



## Propuesta para disminuir el alto consumo energético en las industrias dependientes de combustible fósiles

Ingeniero Mecánico: **Carlos Ernesto Arias García**

Profesor de Universidad de Holguín (UHO). Cuba.

Autor para correspondencia: [carloese@uho.edu.cu](mailto:carloese@uho.edu.cu)

**Dr. Jaroslav Elievich Shkliarsky**

Universidad de Minería de San Petersburgo de la Federación Rusa. Rusia

Autor para correspondencia: [js-10@mail.ru](mailto:js-10@mail.ru)

Fecha de recepción: 22 de julio de 2018 / Fecha de aceptación: 20 de octubre de 2018

### Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo ofrecer una panorámica para valorar la mejora de la eficiencia de los sistemas de suministro de energía en industrias con la utilización de fuentes no convencionales de energía que proporcionen beneficios económicos y ambientales para el desarrollo sostenible de la sociedad en general. En la búsqueda de fuentes de energía para disminuir este alto costo, se presentó una propuesta metodológica para impulsar a corto y largo plazo la eficiencia energética con el empleo de biogás en la producción de electricidad.

Incentivados como parte del proyecto de investigación científica de eficiencia energética:

Introducción de fuentes renovables de energía en el territorio holguinero, del departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Holguín.

**Palabras-clave:** eficiencia, sustentabilidad, suministro de energía, fuentes de energía no convencionales

**Abstract:** The objective of this work was to offer an overview to assess the improvement of the efficiency of energy supply systems in industries with the use of unconventional sources of energy that provide economic and environmental benefits for the sustainable development of society in general. In the search for energy sources to reduce this high cost, a methodological proposal was presented to boost energy efficiency in the short and long term with the use of biogas in the production of electricity. Encouraged as part of the scientific project of energy



efficiency: Introduction of renewable sources of energy in Holguin territory, from the Mechanical Engineering Department of the University of Holguin.

**Key-words:** Efficiency, sustainability, energy supply, unconventional energy sources

## Introducción

La obtención de energía renovable sigue siendo una de las principales preocupaciones en la inversión de actividades económicas de muchos países en el mundo, como es el caso de la minería y otras industrias con varios productos comerciales como el cobre, oro, níquel y otros de sumo interés. En el procesamiento de la energía como la extracción y transporte, se producen impactos significativos tanto positivos como negativos que perduran en el tiempo. Por esta razón es fundamental utilizar recursos como la energía de manera eficiente e incorporar nuevas fuentes de energía, como las renovables no convencionales, dentro de ellas electricidad eólica y solar, biomasa e hidráulica.

Debe ser de sistemática atención el desarrollo de proyectos en la búsqueda de incorporación y mejoras del uso de energía, combinando las de actual uso con nuevas propuestas de energías renovables no convencionales que se presentan cada día a nivel mundial. Además de tener en cuenta el margen de error en su implementación, pues podría traer desfavorables resultados económicos y al medio ambiente, cuestiones que se deben evitar a toda costa.

Se toma en consideración diversos aportes a este escenario de muchas industrias mineras que buscan contribuir y facilitar el desarrollo de proyectos de energía renovable no convencionales en plantas mineras, disponiendo de una base conceptual, modelamiento y herramienta computacional que permita evaluar sistemáticamente la inserción de energías renovables no convencionales en estas plantas. Estos aportes son de incuestionable valor, pero aún, no existe una toma de conciencia en el ámbito nacional e internacional que se origine de la necesidad de hacer un uso cada vez más racional de los recursos existentes en nuestro planeta y así acelerar el uso de energía renovable como es la obtenida de biomasa. Aspecto a tener presente para trabajar en las actuales y futuras generaciones con base en la comprensión de la



sustentabilidad. Como modelo, la sustentabilidad integral para el presente y futuro, exige la permanente simbiosis de la sustentabilidad económica, ambiental y social.

