

Cogeneración eléctrica a través de turbina de gas: una visión desde los empresarios en Manabí

Electric cogeneration through gas turbine: a vision from the entrepreneurs in Manabí

Cogeração elétrica por turbina a gás: uma visão dos empresários de Manabí

Raúl Clemente Ulloa-de Souza

raul.ulloa@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1885-0161>

Facultad de Ingenierías de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas-Ecuador.

Luis Jheovanny Reyna-Tenorio

luis.reyna.tenorio@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-1415-1833>

Facultad de Ingenierías de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas-Ecuador.

Byron Fernando Chere-Quiñónez

byron.chere@utelvt.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1886-6147>

Facultad de Ingenierías de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas-Ecuador.

RESUMEN

El objetivo de este artículo de investigación fue el análisis de cogeneración eléctrica a través de turbina de gas: una visión desde los empresarios en Manabí. **Metodología:** para alcanzar estos objetivos se empleó una investigación descriptiva, de diseño no experimental; la población estuvo conformada por 50 empresarios pertenecientes a Manabí. No hubo selección de muestra en virtud de los accesible y finita de la población. Las técnicas empleadas fueron la observación y la encuesta y el instrumento cuestionario de opciones de respuesta cerradas. El análisis de los datos se realizó a través de la estadística descriptiva. **Resultados:** El 64% de los empresarios emplean gas natural como fuente de energía, seguido de biogás. El 40% de los empresarios que pertenecen a industrias diversas emplean turbinas a gas, seguido por el sector servicios (30%). El tipo de tecnología de cogeneración es la turbina a gas (40%) seguida de la turbina a gas y combustión interna. **Conclusión:** La utilización de turbinas de gas para generación de energía en empresarios de Ecuador-Manabí ha ido adquiriendo una importancia creciente, y puede decirse que se trata de una tecnología relativamente bien establecida. La cogeneración es una estrategia que resulta eficiente que la producción de electricidad y calor por separado.

Palabras clave: turbina a gas, cogeneración, energía.

ABSTRACT

The objective of this research article was the analysis of electric cogeneration through a gas turbine: a vision from the entrepreneurs in Manabí. **Methodology:** to achieve these objectives, a descriptive research was used, with a non-experimental design; the population was made up of 50 businessmen belonging to Manabí. There was no sample selection by virtue of the accessible and finite population. The techniques used were observation and survey and the questionnaire instrument with closed response options. Data analysis was performed through descriptive statistics. **Results:** 64% of businessmen use natural gas as an energy source, followed by biogas. 40% of entrepreneurs belonging to various industries use gas turbines, followed by the service sector (30%). The type of cogeneration technology is gas turbine (40%) followed by gas turbine and internal combustion. **Conclusion:** The use of gas turbines for power generation in entrepreneurs in Ecuador-Manabí has been acquiring growing importance, and it can be said that it is a relatively well-established technology. Cogeneration is a strategy that is more efficient than the production of electricity and heat separately.

Keywords: gas turbine, cogeneration, energy.

RESUMO

O objetivo deste artigo de pesquisa foi a análise da cogeração elétrica através de uma turbina a gás: uma visão dos empresários de Manabí. **Metodologia:** para atingir esses objetivos, utilizou-se uma pesquisa descritiva, com delineamento não experimental; a população era composta por 50 empresários de Manabí. Não houve seleção amostral em virtude da população acessível e finita. As técnicas utilizadas foram observação e inquérito e o instrumento questionário com opções de resposta fechadas. A análise dos dados foi realizada por meio de estatística descritiva. **Resultados:** 64% dos empresários utilizam o gás natural como fonte de energia, seguido do biogás. 40% dos empresários pertencentes a diversas indústrias utilizam turbinas a gás, seguido do setor de serviços (30%). O tipo de tecnologia de cogeração é turbina a gás (40%) seguido de turbina a gás e combustão interna... **Conclusão:** O uso de gás turbinas para geração de energia em empreendedores no Equador-Manabí vem adquirindo importância crescente, e pode-se dizer que é uma tecnologia relativamente bem estabelecida. A cogeração é uma estratégia mais eficiente do que a produção de eletricidade e calor separadamente.

Palavras-chave: turbina a gás, cogeração, energia.

Introducción

Los países según Bárcena, (2021) necesitan garantizar la disponibilidad de combustibles y electricidad a un precio abordable. No extraña entonces que la seguridad energética esté en la cúspide de los objetivos de la política pública de todos los países, ricos o pobres. La sociedad espera una acción oportuna, eficaz y eficiente de los poderes públicos para garantizar que el suministro de energía sea suficiente, continuo, asequible y accesible para toda la población.

Para lograr ese propósito Aguirre, (2018) considera que se requiere minimizar amenazas que pesan sobre la producción, el suministro y el consumo. Pero no solo se trata de reducir riesgos, sino de hacerlo atendiendo a preocupaciones legítimas de la sociedad como son el respeto de los derechos humanos, la economía, la preservación del medio ambiente local y global, así como el respeto a las actividades y valores de las comunidades aledañas a la infraestructura energética. Detrás de la apariencia técnica y económica de la seguridad energética se encuentra la noción de seguridad nacional.

