

## ***ENERGÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE EN CUBA***

### ***ENERGY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN CUBA***

*Debrayan Bravo Hidalgo<sup>1\*</sup>*

<sup>1</sup>Centro de Estudios de Energía y Medio Ambiente. Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez"  
Cuatro Caminos, Cienfuegos 59430, Fax: 522762, Telf: 500137

Recibido: Julio 8, 2015; Revisado: Julio 23, 2015; Aceptado: Agosto 24, 2015

El empleo y perfeccionamiento de la utilización de las fuentes renovables de energía podría ser considerado como el inicio de una tercera "Revolución Industrial" la transición a una economía de baja emisión de dióxido de carbono permite dar un giro trascendental en la lucha contra el cambio climático, mejorar la seguridad energética, y reducir significativamente las tensiones geopolíticas del presente. El incremento de la utilización de las fuentes renovables de energías constituyen un lineamiento de la política energética de Cuba. De esta manera se desarrollan programas para la construcción de centrales hidroeléctricas, la instalación de celdas y paneles fotovoltaicos, sistemas termo solares, y la utilización de otras fuentes como la eólica y la biomasa. Este trabajo presenta; la implementación de estas prácticas en la nación, los resultados presentes y las aspiraciones futuras de cara a las exigencias de un desarrollo sostenible, la generación y el consumo de energía.

**Palabras clave:** energía renovable, desarrollo sostenible, consumo, generación.

#### **ABSTRACT**

Employment and enhancing the use of renewable energy sources could be considered as the beginning of a third "Industrial Revolution". The transition to a low carbon dioxide emission permits to a momentous turning point in the fight against climate change, improve energy security, and last but not least, significantly reduce the geopolitical intentions of this.

The increase in renewable sources constitutes a guideline for energy policy in Cuba. Thus, programs for the construction of small hydropower plants, plant cells and photovoltaic panels, solar thermal energy systems for various services are developed; and the use of other primary sources such as wind and biomass.

Copyright © 2015. Este es un artículo de acceso abierto, lo que permite su uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.

\* Autor para la correspondencia: Debrayan Bravo, Email: [dbrayanbh@gmail.com](mailto:dbrayanbh@gmail.com)

This work shows the implementation of these practices in the nation, the present results and future aspirations facing the demands of sustainable and steady development of generation and power consumption.

**Key words:** renewable energy, sustainable development, consumption, generation.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Anualmente el astro rey derrama sobre nuestro planeta 4 000 veces más energía de la que hoy consumimos. El sol es la fuente de vida de nuestro planeta y el origen de las fuentes de energías que la humanidad ha empleado en las distintas etapas de su historia. La utilización de la energía solar, el viento, las corrientes de los ríos, entre otras, más que una alternativa, son la única solución posible a las exigencias energéticas de nuestro país y del mundo de cara al desarrollo sostenible. Cada metro cuadrado del territorio recibe diariamente, como promedio anual, 5 kWh de energía solar, equivalente a la energía química acumulada en un litro de petróleo. Con el aprovechamiento tanto directo como indirecto de la energía solar se pueden satisfacer todas nuestras necesidades energéticas, Arrastía (2002).

La energía no constituye un sector económico, aunque su tratamiento exige estudiar su costo, de una forma u otra la producción de bienes y servicios demandan energía para su funcionamiento, pero también la población demanda energía para satisfacer sus necesidades básicas de confort, entre otras. Por eso la energía se debe visualizar como un trascendental aspecto para el desarrollo sostenible de las actividades humanas. Se puede reducir de manera importante el consumo de energía si se enseñan los hábitos y estilos de vida adecuados a las buenas prácticas de uso eficiente durante la etapa educativa en todos sus niveles, Turrini (2006).