En las Américas, países como Chile, Colombia, Argentina y Perú con avances en este empeño de mejora de eficiencia energética de las industrias, elaboran planes de desarrollo, software, entrevistas a profesionales, entre otras. Las que han sido seguidas por otros países, pero, aun carentes de un basamento teórico y práctico que sustente sus propuestas para ser empleados en cualquier empresa minera en correspondencia con la relación del mineral extraído y su consumo energético que permita el sustento y perdurabilidad de las ganancias que dichas empresas reportan a la economía.

Es de resaltar un nuevo tipo de tecnología denominada híbrida fotovoltaica-térmica o PVT, la que permite generar energía eléctrica y térmica en un solo colector, lo que involucra la incorporación del componente híbrido al software propuesto por la empresa energética en Chile. El cual plantea como el primer caso de estudio, evaluar el valor práctico de la herramienta mediante datos estadísticos y de operación de la central termo solar, lo que permite evaluar los datos técnico-económicos reales de cada planta y compararlos con la simulación; el segundo caso utiliza el modelo de la tecnología híbrida fotovoltaica-térmica para realizar un análisis técnico-económico de un proyecto híbrido, cuyos resultados revelan que los paneles híbrido fotovoltaica-térmica amorfos presentan una mejor eficiencia térmica que los poli cristalinos, y que estos últimos poseen una mejor eficiencia eléctrica comparado con los amorfos. Esta tecnología genera un alto costo de los colectores híbrido fotovoltaica-térmica poli cristalinos y hace que sea más beneficioso económicamente realizar un proyecto con híbrido fotovoltaica-térmica amorfos. (Merino Lacoste, 2017)

Se estimó recientemente que en América Latina, una región que produce cobre, hierro, petróleo, níquel y carbón, invertirán más de USD 1.000 millones en proyectos de energía renovable hasta 2022, frente a USD 37 millones en 2013. (Minería en Chile, 2017)



Cuba, país en vías de desarrollo, también traza sus planes y estrategias en los sectores de la Explotación de Minas y Canteras así como en el industrial de forma general teniendo en cuenta un balance energético representado por indicadores como el consumo y la importación. Para la electricidad, se valoran las capacidades instaladas, la eficiencia en plantas térmicas y otros indicadores relevantes.

A partir de los acontecimientos de los primeros años de la década del 70 en Cuba, con la reducción de los suministros de petróleo y la duplicación del precio de los crudos, adquiere un nuevo interés el desarrollo del análisis energético, con el objetivo de suministrar eficientemente energía renovable al Sistema Eléctrico Nacional. (Anuario Estadístico de Cuba 2015. Capítulo 10: Minería y Energía. Edición 2016).

Se consideran fuentes primarias no renovables de energía, a aquellos recursos fósiles agotables en el tiempo, y que tienen un período de formación de muy largo plazo. Las que pueden ser sustituidas en un mayor porcentaje por las energías renovables. Las que se consideran como energías renovables a aquellos recursos no fósiles, de bajo contenido de carbono y de períodos de formación relativamente cortos. (Merino Lacoste, 2017).

Como portadores energéticos naturales o primarios, se refiere al proceso de extracción, captación o producción siempre que no conlleve transformaciones energéticas. Estos son aquellos provistos por la naturaleza, ya sea en forma directa, como la energía hidráulica, eólica, solar y biomasa, o después de atravesar un proceso minero, como el petróleo, el gas natural, el carbón mineral, los minerales fusionables y la geotermia, o a través de la fotosíntesis, como es el caso de la leña y los otros combustibles vegetales y de origen animal (Anuario Estadístico de Cuba 2015. Capítulo 10: Minería y Energía. Edición 2016).

Los portadores naturales que se producen en Cuba y de los cuales se dispone de información estadística recopilada y sistemática son: petróleo, gas natural hidro energía, leña, productos de caña (en lo fundamental bagazo).