La manera en la que los países buscan garantizar la seguridad energética para Araujo & Lizaldes, (2015) es variada y multidimensional, pues dependen de la naturaleza, magnitud, diversidad y temporalidad de los riesgos. Las respuestas también dependen del balance energético, el eslabón de la cadena energética, la organización de los mercados, la disponibilidad de medios de intervención del Estado, las políticas de desarrollo, los objetivos estratégicos, las estructuras sociales, la historia y la cultura. Por ejemplo, con respecto al mercado internacional, el problema se plantea de una manera diferente según se trate de un país importador o de un país exportador.

Hoy, según Bárcena, (2021), la energía nuclear representa el 7% del consumo mundial de energía primaria y el 15% de la producción mundial de electricidad. Este peso es más importante en los países industrializados (19% de la producción eléctrica en EEUU, 28% en la Unión Europea, 30% en Japón y el 75% en Francia). Las centrales en construcción se encuentran principalmente en China (28 centrales), Rusia (11) y Corea (5). En América Latina se inauguró en septiembre de 2011 la central de Atucha II en Argentina, y en Brasil se está construyendo Angra 3, que se suman a las seis existentes en la región.

Según PRIMAGAS, (2021) los datos internacionales, el consumo mundial de energía eléctrica continúa creciendo más rápido que la población mundial, lo que indica un aumento del consumo de electricidad

per cápita. Por ello, en este artículo, hablaremos sobre la generación de energía eléctrica con gas, una de las fuentes energéticas clave en la transición energética.

En este sentido, cabe mencionar que la mayor parte de los consumos de energía eléctrica se atribuyen al ámbito doméstico (iluminación, electrodomésticos), así como al ámbito industrial (líneas de producción) o al transporte. Este aumento de los consumos energéticos lleva intrínseco un aumento de las emisiones contaminantes que se expulsan a la atmósfera. En este contexto, y ante una situación de crisis climática, resulta necesario adoptar medidas orientadas a la eficiencia energética y al impulso de las energías limpias.

Ahora bien, el MERNRR, (2020).el escenario nuclear plantea dos hipótesis de participación en la estabilización de las emisiones de CO₂. La primera implica reducir la participación nuclear en la generación eléctrica de 13% en 2010 a 7% en 2035, con 332 GW de potencia instalada en 2035 (contabilizando 69 GW actualmente en construcción, 91 GW de nuevas centrales y fundamentalmente el retiro de 218 GW); mientras que en la hipótesis más optimista sería conservar el 13% de participación en la generación total, contar con 629 GW de potencia instalada (69 GW en construcción, 277 GW de nuevas adiciones, y solamente 107 GW retirados, la mitad que en el caso anterior). En cualquiera de los dos casos, se prevé que el costo de capital de la construcción de nuevas centrales aumentará entre 5% y 10% de lo que se suponía antes de la crisis de Fukushima, y el mayor dinamismo estará centrado en los países en desarrollo.

Las reducciones de la energía nuclear en la generación total implicarán que el gas y el carbón, y en menor medida las energías renovables, podrían jugar un rol más importante para la generación eléctrica. El consumo mundial de gas podría aumentar un 5% como mínimo, así como el carbón y las energías renovables. Para la IEA, (2007), ese recurso a las energías fósiles “podría conllevar un incremento de 0,5 a 0,9 giga-toneladas adicionales de CO₂ en 2035, lo que compromete las posibilidades de limitar el aumento de 2 grados de la temperatura para finales de siglo”. Para evitar dicho aumento en las emisiones de CO₂, la AIE estima que las inversiones en energías renovables deberían incrementarse en 1,5 trillones de dólares. Esto es un 10% por encima de las necesarias en el caso alternativo.

Ahora bien, Alonso, y otros, (2007) señalan que la mayoría de los procesos industriales y aplicaciones comerciales, requieren de vapor y calor a baja temperatura. Así ellos pueden combinar la producción de electricidad y calor para los procesos, aprovechando la energía que de otra forma se desearía, como

ocurre en las centrales termoeléctricas convencionales; a esta forma de aprovechar el calor de desecho se le conoce como cogeneración.

En este sentido, la cogeneración moderna es una tecnología que permite alcanzar los mayores índices de eficiencia energética y emisiones evitadas. En la mayor parte del sector industrial, la energía térmica y eléctrica son insumos indispensables. Cuando estas dos formas de energía se requieren de manera conjunta en una instalación, se presenta la oportunidad de implantar sistemas de cogeneración, lo cual conlleva, de manera simultánea, una mayor eficiencia en el uso de combustibles fósiles y menor generación de emisiones contaminantes por unidad de energía útil.

Por todo esto en la actualidad es necesario encaminarnos hacia una generación más eficiente y más amigable con el medio ambiente, es ahí que debido a los incrementos que han sufrido los precios de la energía en los últimos años y a la falta de eficiencia de los procesos empieza ser atractiva la inversión en proyectos de ahorro de energía, con el fin de rediseñar equipos y procesos con base en criterios de optimización energética, así como en el aprovechamiento de calor de desecho y eliminación de pérdidas innecesarias, permitiendo lograr ahorros considerables a mediano y largo plazo. Entre los proyectos de inversión relacionados con uso más adecuado de la energía están los correspondientes a los sistemas de cogeneración.