Además, en los últimos tiempos fue necesario priorizar la generación de energía para satisfacer su demanda creciente, para sostener el desarrollo socioeconómico.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

En el ámbito internacional se reconoce que una de las formas válidas y expeditas para promover cambios favorables en los patrones de consumo, producción y uso de los recursos es la integración de sostenibilidad en las políticas de desarrollo de los países, de manera que se logre el crecimiento económico sin provocar impactos ambientales y sociales adversos de significación. Está demostrado que sin una política ambiental bien concebida e integrada correctamente a la política económica y social y a las soluciones a corte, mediano y largo plazo, que se propone, lo que se haga en materia productiva y de servicio repercutirá negativamente y de manera rápida en la propia economía y en la sociedad, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2009).

Puede afirmarse que el Consumo y Producción Sostenible, y la Eficiencia en el uso de los Recursos, son conceptos de índole trasversal que deben tener su expresión en las políticas a todos los niveles y en los lineamientos; esto, de manera general, se cumple al estar presente las tres dimensiones de la sostenibilidad del desarrollo; económico, social y ecológico, tal como se muestra a continuación, Figura 1.



**Figura 1.** Diagrama de la integración de los tres elementos del desarrollo sostenible.

**Fuente:** Elaboración propia.

El desarrollo de cualquier país está supeditado en gran medida a la disponibilidad y uso que da a sus recursos energéticos la actualización del modelo económico y las políticas derivadas de este proceso no podían dejar de incluir el tema de la energía dentro de las prioridades nacionales; así ha sido desde el mismo triunfo de la revolución hasta el presente, en la cual la Revolución Energética iniciada en el 2006 y que continua en la actualidad, es un fiel reflejo. Según Murillo (2009), la política económica y social se constata de manera clara la integración de los principios y conceptos de Consumo y Producción Sostenible, y de la Eficiencia en el uso de los Recursos, donde se destaca lo siguiente:

- Incremento sostenido de la producción nacional de energía, minimizando los impactos ambientales y sociales negativos.
- Diversificación e incremento del uso gradual de las fuentes de energía alternativas.
- Rehabilitación y modernización del sistema eléctrico nacional, disminución de pérdidas en la distribución y transmisión de energía eléctrica y, en general, la introducción de mejoras tecnológicas.
- Satisfacción de la demanda de los usuarios e incremento de la eficiencia en el consumo energético nacional.
- Desarrollo de una cultura energética orientada a la sostenibilidad de todos los actores sociales.

### ***2.1 Energía solar fotovoltaica.***

Se denomina energía solar fotovoltaica a la energía radiante del sol que se transforma en energía eléctrica mediante el empleo de celdas fotovoltaicas; este método clasifica como una forma de aprovechamiento directo de la energía solar. El efecto fotovoltaico genera una fuerza electro motriz, en un dispositivo semiconductor, debida a la absorción de la radiación electromagnética al conectarse a un circuito eléctrico.

A la interconexión de varias celdas fotovoltaicas se le llama panel fotovoltaico; un grupo de paneles da lugar a un módulo, que conjuntamente con las baterías que almacena la energía eléctrica, el inversor, el conmutador y los cables, forman el sistema fotovoltaico. Se estima que la cantidad de energía eléctrica generada con tecnología fotovoltaica es 0,1 % de la demanda de energía primaria mundial. Al final del 2008 la potencia fotovoltaica global acumulada fue de 15,5 GWp y el 90 % se hallaba conectada a la red, (Arrastía y Corp, 2013).