En el caso particular de la hidro energía, sus niveles de producción están estimados a partir de la energía eléctrica producida por las centrales hidroeléctricas del país, operadas en la actualidad por la Unión Eléctrica. Con relación a la leña, se incluyen solamente los flujos comerciales de este portador estando ausentes los volúmenes que por apropiación irregular y sin control se originan en la práctica.

Los productos resultantes de las transformaciones o elaboración a partir de portadores energéticos naturales (o en determinados casos a partir de otro portador ya elaborado) se denominan portadores elaborados o secundarios. Son portadores energéticos elaborados, la electricidad, toda la amplia gama de derivados del petróleo, el carbón vegetal, el alcohol desnaturalizado y el gas manufacturado o gas de ciudad. (Anuario Estadístico de Cuba 2015. Capítulo 10: Minería y Energía. Edición 2016).

El grupo de los derivados del petróleo incluye una amplia variedad de productos energéticos útiles que se obtienen a partir del procesamiento del petróleo en las refinerías, entre los cuales se encuentran las gasolinas, los turbo combustibles y los combustibles diésel (gasóleos) de extraordinaria demanda universal.

Para los recursos energéticos renovables se desarrollan amplios planes hasta el 2030 con el respaldo económico de la Unión Europea, evidenciados en la feria "Energías Renovables Cuba", celebrada en La Habana por primera vez a inicios del presente año con la participación de 16 países. Lo que permitirá obtener un incremento de 2.334 megavatios generados por energías renovables, procedentes de centrales bioeléctricas, energía solar fotovoltaica, parques eólicos, además de pequeñas centrales hidroeléctricas y plantas de biogás industrial.

De acuerdo a todo este análisis, se hace necesario el trabajo mancomunado del estado y especialistas del ramo para la mejora en la obtención de energías no convencionales para el desarrollo de la industria en general y la minera, alta consumidora de energéticos no renovables, costoso recurso y altos contaminadores de ecosistemas.



## **Materiales y métodos**

Para elaborar la propuesta, se partió del análisis nacional que realiza el Ministerio de Energías, debido a que la producción de energía eléctrica en Cuba depende mayoritariamente de combustibles fósiles, por lo cual, es de prioridad mejorar la eficiencia energética, incrementar la generación con fuentes renovables, incrementar la exploración y extracción de petróleo, así como maximizar la generación con el gas acompañante del petróleo nacional.

Cabe resaltar las especificidades trazadas por este ministerio como metas hasta 2030, al garantizar el acceso universal a servicios de energía asequibles, confiables y modernos; aumentar sustancialmente el porcentaje de la energía renovable y duplicar la tasa de mejora de la eficiencia energética

En la busque bibliográfica, Rothen Véliz, (2016) realiza un resumen semejante a las que se presentan a continuación:

Hidro energía: energía potencial de un caudal hidráulico.

Geo energía: energía almacenada bajo la superficie de la tierra en forma de calor, la cual puede ser transmitida hacia la superficie por un fluido que esté en contacto con la roca caliente.

Energía eólica: producida por el viento y que se puede aprovechar en un conjunto turbina generador.

Leña: se obtiene directamente de los recursos forestales. Incluye los troncos y ramas de los árboles, pero excluye los desechos de la actividad maderera. Productos de Caña: incluyen los productos de caña de azúcar que tienen fines energéticos. Entre ellos se encuentran el bagazo, el caldo de caña y la melaza.

Otras fuentes primarias: se incluye residuos animales, de las actividades agropecuarias y a los desechos urbanos. Estos pueden ser utilizados directamente como combustible en forma seca o convertidos a biogás, a través de un proceso de fermentación o método de descomposición.

Biogás: es el gas, principalmente metano, obtenido de la fermentación anaeróbica de desechos biomásicos. La producción de los gases debe corresponder a los centros de transformación donde cada gas es producido.



Como otras fuentes energéticas primarias se incluye la solar.