Desarrollo

Energía Eléctrica

Se comprende que la energía eléctrica se origina de la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos determinados, que se ponen en contacto a través de un transmisor eléctrico. Este contacto genera una corriente eléctrica basada en la transmisión de cargas negativas (llamadas, más comúnmente, electrones) hasta su punto de consumo. BBVA, (2021)

La energía eléctrica Aniekan, (2017) se produce, habitualmente, en centrales eléctricas que operan favoreciendo el giro de turbinas empujadas por vapor de agua calentada, a partir de reacciones nucleares o de la combustión de hidrocarburos. También existen centrales que se aprovechan de los recursos renovables, como las centrales hidroeléctricas (que utilizan las caídas de agua o los saltos fuertes), las eólicas (que se apoyan en la fuerza del viento captada por los aerogeneradores) o las termosolares (basadas en paneles, compuestos por unas láminas metálicas semiconductoras

denominadas células fotovoltaicas, que reciben las radiaciones del sol). Cuando se genera electricidad en cualquiera de estas centrales, se emite por el tendido eléctrico tanto a las fábricas como a los núcleos de población, así como, también, puede ser almacenada.

Producción de energía eléctrica en Ecuador

La producción total de energía eléctrica del Ecuador, en 2018, fue de 29.243 GWh. La componente de energía eléctrica renovable fue de 21.224,31 GWh, que representó un 72,58% del total; mientras que la no renovable 8.019,28 GWh, con un valor de 27,42%. La producción en el S.N.I. por tipo de energía estuvo integrada por: renovable 21.198,02 GWh (83,54 %) y no renovable 4.177,89 GWh (16,46 %), la facturación de energía a nivel de usuarios finales fue 21.051,74 GWh. Durante la última década progresivamente se reforzó el parque generador del país, llegando a 8.826,89 MW al 2018 (CONELEC, 2015).

La turbina

Para Bitar & Chamas, (2017) es un dispositivo diseñado para extraer energía de un fluido que fluye a través de ella y transformarla en potencia útil. En esta, las partículas de flujo que salen a gran velocidad sufren un cambio en la dirección de movimiento, generando una variación en el momento y por lo tanto una fuerza. Dependiendo del diseño, las turbinas pueden ser de dos tipos:

- **Turbinas de impulso.**

También Bitar & Chamas, (2017) considera que son conocidas como turbinas de acción, aprovechan la energía cinética del fluido (vapor o gases calientes a alta presión) para producir trabajo. Dependiendo de su diseño las turbinas de impulso constan de varias etapas (es la pareja conformada por un conjunto de toberas o alabes fijos y un conjunto de alabes móviles.) y cada una de ellas está constituida por un estator y un rotor.

- **Turbinas de reacción.**

Las turbinas de reacción aprovechan la energía del fluido (vapor o gases calientes a alta presión), pero a diferencia de las turbinas de impulso, su expansión ocurre en los alabes fijos y en los alabes móviles

Turbina de gas

Un motor de turbina de gas es un tipo de motor de combustión interna. Básicamente, el motor es como un dispositivo de conversión de energía, que transforma la energía almacenada en el combustible en

energía mecánica útil en forma de potencia de rotación. El término "gas" se refiere al aire ambiente que se introduce en el motor y se utiliza como medio de trabajo en el proceso de conversión de la energía. (Solar Turbines Incorporated, 2022).

Una turbina es un dispositivo que aprovecha la energía cinética de algún fluido -como el agua, el vapor, el aire o los gases de combustión- y la convierte en el movimiento de rotación del propio dispositivo. (Cutler J. Cleveland, 2014) Las turbinas se utilizan generalmente en la generación eléctrica, los motores y los sistemas de propulsión. Las turbinas son máquinas (concretamente turbomáquinas) porque las turbinas transmiten y modifican la energía. Una turbina simple está compuesta por una serie de álabes -actualmente el acero es uno de los materiales más utilizados- y permite que el fluido entre en la turbina, empujando los álabes. Estos álabes giran mientras el fluido fluye a través de ellos, capturando parte de la energía como movimiento de rotación. El fluido que pasa por una turbina pierde energía cinética y sale de ella con menos energía de la que tenía al principio.

Las turbinas, según Solar Turbines Incorporated, (2022) se utilizan en muchas áreas diferentes, y cada tipo de turbina tiene una construcción ligeramente diferente para realizar su trabajo correctamente. Las turbinas se utilizan en la energía eólica, la energía hidráulica, los motores térmicos y la propulsión. Las turbinas son muy importantes porque casi toda la electricidad se produce convirtiendo la energía mecánica de una turbina en energía eléctrica a través de un generador. Este aire se introduce primero en el motor, donde se comprime, se mezcla con combustible y se enciende. El gas caliente que se produce se transporta a alta velocidad a través de una serie de aspas en forma de perfil aerodinámico que transfieren la energía creada por la combustión para hacer girar un eje de salida. La energía térmica residual en los gases de escape calientes se puede utilizar en diferentes procesos industriales.

