
- Posibilita industrializar zonas alejadas de las redes de distribución eléctrica.

Por otro lado, García (s/f) plantea dos utilidades fundamentales:

- a. Se aprovechan varios tipos de energía, por lo que tiene un potencial de rendimiento mayor que una central convencional. A su vez este mayor rendimiento da origen a tres de sus mayores ventajas: menor consumo de combustible, coste de producción menor y menor impacto ambiental.
- b. Se produce la energía donde se consume, por lo que hay menores pérdidas por transporte y aumenta la autonomía de las fábricas.

Asimismo, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (s/f) esboza seis beneficios de la cogeneración:

1. Disminución de emisiones al ambiente, principalmente de CO<sub>2</sub>, por la cantidad de combustible fósil que evita quemarse al aumentar la eficiencia de los procesos térmicos.
2. Reducción de costos e incremento de la competitividad en usuarios industriales y comerciales.
3. Al ser una forma de generación distribuida disminuye notablemente las pérdidas en el transporte de electricidad.
4. Incremento en la seguridad energética.
5. Generación de empleo.
6. Reducción de costos de disposición final de biomasas residuales y de compra de combustible.

## Conclusiones

Las plantas de cogeneración tienen grandes beneficios, empezando por una disminución considerable del consumo de combustible.

Durante la operación de las plantas termoeléctricas convencionales, grandes cantidades de energía son traspasadas a la atmósfera, a través de los circuitos de enfriamiento de las máquinas o de los gases de escape. La mayor parte de esta energía calórica puede ser recuperada y utilizada para cubrir necesidades térmicas, incrementando la eficiencia total del ciclo.

Es bueno señalar las experiencias en Ecuador en cuanto a las plantas de cogeneración y para ello se muestra la noticia publicada 13 de marzo del 2017:

"El Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables -INER cumpliendo con los objetivos planteados en el proyecto "Estudio de Incremento de Eficiencia Energética en Plantas Termoeléctricas" conjuntamente con CELEC EP Termopichincha presentaron el prototipo de la Planta Piloto de Ciclo Orgánico Rankine (ORC siglas en inglés) en la Central Termoeléctrica Quevedo, ubicada en el Km. 4,5 vía a El Empalme en la ciudad de Quevedo provincia de Los Ríos, que aprovecha el calor residual producido por los motores de la central térmica, que se



disipa en el ambiente como gases calientes. El calor recuperado eleva la temperatura de un fluido orgánico que tiene su punto de ebullición a menor temperatura que el agua y cuyo vapor mueve un generador que provee energía eléctrica adicional a la planta

Con la introducción de esta tecnología se puede mejorar la eficiencia de las Centrales Termoeléctricas del país, además, puede ser utilizada en cualquier industria que tenga una demanda intensiva de energía, como las acereras, cementeras, industria de cerámica.

Para Martín Cordobéz, Director Ejecutivo encargado del INER, el éxito en la construcción de la planta de ORC representa un importante aporte para la investigación del país, pero además, constituye una alternativa real para mejorar la eficiencia energética en la industria, reduciendo impactos ambientales por emisión de gases de efecto invernadero.

Juan Carlos López, Gerente de CELEC EP Termopichincha resaltó que, la Unidad de Negocio está empeñada en buscar la eficiencia de la energía de los combustibles y los procesos de investigación del INER para producir la mayor eficiencia energética son de mucha importancia, es así, que en la fase de cooperación, las dos instituciones con la implementación del prototipo de la planta de ORC en los motores de la Central Termoeléctrica Quevedo obtendrán una mayor eficiencia térmica en las plantas de generación.

El acto de presentación del prototipo estuvo a cargo de la Ing. Patricia Recalde, Directora Nacional de Biomasa y Cogeneración del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, quien destacó el trabajo realizado por el INER en favor de la ciencia y la investigación enfocada en el desarrollo energético del país y el compromiso de CELEC EP Termopichincha por aportar a la eficiencia energética en el sector eléctrico materializando un proyecto tan importante como la planta de ORC que redundará en beneficio de la ciudadanía.

Para el 15 de marzo de 2017 se tiene previsto realizar las pruebas finales del ORC".

## **Referencias Bibliográficas**

García, S. (s/f). Las plantas de cogeneración. Recuperado el 02 de febrero de 2017, de <http://www.energia.renovetec.com/centrales-de-ciclo-combinado/298-plantas-de-cogeneracion>

Khellaf, S. (2016). Modelado y simulación de una planta de cogeneración mediante el simulador de procesos HYSYS. Sevilla: Proyecto de Fin de Carrera.

Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (s/f). Cogeneración. Recuperado el 17 de febrero de 2017, de <http://www.energia.gob.ec/coogeneracion/>

Zitroneenergy. (s/f). La cogeneración como una excelente alternativa eficiente. Recuperado el 02 de febrero de 2017, de <http://zitroneenergy.com/plantas-de-cogeneracionEXCELENT>