Un aspecto primordial lo constituye el balance energético, que es el conjunto de relaciones de equilibrio que contabiliza los flujos físicos por los cuales la energía se produce, se intercambia con el exterior, se transforma, se consume, etc., calculado en una unidad común, dentro de un país dado y para un período determinado. (Metodología para la elaboración de los balances de energía, 2004). Este constituye una herramienta que facilita la planificación global energética considerada junto con otros elementos del sistema económico. Es decir, tomado aisladamente el balance de una imagen de las relaciones físicas del sistema energético en un determinado período histórico.

El balance visualiza como se produce la energía, se exporta o importa, se transforma y se consume. Permite calcular ciertas relaciones de eficiencia y hacer un diagnóstico de la situación energética de una determinada industria o empresa, donde se incluye la minera. En este sentido, es una condición necesaria para la planificación energética. Los objetivos fundamentales del balance energético radican en evaluar la dinámica del sistema energético en concordancia con la economía de cada empresa, determinando las principales relaciones económico-energéticas entre los diferentes momentos de productividad de dicha empresa, lo que servir de instrumento para la planificación energética al conocer la estructura de cada una de ellas para determinar cada fuente de energía y los usos competitivos y no competitivos que permitan impulsar cuando sea posible los procesos de sustitución.

Todo esto permite crear las bases apropiadas que conlleven a la sistematización de la información energética y así proyectar su producción y perspectivas a corto mediano y largo plazo en correspondencia con la disponibilidad en dependencia de la ubicación geográfica en que se encuentre cada industria y que esta disponibilidad pueda ser empleada de acuerdo al tipo de energía renovables desarrollada en cada territorio.



Para el estudio de este complejo tema, el elemento fundamental es la sostenibilidad económica, ambiental y social desde una dimensión espacial y temporal para el desarrollo de un plan sólido que reduzca el consumo de energía en la industria y empresas mineras para que contribuya a su mejora.

Todo esto conlleva para su implementación un equipamiento en correspondencia con el tipo de energía renovable a obtener y, acometer estas labores con grupos especializados y suficientemente calificados que analicen los proyectos de cada empresa y los materiales necesarios.

### Recolección de datos

Se muestra en la figura 1.1 un resumen del balance energético contenido del Anuario Estadístico de Cuba 2015. Capítulo 10: Minería y Energía. Edición 2016. Este sirve de base para la propuesta de la metodología y así impulsar la mejora de la obtención de energía renovable debido a la necesidad imperante de su uso y aplicación de nuevas tecnologías para su creciente explotación.

AÑOS	Total	Empresas de servicio público	Autoprodutores		
			Total	Industria azucarera	Industria del níquel
2000	15 032,2	13 731,0	1 301,2	944,2	357,0
2002	15 698,8	14 363,6	1 335,2	938,5	396,7
2003	15 810,5	14 714,0	1 096,5	720,1	376,4
2004	15 633,7	14 473,4	1 160,3	788,6	371,7
2005	15 341,1	14 538,9	802,2	419,5	382,7
2006	16 468,4	15 692,6	775,8	406,1	369,7
2007	17 622,5	16 843,3	779,2	412,8	366,4
2008	17 681,3	16 780,4	900,9	553,7	347,2
2009	17 727,1	16 859,3	867,8	534,8	333,0
2010	17 386,8	16 583,9	802,9	446,2	356,7
2011	17 759,4	16 944,5	814,9	453,8	361,1
2012	18 427,9	17 595,9	832,0	551,0	281,0
2013	19 156,4	18 262,7	893,7	696,6	197,1
2014	19 366,1	18 528,6	837,5	636,5	201,0
<b>2015</b>	<b>20 288,0</b>	<b>19 390,0</b>	<b>898,0</b>	<b>702,7</b>	<b>195,3</b>

Figura. 1 Datos estadísticos de la generación bruta eléctrica

La explotación y uso de energías renovables se resumen de la siguiente forma:



AÑOS	Generación térmica				Grupos Electrógenos		Renovables	
	Total	Termo-eléctricas	Auto-productores <sup>(a)</sup>	Turbinas de gas <sup>(b)</sup>	Interco-nectados al sistema <sup>(c)</sup>	Aislados	Hidro-eléctricas	Otras <sup>(d)</sup>
2000	15 032,2	12 185,3	1 301,2	1 307,4	-	149,3	89,0	-
2002	15 698,8	12 877,5	1 335,2	1 222,9	-	156,5	106,4	0,3
2003	15 810,5	12 806,2	1 096,5	1 611,0	-	168,7	127,7	0,4
2004	15 633,7	12 335,6	1 160,3	1 871,2	-	178,6	87,6	0,4
2005	15 341,1	12 325,9	802,2	1 937,2	20,1	187,9	67,7	0,1
2006	16 468,4	11 672,3	775,8	2 233,2	1 500,6	192,7	93,5	0,3
2007	17 622,5	11 099,4	779,2	2 493,3	2 917,4	211,6	121,4	0,2
2008	17 681,3	9 828,6	900,9	2 537,9	4 113,5	153,9	138,3	8,2
2009	17 727,1	9 922,3	867,8	2 380,8	4 252,1	149,7	150,8	3,6
2010	17 386,8	10 237,9	802,9	2 269,1	3 892,5	76,1	96,6	11,7
2011	17 759,4	11 112,7	814,9	2 053,7	3 594,8	64,3	99,2	19,8
2012	18 427,9	11 399,9	832,0	2 092,3	3 971,1	-	110,9	21,7
2013	19 156,4	11 883,7	893,7	1 986,6	4 239,5	-	127,3	25,6
2014	19 366,1	11 738,3	837,5	2 794,0	3 855,0	-	104,1	37,2
2015	20 288,0	11 942,7	898,0	2 950,1	4 398,8	-	48,3	50,1

Fig. 2 Generación bruta de electricidad por tipo de planta productora.

Aún los datos revelados, no satisfacen las crecientes demandas energéticas de forma general en nuestro país, por lo que se trabaja en nuevas propuestas de aplicación de energía renovable que pueda de alguna manera reducir estos costos.

La propuesta se implementa en la provincia de Holguín, ubica geográficamente en la costa norte del oriente de Cuba. La cual cuenta con una alta densidad poblacional y de industrias consumidoras de energía fósil como es la KTP 26 de Julio y otras industrias locales que se favorecerían con la energía proveniente del biogás.

### Resultados y Discusión

Cuando hablamos de biomasa, en este caso del biogás, vemos que esta se diferencia por el recurso primario utilizado en otros sistemas energéticos con el fin de obtención de energía renovable. El origen diverso de composición, recolección, tratamiento y distribución geográfica, distingue su complejidad de otros recursos energéticos primarios. (Barrena et al., 2016).

Tener presente tanto las ventajas como las limitaciones del balance energético, es de suma importancia, pues esta es una herramienta que facilita la planificación global energética de la zona o territorio que se propone poner en marcha este sistema de obtención de energía, considerado junto con otros elementos económicos. Permite visualizar como se produce la



energía, se transforma y se consume por sectores económicos y poblacionales, lo que propicia calcular ciertas relaciones de eficiencia y hacer un diagnóstico de la situación energética de la región en un período determinado una vez materializada en el terreno. Se toma como referentes, investigaciones realizadas en el Perú acerca del empleo de recursos energéticos renovables provenientes de recursos biomásicos forestales, lo que presenta cierta similitud por la existencia de material primario, como parte de esta experiencia.

Se propone desarrollar la metodología en tres etapas hasta el momento: de preparación, de coordinación y de ejecución.

En la primera etapa, de *preparación*, se requiere de condiciones previas, donde se analiza la efectividad del desarrollo tecnológico basado en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) que representa una herramienta de gran ayuda para abordar el contexto geográfico y el amplio rango de los aspectos pertinentes al tema de la producción de energía a partir de biomasa, en especial en lo que concierne a la demanda de energía y al suministro de biomasa. La mayor ventaja de la utilización de estos sistemas, es determinar un marco geo-referenciado y cuantificado de los factores que pueden influir en la oferta de biomasa y en la aparición de problemas sociales y ambientales. La integración de la información en un SIG permite llevar a cabo el análisis de los datos geográficos; lo que cierta manera brinda soluciones a problemas que se puedan presentar en el terreno. (Gianella, J.C. 2016).