Generación de energía eléctrica con gas

La electricidad según PRIMAGAS, (2021) se genera en centrales transformadores, capaces de convertir las fuentes de energías primarias (renovables o no renovables) en energía eléctrica. Entre todas las energías primarias no renovables, el gas se considera uno de los grandes aliados para la transición energética. Sus atributos lo definen como una energía eficiente, versátil y respetuosa con el medio ambiente.

La generación eléctrica según PRIMAGAS, (2021) a partir de gas puede producirse desde centrales termoeléctricas de ciclo convencional o desde centrales termoeléctricas de ciclo combinado. También se puede generar electricidad a partir de gas a través de la micro-generación, una producción

combinada de energía eléctrica y térmica a partir de una única fuente de energía primaria, con pequeña potencia. El uso del gas como combustible en la generación eléctrica en centrales de ciclo combinado presenta dos grandes ventajas: una mayor eficiencia energética y un menor impacto medioambiental.

El ciclo combinado (turbina de gas y turbina de vapor) permite un óptimo aprovechamiento del calor de combustión, por lo que se obtiene un rendimiento superior al 55%. En las centrales térmicas, por ejemplo, el rendimiento no supera el 35%. Por otro lado, las centrales de ciclo combinado son más flexibles que las de ciclo convencional. Pueden trabajar a plena carga o "a medio gas", según las exigencias.

El gas natural, Sulzer, (2022) se quema en un quemador de turbina de gas que acciona un generador para producir electricidad. Los gases de escape caliente que provienen de la turbina de gas se envían a un generador de vapor de recuperación de calor (Heat Recovery Steam Generator, HRSG) para generar vapor subcrítico o supercrítico. El vapor se envía directamente a una unidad de turbina/generador para producir electricidad adicional y a continuación pasa por un condensador para volver a convertirlo en agua desmineralizada, a través de bombas para islas de potencia como son las bombas de agua de alimentación a caldera (Boiler Feed Water Pumps, BFP), bombas de extracción de condensado (Condensate Extraction Pumps, CEP), bombas de agua de refrigeración (Cooling Water Pumps, CWP), bombas de inyección de combustible, bombas de alivio de NOx, de reposición y otros servicios auxiliares para bombas.

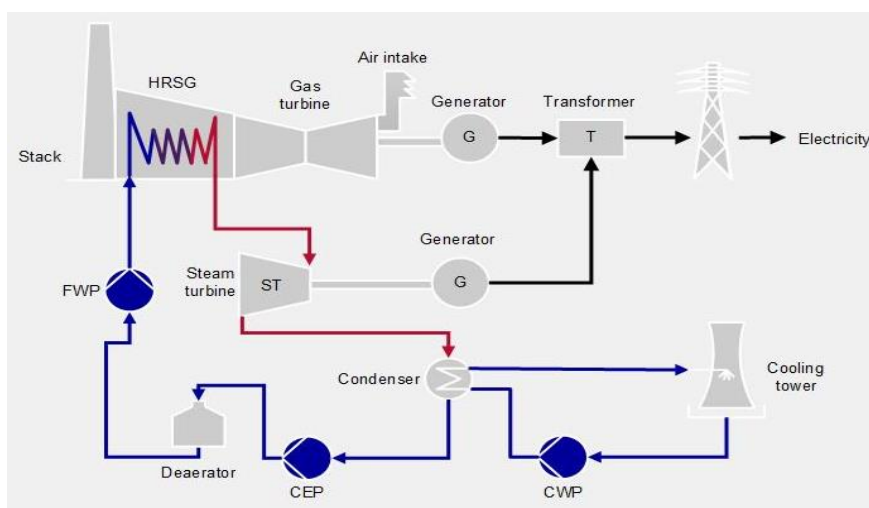


Figura 1. Proceso de generación de energía con turbina a gas.
Fuente: (Sulzer, 2022)

Cogeneración con Turbina de Gas

En este arreglo un compresor alimenta aire a alta presión a una cámara de combustión en la que se inyecta el combustible, que al quemarse generará gases a alta temperatura y presión, que a su vez, alimentan a la turbina donde se expanden generando energía mecánica que se transforma en energía eléctrica a través de un generador acoplado a la flecha de la turbina.

Los gases, para Bitar & Chamas, (2017) de escape tienen una temperatura que va de 500 a 650 °C. Estos gases son relativamente limpios y por lo tanto se pueden aplicar directamente a procesos de secado, o pueden ser aprovechados para procesos de combustión posteriores, ya que tienen un contenido de oxígeno de alrededor del 15%. Debido a su alta temperatura, estos gases suelen ser empleados a su vez, para producir vapor, que se utiliza en los procesos industriales e inclusive, para generar más energía eléctrica por medio de una turbina de vapor. La cogeneración con turbina de gas resulta muy adecuada para los procesos en los que se requiere de una gran cantidad de energía térmica, o en relaciones de calor/electricidad mayores a dos.

Metodología.