La mayor central fotovoltaica del mundo se encuentra en Portugal con una potencia instalada de 62 MWp. Cuenta con 350 000 paneles fotovoltaicos y evita el envío a la atmosfera de 60 000 toneladas de dióxido de carbono al año, (Arrastía y Corp, 2013). Investigadores de la Universidad de La Habana están investigando celdas solares desde hace más de 3 décadas, Cubasolar la Organización no Gubernamental (ONG) cubana para la promoción de las fuentes renovables de energía y el respeto ambiental apoya los proyectos de electrificación rural con energía solar fotovoltaica. Aunque en la isla no se producen celdas solares, si cuenta con una línea de montaje de paneles fotovoltaicos y el Combinado de Componentes Electrónicos en Pinar del Río. Las primeras instalaciones fotovoltaicas de impacto social en Cuba fueron los 460 consultorios médicos de las familias electrificados en áreas rurales a partir de 1987. Hasta el 2013 un total de 1 876 salas de televisión y video se han electrificado con paneles solares para el disfrute de la población rural en zonas de difícil acceso. Así mismo, 2 361 escuelas se electrificaron en el marco del Programa Audiovisual con cerca de 5 000 instalaciones para la iluminación, televisión, video y uso de computadora. El conjunto de técnicas fotovoltaica son compatible con la generación distribuida de electricidad. Su tiempo de recuperación energética es relativamente corto y su incidencia ambiental es muy pequeño comparado con las fuentes no renovables de energía. Esta tecnología es un importante pilar para alcanzar una matriz energética que garantice un suministro sostenible y seguro de energía, Sarmiento (2013).

## ***2.2 Energía solar térmica***

Se llama energía solar térmica a la energía solar que se transforma en otras formas de energía mediante el calentamiento, este método clasifica como una forma de aprovechamiento directo de la energía solar. La radiación solar transporta energía radiante a nuestro planeta. La contextura de la atmosfera la cual deben franquear los rayos solares, es un factor importante para determinar la radiación solar que llega a la superficie terrestre. Los rayos solares, después de atravesar la atmosfera terrestre se ponen en contacto con las moléculas de aire y polvo y se dirigen en todas direcciones. Parte de esa energía se dispersa en la tierra desde el firmamento. A su vez la tierra, como todo cuerpo caliente, emite parte de la radiación hacia el espacio; sin embargo determinados gases presentes en la atmosfera como el dióxido de carbono, el metano, y el vapor de agua denominados Gases de Efecto Invernadero, absorben la mayor parte de la radiación solar produciendo así el calentamiento de la atmósfera. Un efecto análogo se produce en el interior de un automóvil cerrado que se encuentra en un estacionamiento bajo la acción directa de la radiación solar. La radiación solar absorbida por una superficie se convierte inmediatamente en energía térmica (Bravo y Bermúdez, 2013).

Diversos son los métodos utilizados para coleccionar la energía térmica de la radiación solar. El ángulo con el que inciden los rayos del sol sobre una superficie determinará la cantidad de energía que recibe la misma. Para captar la energía térmica solar se pueden emplear materiales sólidos conocidos como superficies absorbedoras o sustancia en estado líquido o gaseoso que son los denominados, fluidos térmicos. Como resultado de coleccionar la energía solar térmica, la temperatura de la superficie o la del fluido térmico se incrementa.

Históricamente, el ser humano ha utilizado la energía radiante del Sol para el calentamiento de agua y gases, el secado de productos como especias, plantas medicinales y madera, entre otros, y en la obtención de ambientes controlados y climatización de locales (Arrastía y Corp 2013).

### **2.3 Energía hidráulica**

Se designa energía hidráulica a la energía solar que se transforma y acumula como energía potencial de agua cuando se encuentra en un punto a mayor altura respecto a otro, este método clasifica como una forma de aprovechamiento indirecto de la energía solar. El ciclo del agua se inicia cuando el sol evapora el agua de ríos, mares y lagos dando lugar a la formación de nubes que viajan largas distancias y se precipitan en forma de lluvia o nieve, a causa de la gravedad, busca de nuevo el nivel del mar formando ríos caudalosos o pequeñas corrientes; este caudal que se presenta en forma de grandes saltos o de pequeñas corrientes, es la fuente de la energía hidráulica que se puede transformar en energía mecánica a través de moto bombeo y molinos, o en energía eléctrica mediante represas hidroeléctricas.

Los rendimientos de los molinos de agua están comprendidos entre 30 y 80 %, y aumenta con el uso de paletas. Las plantas hidroeléctricas modernas alcanzan rendimientos del 75% al 90%, son muy eficientes en comparación con las centrales térmicas de obtención de energía eléctrica a partir de los combustibles fósiles o reacciones nucleares Arrastía (2002).