Se trabaja en otros aspectos a tener en cuenta de acuerdo a las actualizaciones de datos de consumo y mapas geográficos que serán introducidos en el de cursar de la implementación de la propuesta. Pues estos son considerados, hasta el momento, los pasos iniciales en la búsqueda de aprovechamiento de recursos de valor energético como es el caso del biogás, obtenido de una biomasa determinada.

En la segunda etapa, de *coordinación*, se traza la aplicación del programa ARC GIS, uno de los programas de SIG más populares en la actualidad lo que asegura que sea usada parte de la metodología WISDOM. La metodología aplicada para el análisis de biomasa a partir de residuos fue el, Mapeo de Oferta y Demanda Integrada de Dendrocombustibles (Woodfuel Integrated



Supply/ Demand Overview Mapping - WISDOM) desarrollada por el Programa de Dendroenergía de la FAO. La metodología WISDOM originalmente estaba enfocada solamente a la evaluación de la biomasa leñosa, aunque recientemente esta visión se ha ampliado para comprender también otros tipos de biomasa no leñosa, tales como la de origen agrícola y agroindustrial. Lo que permite incorporar otra información geográfica relativa a la oferta y al consumo de otras fuentes de biomasa, en este caso para obtención de biogás provenientes del gas metano que emiten los vertederos y/o vertedero principal que existen en el territorio. En este análisis, se integra el balance entre la biomasa disponible y accesible y la demanda total de la misma, aun no calculados ni recogidos en base de datos, elementos a tener en cuenta para ser calculados como eslabón esencial de análisis.

En la siguiente etapa, de *ejecución*, implica cuatro pasos como parte de la metodología WISDOM (FAO, 2003):

1. Definición de la unidad administrativa de análisis: Este tipo de análisis tiene un carácter intrínsecamente geográfico y se adapta a las características específicas del territorio. Una de las limitantes más importantes en este tipo de análisis es la calidad de la información. Es necesario obtener datos de confiabilidad de las fuentes de información utilizadas del resultado de un primer balance oferta demanda. La división político-administrativa seleccionada para el análisis es la división provincial, pues por el momento no es posible obtener todos los datos que incorporen un análisis de forma homogénea a nivel municipal y es necesario obtener distintas variables socioeconómicas y productivas relacionadas con la oferta y el consumo de biomasa en el contexto geográfico propuesto. Los mapas físicos y administrativos de la Provincia y Municipio Holguín utilizados fueron elaborado por el Instituto Geodesia y Cartografía Nacional en 2005. Esta oriental provincia está dividida administrativamente en 14 municipios, dentro de estos el municipio de igual nombre, donde será aplicada la propuesta.

2. Desarrollo del módulo de la demanda: Los datos obtenidos para el módulo de demanda se centraron en la estructura del consumo energético en las industrias cercanas al centro de obtención de la materia prima para generar la energía primaria, así como de hogares que



pudieran beneficiarse de la energía obtenida para la cocción de alimentos, entre otras, altos consumidores de energía convencional. Se considera la estimación de la demanda residencial y la estimación de la demanda comercial e industrial. Se obtienen del Balance de Energía Útil del Ministerio de Energía del año 2016.

3. Desarrollo del módulo de la oferta: se debe obtener información de base sobre las existencias volumétricas de residuos agroindustriales y poblacional que se empleen en la producción de biogás, los que se aportan por la empresa de servicios comunales del municipio sobre la cantidad de toneladas que se depositan en este local localizado a las afueras de la ciudad, lo que permite también la protección del medioambiente urbano por la distancia de la ciudad. Este se simplifica en:

- Estimación y distribución geográfica de las existencias de biomasa en los depósitos de desechos: representa un requisito previo importante, ya que los valores de la biomasa disponible y accesible para fines energéticos son calculados a partir de los valores de las existencias y productividad.