Tipo y diseño de la investigación

El presente estudio según Cuenya & Ruetti, (2010) se inserta en la perspectiva de la investigación descriptiva un aspecto importante que se debe manifestar sobre el particular, está relacionado con el hecho de que este tipo de indagación se direcciona hacia las cuestiones que tienen que ver con descripciones que se extraen de la información obtenida de la población participante de la investigación.

Se enmarca según Izquierdo Barrera, (2019) en una investigación de diseño no experimental. En este diseño de investigación no existe manipulación de variables, sino que se estudian las variables tal cual se presentan, Lo antes expuesto permite la expansión del conocimiento acerca de las turbinas a gas que son empleadas por empresarios en Manabí.

Población

La población según Izquierdo Barrera, (2019) estará conformada por 50 empresarios ubicados en Manabí los cuales manifestaron su deseo de formar parte de la investigación. Se comprende a la muestra como una parte de la población para quienes son generalizables las conclusiones. En este sentido, por ser una población finita y accesible, toda la población será considerada para el estudio. En tal sentido, la población en estudio estará conformada por 50 empresarios pertenecientes a Manabí.

Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos informativos para Landeau, (2010) es muy importante, pues, constituye la base para determinar el núcleo polémico de la investigación. Durante el transcurso de la investigación, se utilizarán técnicas e instrumentos, con la finalidad de brindar un soporte más amplio que permitiera corroborar apartados teóricos en los que se fundamenta esta investigación y desde el punto de vista empírico recolectar la información necesaria, los cuales fueron previamente concebidos en el plan de trabajo propuesto para llevar a cabo esta investigación, tales como la observación, y la encuesta tipo cuestionario (Aranda & Araújo, 2009); éstos permitirán conocer la realidad objeto de estudio y con ello realizar conclusiones pertinentes que puedan ser generalizables a otros emprendedores que empleen la turbina a gas como fuente generadora de energía eléctrica. El cuestionario constó de 10 preguntas con opciones de respuesta abierta.

Técnicas de análisis de los datos

Posterior al proceso de recolección de datos según Fernández, (2015) se empleará la estadística descriptiva y se organizarán los datos a través de tablas. Sumado a lo anterior se efectúa el contraste con las bases teóricas como forma de obtener la mayor objetividad posible de los resultados, así también llegar a formular conclusiones y recomendaciones inherentes a el problema planteado en esta investigación.

Resultados

Para alcanzar el objetivo de la investigación se procedió a realizar el análisis de los resultados los cuales se presentaran en forma de tablas.

Tabla 1 Distribución frecuencial de los encuestados pertenecientes al sector empresarial de Manabí según la interrogante ¿Cuáles son las principales fuentes de energía empleadas para la generación de energía?

Tipo de fuente de energía primaria	F	%
Gas natural	32	64
Biogas	12	24
Diesel	2	4
No sabe	4	8
Total	50	100

Fuente: El autor (2022) datos obtenidos de la aplicación del instrumento de recolección de datos

Al indagar en los empresarios ubicados en Manabí sobre las principales fuentes de energía empleadas en sus organizaciones se encontró que el 64% considera que la forma de abastecimiento de energía empleada la realiza a través de gas natural; seguido de aquellos que manifestaron que emplean Biogás como precursor de energía eléctrica.

Estos resultados concuerdan con lo expuesto por Arconel, (2020) , donde se señala que en Ecuador la producción energética de mayor relevancia es el generado por el gas natural (53%), seguido del gas natural y combustóleo (11%) encontrándose que desde el 2012 hasta el 2017 se ejecutó la implementación de eficiencia energética en varias empresas del país, con la finalidad de mejorar los sistemas motrices eléctricos, dentro de los que se encuentra aquellos que emplean turbinas a gas y de vapor, lo que llevo a un ahorro eléctrico de 13.400 MWh/año y de 57.272 bep/año en combustibles fósiles.

Se observa a demás, que según MERNNR, (2020) en correspondencia con lo anterior y lo que plantea el Estado, dentro de los proyectos más representativos en el sector industrial en relación a la producción de energía se tiene el suministro de energía eléctrica mediante cogeneración en algunos ingenios azucareros del país generando Biogás, que en este cuadro se calcula en un 24%.

Tabla 2 Distribución frecuencial de los encuestados pertenecientes al sector empresarial de Manabí según la interrogante ¿Cuál es actividad económica en la que emplea turbinas a gas?

Actividad Económica y uso de turbinas a gas	f	%
Industrias diversas	20	40
Servicios	15	30
Alimentos	8	16
Químico	7	14
Total	50	100

Fuente: El autor (2022) datos obtenidos de la aplicación del instrumento de recolección de datos

En concordancia con lo anterior las fuentes primarias producidas y utilizadas en Ecuador son el petróleo crudo, el gas natural, las fuentes bioenergéticas (bagazo de caña, leña) y fuentes renovables (energía solar, eólica, hidroenergía, biogás). Según el Balance Energético Nacional del Ecuador 2019, el 4,4% de la producción energética primaria en el país estuvo conformada por gas natural, correspondiendo al tercer energético en porcentaje, por detrás del petróleo y la hidroelectricidad. De la

producción de gas natural en 2019, el 79% correspondió a gas natural asociado a la producción petrolera y, 21% a gas libre producido en el campo Amistad en el Golfo de Guayaquil.