Una presa transforma la energía potencial del agua en energía cinética de rotación del eje de la turbina hidráulica, que a su vez acciona un generador eléctrico para producir finalmente la electricidad.

La hidroenergía es una práctica eficiente y económica para producir electricidad. Sin embargo, la construcción de grandes hidroeléctricas requiere estancar muy grandes volúmenes de agua, lo que provoca un impacto ambiental en ocasiones irreversible sobre el balance ecológico de las zonas implicadas. A pesar de esto, las pequeñas, mini y micro centrales hidroeléctricas que aprovechan los cursos de agua, son una solución muy satisfactoria para la generación de electricidad, tanto desde el punto de vista económico como ecológico.

Alrededor de la sexta parte de la electricidad generada en el mundo se produce en plantas hidroeléctricas. La mayor planta hidroeléctrica de mundo se encuentra en el continente asiático en la República Popular de China, se le conoce como, Las 3 Gargantas, y tiene una potencia de 22 500 MW, seguida por la planta hidroeléctrica llamada Itaipú la cual cuanta con una potencia de 14 000 MW, y se sitúa en la frontera entre las repúblicas de Brasil y Paraguay, (Arrastía y Corp, 2013)

En nuestra nación unas 35 000 personas se benefician con la electricidad generada en centrales hidroeléctricas. La mayor hidroeléctrica de la Isla es La Hanabanilla, en la provincia de Villa Clara, con una potencia de 43 MW. La potencia de generación hidroeléctrica instalada en Cuba en la actualidad es de 64 MW de un potencial estimado de 800 MW. Están en explotación 180 centrales hidroeléctricas, de las cuales 31 están conectadas al sistema electro energético nacional y el resto genera de forma aislada para satisfacer demandas locales , se espera que en este primer cuarto de siglo la isla pueda contar con una capacidad hidrogenadora de unos 120 MW, (Arrastía y Corp, 2013).

## **2.4 Energía eólica**

Se denomina energía eólica a la energía solar que se transforma en energía cinética del viento, este método clasifica como una forma de aprovechamiento indirecto de la energía solar. La radiación solar no alcanza por igual a toda la atmósfera terrestre. Como resultado de esta condición, las diferentes partes del planeta no se calientan por igual lo que trae como consecuencia que la temperatura no sea siempre la misma. Estas diferencias térmicas provocan cambios en la densidad del aire que ocasionan a su vez variaciones en la presión atmosférica, Aitken (2003).

Como el aire se desplaza en las zonas de alta presión a las zonas de baja presión, se establece un cierto equilibrio energético al transferirse la energía entre zonas de diferentes temperaturas. Todo este proceso ocasiona un desplazamiento de las masas de aire produciéndose los vientos a nivel planetario, este fenómeno meteorológico se denomina circulación atmosférica planetaria.

El molino es una máquina que transforma la energía del viento en energía mecánica aprovechable. Esta energía proviene de la acción del viento sobre unas aspas oblicuas unidas a un eje común. El eje giratorio puede conectarse a varios tipos de maquinarias para moler granos, bombear agua, o generar electricidad. Cuando el eje se conecta a una bomba recibe el nombre de aerobomba. Si se usa para producir electricidad se le denomina aerogenerador.

En nuestra nación existen hoy unas 7 000 máquinas de este tipo que prestan servicios en empresas ganaderas, estas permiten un ahorro estimado de 30 000 toneladas de diesel al año y evita la emisión de contaminantes a la atmósfera.