- Estimación y distribución geográfica de la productividad sustentable y cálculo de la cantidad anual disponible para usos energéticos: se requiere contar con los incrementos medio anuales de los depósitos residuales. Luego de determinar los valores promedio de cobertura, se procede a calcular los valores de coeficientes de reducción que permitirán determinar tanto la biomasa disponible como la productividad disponible para usos energéticos.

- Estimación de la biomasa accesible física sobre la productividad sustentable y disponible de los depósitos: parámetro espacial que define la accesibilidad de un determinado recurso biomásico en relación a la distancia del lugar más cercano y de fácil acceso y a un factor de costo basado en características del terreno para determinar la biomasa disponible que es físicamente accesible. Estos datos deben expresar el contenido volumétrico ( $m^3/ha$ ) de esta clase (biogás obtenido de la fermentación anaeróbica de desechos biomásicos). Para expresarlos en valores de biomasa, en  $t/ha$ , los valores se expresan en  $m^3$  y se multiplica por el factor de obtención de la biomasa según WISDOM Argentina (FAO, 2009) por la densidad básica promedio.



4. Desarrollo del módulo integración demanda oferta: consiste en la elaboración del balance entre la oferta potencial de biomasa disponible y accesible desde el punto de vista legal y físico y el consumo de biomasa con fines energéticos. El balance puede orientarse de distintas formas según los análisis que se quieran realizar. En primero, dada la importancia del consumo de biomasa con fines energéticos en el municipio en correspondencia con él por ciento de la producción de productos residuales, en segundo término, un balance entre la oferta total de biomasa que comprende además los residuos potenciales de cultivos y los residuos procedentes de las actividades agroindustriales y forestales-industriales, con la demanda total de biomasa. Para la mejor comprensión, los balances se procesan mediante el cálculo del valor medio entre la oferta y la demanda en un radio determinado de 5 km.

### Conclusiones

Los estudios bioenergéticos son complejos y específicos para un sitio específico. La heterogeneidad tanto de la materia prima para el abastecimiento de combustibles como en los sectores de demanda de biomasa, demuestra la necesidad de encarar un estudio pormenorizado acerca de los patrones de consumo y sus fuentes de abastecimiento. Lamentablemente, en muchas ocasiones las estadísticas relevadas no contemplan todas las fuentes de abastecimiento, ni la totalidad de los distintos consumos de biomasa con fines energéticos.

A nivel de provincia es posible obtener distintas variables socioeconómicas y productivas relacionadas con la oferta y el consumo de biomasa proveniente del biogás como recurso renovable.

En lo tecnológico, con la propuesta, se obtendrán mayores beneficios económicos de conformidad con técnicos, tecnólogos y régimen de restricciones de las empresas de suministro de energía para poner en práctica el uso del biogás en la producción de electricidad, una aproximación en el territorio holguinero, Cuba. La que se continuará perfeccionando y enriqueciendo en el terreno, una vez que concluya su ejecución.

### Referencias Bibliográficas



Andrews, S. (2006). *Crop Residue Removal for Biomasa Energy Production: Effects on Soil and Recomendations. Technology Development Team USDA National Resource Conservation Service.*

Anuario Estadístico de Cuba 2015. Capítulo 10: *Minería y Energía*. Oficina Nacional de Estadística e Información. República de Cuba. Edición 2016.

*Balance energético- Metodología BEN.*

[file:///E:/ARTICULO%20DE%20CARLI%20ENERGIA/BalanceEnergeticoMetodologia\\_BEN.pdf](file:///E:/ARTICULO%20DE%20CARLI%20ENERGIA/BalanceEnergeticoMetodologia_BEN.pdf)

Barrena Arroyo, Víctor. et al. (2016). *Metodología aplicada en el análisis de recursos de biomasa leñosa y de residuos para uso combustible*. Perú.