Al indagar en los resultados producto del cuestionario aplicado a los empresarios de Manabí, en relación a la generación de energía y el tipo de mecanismo en relación a la actividad económica se encontró que los empresarios pertenecientes al rubro de industrias diversas en un 40% utilizan como fuentes de energía máquinas de turbina de gas; seguidos por los empresarios referentes a servicios con un 30%.

Tabla 2. Distribución frecuencial de los encuestados pertenecientes al sector empresarial de Manabí según la interrogante ¿Cuál es el tipo de turbina empleada para la cogeneración de energía eléctrica?

Tipo de turbina empleada para la generación de energía	F	%
Turbina a gas	20	40
Turbina gas y combustión interna	15	30
Turbina de vapor	15	30
Total	50	100

Fuente: El autor (2022) datos obtenidos de la aplicación del instrumento de recolección de datos

La cogeneración es un sistema que produce simultáneamente calor y electricidad en una sola planta, alimentada por una única fuente de energía principal, lo que garantiza un mejor rendimiento energético que el que se obtendría con dos fuentes de producción separadas. De este modo, casi toda la energía térmica producida por los procesos de combustión no se disipa en el medioambiente, como ocurre con las plantas tradicionales, sino que se recupera y reutiliza. Las tecnologías de cogeneración más utilizadas implican la combustión de combustibles como el gas natural, el GLP, el gasóleo, el biogás, el biometano, el aceite vegetal o la biomasa.

Al observar los resultados se tiene que para la cogeneración de energía la mayor parte de los empresarios de Manabí emplean turbinas a gas (40%) seguido en iguales proporciones de los que emplean turbina de gas y combustión interna (30%) y los que emplean turbina de vapor (30%). Esto se corresponde con las facilidades que ofrece, tales como mayor confiabilidad y disponibilidad y la reducción en los costos de operación.

Otra de las ventajas según Aniekan, (2017).es que las turbinas a gas descargan un gran volumen de gases muy calientes como escape. La energía dentro de este escape se puede recuperar en un componente conocido como un generador de vapor de recuperación de calor, o HRSG. Los HRSGs pueden recuperar tanto calor que con frecuencia se usan para hervir agua para suministrar una turbina de vapor y generar más electricidad.

Conclusión

La utilización de turbinas de gas para generación de energía ha ido adquiriendo una importancia creciente, y puede decirse que se trata de una tecnología relativamente bien establecida, incluyendo las configuraciones con muy bajas emisiones contaminantes. Las turbinas de gas funcionan con combustibles líquidos y gaseosos como el gas natural, gasolina, diésel, gasóleo o petróleo.

Los gases producidos por la turbina a gas son relativamente limpios y por lo tanto se pueden aplicar directamente a procesos de secado, o pueden ser aprovechados para procesos de combustión posteriores, ya que tienen un contenido de oxígeno de alrededor del 15%. Debido a su alta temperatura, estos gases suelen ser empleados a su vez, para producir vapor, que se utiliza en los procesos industriales e inclusive, para generar más energía eléctrica por medio de una turbina de vapor.

La cogeneración es una estrategia que resulta eficiente que la producción de electricidad y calor por separado. Por un lado, existe un ahorro importante de combustible, pues la demanda de calor o frío existente en el mercado debería satisfacerse por procesos de generación distintos a los de la energía eléctrica. Por otro lado, el calor residual puede aprovecharse para generar electricidad en el concepto más extendido de cogeneración.

Referencias Bibliográficas

- ¿Qué es la energía eléctrica? (2021). *BBVA*, <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-energia-electrica/>.
- Generación de energía eléctrica con gas. (2021). *PRIMAGAS*, <https://blog.primagas.es/generacion-energia-electrica-con-gas>.
- Turbinas de gas. (2022). *Solar Turbines Incorporated*, https://www.solarturbines.com/es_MX/products/gas-turbines.html.
- Aguirre, J. (2018). Análisis de la Matriz Energética Ecuatoriana y Plan de Desarrollo Energético Sostenible Para la Ciudad de Machala. *Universitat Politècnica de Valencia. Institut de Ingeniería eléctrica. Valencia, España. Trabajo Fin de Máster*. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/106306/P070408412_TFM_15304976095031077995400793855203.pdf?%20sequenc, pp.100.
- Alonso, J., Fernández, A., Jiménez, C., Lecuona, A., Mellado, F., Plaza, J., . . . Sala, G. (2007). *Energía Solar Fotovoltaica*. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación. Grupo NAP. ISBN: 978-84-935049-6-0. pp.122. https://www.coit.es/sites/default/files/informes/pdf/energia_solar_fotovoltaica.pdf.
- Aniekan, .. (2017). Combustion dynamics in a lean premixed combustor with swirl forcing and fuel conditions. Cardiff, Gales, Reino Unido: . *Cardiff University*., https://www.uv.mx/veracruz/miapplicada/files/2021/07/Tesis_Domingo-Trejo-Enriquez-.pdf.