En los últimos años el aprovechamiento de la energía eólica para generar electricidad ha experimentado un auge extraordinario en el mundo. Al finalizar el 2011 un total de 83 países usaban la energía del viento para producir electricidad a escala comercial. Aproximadamente el 2% de la energía solar que llega a la tierra se transforma en energía de los vientos, pero solo una porción muy pequeña se puede aprovechar, ya que buena parte de estos vientos ocurren a grandes alturas o a mar adentro. Además, se requieren condiciones de intensidad y regularidad en el régimen de viento para que estos se puedan aprovechar. La velocidad promedio mínima del viento para la cual resulta factible el empleo de la tecnología eólica destinada la obtención de energía eléctrica fluctúa entre 16 Km/h y 23 Km/h, (Arrastía y Corp, 2013).

La revolución energética de Cuba ha promovido la investigación y el aprovechamiento de la energía eólica, y con ello la instalación de nuevos parque eólicos. El empleo de esta tecnología energética renovable adquiere relevancia en la isla en el 2005, cuando se crea el Grupo Eólico Nacional y se comienza a trabajar en el montaje del parque eólico los Canarreos de la Isla de la Juventud, este parque cuenta con 6 aerogeneradores y su potencia total es de 1,65 MW, Arrastía (2013).

Este parque puede producir en un año una cantidad de energía eléctrica de 1 800 MWh. La energía generada por este parque representa 1,8 % de la que se consume en la Isla de la Juventud.

En el municipio Gibara en Holguín existen dos parques eólicos: Gibara 1 que cuenta con 6 máquinas de 850 kW cada una para una potencia instalada total de 5,1 MW y Gibara 2 que también posee 6 aerogeneradores de 750 kW de potencia unitaria para una potencia instalada de 4,5 MW. La instalación de estos parques eólicos ha permitido

adquirir experiencias en la gestión, construcción, montaje, puestas en marcha y operación de varias tecnologías, lo que permitirá tomar direcciones acertadas en la introducción de la generación eólica a gran escala en el país en el futuro cercano. Ya se ha decidió instalar un parque eólico de 50 MW en el norte de la provincia de Las Tunas el cual tendrá 30 aerogeneradores. Cuando este a plena capacidad generara 150 GWh al año equivalentes al consumo de 50 000 toneladas Fuel Oil, Arrastía (2013).

## **2.5 Bioenergía**

El análisis de la bioenergía comprende tres conceptos esenciales: la biomasa, los biocombustibles y la bioenergía. Biomasa es la abreviatura de masa biológica y resulta el conjunto de la materia orgánica de origen vegetal o animal, y los materiales que producen su transformación natural o artificial, son:

- Cultivos energéticos, productos del manejo del bosque sin valor comercial y plantaciones energéticas.
- Bagazo, paja de caña, marabú, aserrín y residuos de aserraderos.
- Cáscara de arroz, afrecho de café, residuos agrícolas, ganaderos y forestales.
- Aceites vegetales, crudos o usados.
- Excretas animales (porcino, vacuno, avícola, entre otros).
- Residuos sólidos urbanos.

Los biocombustibles son los combustibles orgánicos primarios y secundarios o no, derivados la biomasa, que se pueden utilizar para obtener energía térmica por combustión u otro proceso. La bioenergía es la energía procedente de la biomasa; comprende todas las formas de energías derivadas de combustibles orgánicos utilizados para producir energía. Igual que para el resto de los combustibles, la combustión completa de los biocombustibles tiene como únicos productos el dióxido de carbono y el vapor de agua.

Cuando las plantas crecen fijan el carbono de la atmosfera mediante la fotosíntesis. Al usarla como combustible se emiten las mismas cantidades de carbono que ellas fijaron. Esto cierra un ciclo de fijación del carbono. Que no altera la concentración de este en la atmosfera. Según sea el tipo de biocombustible empleado, así serán sus aplicaciones. Los sólidos se emplean en la generación de electricidad como combustible en hornos y calderas, y se pueden desmenuzar, pulverizar, o astillar. También se pueden compactar en pellets, briquetas o pacas. Los biocombustibles líquidos sustituyen a la gasolina o al diesel y pueden usarse mezclado con ellos. El etanol es un producto de la fermentación anaeróbica y el biodiesel se obtiene de reacciones de transesterificación de aceites vegetales o grasa animal. Los biocombustibles gaseosos se utilizan en el accionamiento de motores de combustión interna, y como combustibles en hornos y calderas; también el biogás que se obtiene a partir de la fermentación anaeróbica de materiales orgánicos y el gas de madera obtenido a partir de la gasificación o descomposición térmica de la biomasa.