Cabezas Cifuentes, Reynaldo A. (2016). *Manual de Eficiencia Energética para Minería. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Mecánico*. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Departamento de Ingeniería Mecánica. Universidad de Chile.

Diario Las Américas. (2018). *Proyecto de energía renovable en Cuba.*

<https://www.diariolasamericas.com/americas-latina/proyecto-energia-renovable-cuba-sera-apoyado-la-union-europea-n4142288>.

FAO. (2009). *Análisis del balance de energía derivada de biomasa en Argentina - WISDOM Argentina*. Departamento Forestal, Servicios y Productos Forestales – Dendroenergía. Proy TCP/ARG/3103.102 p.

Gianella, J.C. (2016). *Cambio de matriz energética y biocombustibles (I)*. Coyuntura (4) 21: 21–25. CISEPA PUCP. Lima.

Instituto de Geodesia y Cartografía Nacional de Cuba. (2005). *Mapas de la División física y político-administrativa*. Provincia Holguín. Propaganda Gráfica.

Merino Lacoste, Álvaro. (2017) *Minería en Chile*. [Gerens Escuela de Postgrado](#) Publicada noviembre 6, 2015 Actualizado diciembre 27,.  
<http://www.construccionminera.cl/mineria-y-energia/>

*Metodología MDL de pequeña escala para la producción de energía térmica con o sin generación de electricidad*. AMS-IC: “Producción de energía térmica con o sin generación de electricidad”

Versión 18.0. Aprobada el 17 de septiembre de 2010

[file:///E:/ARTICULO%20DE%20CARLI%20ENERGIA/AMS-IC%20LAE\\_dp%20\(1\).pdf](file:///E:/ARTICULO%20DE%20CARLI%20ENERGIA/AMS-IC%20LAE_dp%20(1).pdf).

*Minería y energía*. <http://www.construccionminera.cl/mineria-y-energia/>. Visualizado 10 de septiembre 2018.

*Minería en Chile*. <http://www.portalminero.com/pages/viewpage.action?pageId=99722876>



- Moreno Figueredo, C. (2017). *Cuba hacia 100% con energías renovables*. Centro de Estudio de Tecnologías Energéticas Renovables (CETER), La Habana, Cuba. <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia62/HTML/articulo02.htm>
- Rothen Véliz, Rodrigo Sebastián. (2016). *Ministerio de Minas y Energía*. maff. Colombia. <https://www.minminas.gov.co/mitos-y-realidades-mineria;jsessionid=eZPIxcsk6+04OO9d+ZCofkAl.portal2>
- Saico, L. (2015). *Determinación de Substratos óptimos para la producción de Biogas a partir de Estiércol de ganado ovino, vacuno y porcino de los corrales de Crianza de la UNALM*. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista, UNALM. 97 p.
- Schuetz, G. (2007). *Vínculos entre Bioenergía y la Seguridad Alimentaria*. FAO II Seminario Latinoamericano y del Caribe de Biocombustibles. San Salvador, El Salvador.
- Serrato Monroy, C. Lesmes Cepeda, V. (2016) *Metodología para el cálculo de energía extraída a partir de la biomasa en el departamento de Cundinamarca*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Ingeniería, Proyecto CULAR Ingeniería Eléctrica. Bogotá, Colombia. Tesis presentada como requisito para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico.
- SIEN, (2004). *Metodología para la elaboración de los balances de energía*. Gu-a-SIEN-M-1-Metodolog--a-Balances-Energ--ticos.pdf. Comisión Europea.
- Taller de Desarrollo de Capacidades para la Integración de Objetivos de Desarrollo Sostenible de Energía, Metas e Indicadores en los Programas Nacionales de Estadísticas en Países de América Latina <file:///E:/ARTICULO%20DE%20CARLI%20ENERGIA/otra%20%20oct/13097Cuba.pdf>