- Aranda, T., & Araújo, E. (2009). Técnicas e instrumentos cualitativos de recogida de datos. *Editorial EOS*, (248).
- Araujo, O., & Lizaldes, D. (2015). Análisis de Consumos Energéticos Asociados a la Operación y Navegación de un Puerto Marítimo del Ecuador. *Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. Trabajo de Titulación*. <https://bibdigital.epn.edu/bitstream/15000/10783/1/CD-6317.pdf>, pp.115.
- ARCERNR. (2021). Panorama Eléctrico. *Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables (ARCERNR). Edición 2*. <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/2da-Edicion-Panorama.pdf>.
- Arconel. (2020). Agencia de Regulación y Control de Electricidad, “Estadística Anual y Multianual del Sector Eléctrico Ecuatoriano. *Arconel*, <https://www.petroenergia.info/post/perspectivas-locales-del-uso-del-gas-natural>.
- Bárcena, A. (2021). América Latina y el Caribe tiene todas las condiciones para convertirse en un hub de energía renovable con gran potencial en hidrógeno verde. *CEPAL*. <https://www.cepal.org/es/noticias/america-latina-caribe-tiene-todas-condiciones-convertirse-un-hub-energia-renovable-gran>.
- Bitar, S., & Chamas, F. (2017). Estudio de factibilidad para la implementación de sistemas fotovoltaicos como fuente de energía en el sector industrial de Colombia. *Colegio de Estudios Superiores de Administración (CESA). Bogotá. Colombia. Trabajo de Grado Trabajo de Grado de Maestría*. <https://repository.cesa.edu.co/bitstream/handle/10726/1572/MBA2017-00499.pdf?sequence=10&isAllowed=y>, pp.117.
- C3S. (2021). El estado europeo del clima 2020. *Servicio de Cambio Climático Copernicus (C3S)*. <https://www.ecmwf.int/en/about/media-centre/news/2021/copernicus-climate-change-service-publishes-report-2020>.
- CEPAL. (2020). Estrategia Energética Sustentable 2030 de los países del SICA. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Naciones Unidas, Ciudad de México/Sistema de la Integración Centroamericana (SICA)*, pp.214.
- CONELC & CIE. (2008). Atlas Solar del Ecuador Con Fines de Generación Eléctrica. *Consejo Nacional de Electricidad (CONELC/ Corporación para la Investigación Energética (CIE)*. <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00041.pdf>, pp.51.
- Cuenya, L., & Ruetti, E. (2010). Controversias epistemológicas y metodológicas entre el paradigma cualitativo y cuantitativo en psicología. *Revista Colombiana de Psicología*, 19 (2), pp. 271-277.
- Cutler J. Cleveland, a. C. (2014). Dictionary of Energy. *ProQuest Ebook Central*, <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.lib.ucalgary.ca/lib/ucalgary-ebooks/detail.action?docID=1821967>.
- Fernández, A. (2015). Aprendizaje e Investigación un Camino de Mejoramiento y Fortalecimiento desde la Construcción del Trabajo de Grado. *Universidad de Carabobo. Tesis de Grado de Maestría. Carabobo, Venezuela*, pp.91.
- Finol, T., & Nava, H. (2001). *Procesos y Productos en la Investigación Documental*. Maracaibo, Zulia, Venezuela: EDILUZ. ISBN 980-232-388-8. 2a edición. pp.298.
- Fridell, E., Winnes, H., & Styhre, L. (2013). Medidas para mejorar la eficiencia energética en el transporte marítimo. *Boletín FAL*, 324. [doi: http://www.cepal.org/Transporte/noticias/bolfall/0/54070/FAL324-WEB.pdf](http://www.cepal.org/Transporte/noticias/bolfall/0/54070/FAL324-WEB.pdf).
- Grijalva, C., & Vélez, F. (2020). Estudio e Implementación de un Sistema Fotovoltaico Aplicado a Luminarias: Caso de Estudio Unidad Educativa Dr. Francisco Falquez Ampuero. *Universidad Politécnica Salesiana. Trabajo de Titulación*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18646/4/UPS-GT002920.pdf>, pp.97.
- Grupo de investigación del transporte marítimo de la Fundación de la Universidad de Oviedo. (2008). Consumo de energía y emisiones asociadas al transporte por barco. *Grupo Gestor del Proyecto EnerTrans. Monografías EnerTrans, Núm 15. ISBN: 978-84-89649-48-4*. https://www.tecnica-vialibre.es/documentos/Libros/15-EnerTrans_Consumos_barco.pdf, pp.78.
- Guastay, W., & Llanes, E. (2020). El uso de la energía hidráulica para la generación de energía eléctrica Como Estrategia Para el Desarrollo Industrial en el Ecuador . *Universidad, Ciencia y Tecnología Vol. 24, N° 104. DOI: 10.47460/uct.v24i104.363*, pp. 28-35.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill. Cuarta Edición.
- Hernández, R; Fernández, C; Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. 6ª Edición.
- Hurtado, J. (2000). *Metodología de la Investigación Holística*. Caracas, Venezuela: Fundación Sypal ISBN 980-6306-06-6. Tercera edición. pp.666.
- IEA. (2007). Key World Energy Statistics. *The International Energy Agency (IEA)*. (https://grist.org/wp-content/uploads/2008/04/key_stats_2007.pdf, pp.82.
- Landeau, R. (2010). *Elaboración de trabajos de investigación*. Caracas: ALFA.
- Larrea, M. (2022). El Papel de los Puertos en la Transición Energética . *Cuadernos Orkestra, núm. 02. Instituto Vasco de Competitividad – Fundación Deusto*. https://www.orkestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orkestra/220022_Papel_puertos_transicion_energetica_ES.pdf, pp.195.
- Liberona, F. (2020). Introducción. En F. H. Böll, F. o. internacional, & F. Terram, *Atlas del Carbón 2020. Hechos y cifras de un combustible fósil* (pág. pp.60). Santiago, Chile: Editorial (V. i. S. d. P.) Annette Maennel, HBS. Edición Latinoamericana. https://co.boell.org/sites/default/files/2021-04/atlas_del_carbon%20web.pdf.
- Looney, B. (2020). Statistical Review of World Energy 2020. *BP España*. https://www.bp.com/es_es/spain/home/noticias/notas-de-prensa/statistical-review-of-world-energy-2020.html.
- Malhotra, N., Dávila, J., & Treviño, M. (2004). *Investigación de Mercados*. México: Pearson Educación. pp.137-320.

- MERNNR. (2020). Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, “Balance Energético Nacional 2019”. *MERNNR*, <https://www.petroenergia.info/post/perspectivas-locales-del-uso-del-gas-natural>.
- MERNNR. (2020). Ecuador Consolida la Producción de Energía a Partir de Fuentes Renovables. *Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (MERNNR)*. <https://www.recursosyenergia.gob.ec/ecuador-consolida-la-produccion-electrica-a-partir-de-fuentes-renovables/#:~:text=Bajo%20este%20precepto%2C%20es%20importante,%2C%20geotermia%2C%20entre>.
- Mindiola, M., & Recalde, S. (2008). Análisis de metodologías para la evaluación ambiental de la construcción del terminal marítimo en el sector de Monteverde, provincia de Santa Elena. *Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. Trabajo de Titulación*. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/6550/D-39038.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, pp.180.
- Mundo Marítimo. (2019). Terminal Marítimo de Monteverde, Ecuador: recomiendan tomar medidas para su adecuado funcionamiento. <https://www.mundomaritimo.cl/noticias/terminal-maritimo-de-monteverde-ecuador-recomiendan-tomar-medidas-para-su-adecuado-funcionamiento>.
- Muñoz, J., Rojas, M., & Barreto, C. (2018). Incentivo a la generación distribuida en el Ecuador. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, núm. 19. <https://www.redalyc.org/journal/5055/505554803006/html/>, pp. 60-68.
- Navas, W., Durango, R., & Landívar, E. (2022). El potencial de la energía fotovoltaica como fuente de electricidad en Manabí. *Ciencia Digital*, 6(1). <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v6i1.1956>. <https://www.cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/1956>, pp.91-115.
- OIE. (2021). Change in CO2 emissions by fuel, 1990-2021. *Organización Mundial de la Energía (OIE), París* <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/change-in-co2-emissions-by-fuel-1990-2021>.
- Palella, S., & Martins, F. (2012). *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. Caracas, Venezuela: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (FEDEUPEL).
- Pástor, J. (2019). Breve Resumen de la Ley Orgánica de Eficiencia Energética Aprobada por la Asamblea Nacional del Ecuador. <https://es.linkedin.com/pulse/breve-resumen-de-la-ley-organica-eficiencia-aprobada-por-p%C3%A1stor>.
- Poveda, G., Ruiz, K., & González, J. (2017). Desarrollo de Energías Renovables en el Ecuador del Siglo XXI, optimización de recursos económicos y conservación del medio ambiente. *Observatorio Economía Latinoamericana*. ISSN: 1696-8352 [En línea] <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/energias-renovables-ecuador.html>.
- Prado, B. (2020). Análisis Técnico-Económico de una Instalación Fotovoltaica en Consumidores Residenciales en Áreas Rurales Aisladas. *Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Ecuador. Trabajo de Titulación*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19154/1/UPS%20-%20TTS103.pdf>, pp.118.
- Sulzer. (22 de sep de 2022). *Generación de energía por combustión de gas*. Obtenido de Sulzer: <https://www.sulzer.com/es-es/spain/applications/power-generation/fossil/gas-fired-power-generation>
- Velasco, G., & Cabrera, E. (2010). Generación solar fotovoltaica dentro del esquema de generación distribuida para la provincia de Imbabura. *Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), Quito, Ecuador. Maestría en Energías Renovables*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9350/1/P72.pdf>, pp.1-7.
- Wilmsmeier, G. (2014). Preocupación por eficiencia energética en la industria portuaria. *Mundo Maritimo*. <https://www.mundomaritimo.cl/noticias/preocupacion-por-eficiencia-energetica-en-la-industria-portuaria>.