Sin embargo, utilizar la biomasa exige un análisis detallado, porque al integrar la cadena alimentaria, su empleo para obtener cualquier biocombustible está sujeto a restricciones socio-ambientales, ya que su producción está vinculada a la disponibilidad de tierras fértiles, agua y también a la obtención de alimentos, (Arrastía y Limia, 2011).

El aprovechamiento de la biomasa forestal con fines energético se debe hacer siguiendo criterios de sostenibilidad en aras de proteger los bosques. La biomasa cañera es el portador energético renovable cuyo uso está más difundido en Cuba. En la Isla la potencia instalada hasta el 2010 para la cogeneración de energía eléctrica y térmica en la industria azucarera asciende a los 528 MW. A escala mundial la biomasa es responsable del 10% del suministro global de energía primaria, 35% de los cuales es para servicios energéticos modernos. Para el 2020 se espera que la biomasa cubra hasta el 20% de la demanda global de generación de energía eléctrica. Mención aparte requiere la valorización energética de los residuos sólidos urbanos, aspecto en el que también se avanza en Cuba.

Esa biomasa terciaria se quema en las plantas incineradoras para producir energía térmica, electricidad, o ambas. Si bien la eliminación de las cantidades cada vez mayores de basura que generan las grandes ciudades ha animado a adoptar estos sistemas, existe una intensa polémica sobre la contaminación atmosférica que generan estas plantas, al emitir productos muy tóxicos como las dioxinas y los furanos, dado que emplean un combustible muy heterogéneo y de difícil control.

El biogás es un recurso bioenergético renovable que se puede usar para producir electricidad, como gas de refrigeración, para la iluminación, la cocción de alimentos y el funcionamiento de los motores de combustión interna en los medios de transportes automotor. Se optime a partir de la digestión anaeróbica, un proceso mediante el cual se descompone la materia orgánica en ausencia de oxígeno. Los principales componentes de biogás son el metano, que le confiere características combustibles (entre 50% y 70%), el dióxido de carbono, el sulfuro de hidrogeno, el nitrógeno, el hidrógeno. La composición varía según la biomasa utilizada. Un volumen de un metro cúbico de biogás con 70% de metano, tiene un contenido energético aproximado de 5 000 Kcal esto permite producir 1,5 kWh de energía eléctrica, cocinar 3 comidas para 5 personas, o reemplazar poco más de medio litro de gasolina, Ortíz (2005).

El biogás se usa en todo el mundo, China es el país que más lo utiliza pues posee un cantidad superior a los 43 millones de biodigestores domésticos en áreas rurales. En Cuba se han identificado potencialidades para utilizar el biogás en la cogeneración de energía eléctrica y térmica a partir de residuos de la industria azucarera y del café, entre otras. Otro procedimiento es captar el biogás que se produce en los rellenos sanitarios debido a la descomposición de materia orgánica, experiencia que ya se aplica el relleno de la Calle 100 en Marianao, La Habana. La potencia de biogás del país permitiría instalar una potencia de generación eléctrica de 85 MW y producir alrededor de 700 GWh al año. Así se evitaría emitir más de tres millones de toneladas de dióxido de carbono y se ahorrarían unas 190 mil toneladas de petróleo, además se obtendrían cerca de 2 millones de toneladas de abono orgánico y se reduciría significativamente la carga contaminante, Ortíz (2005).

El tema de los biocombustibles líquidos, o sea bioetanol y biodiesel, ha cobrado notoria actualidad. Esta trascendencia no se debe a su empleo novedoso, ya que algunos de los primeros modelos de automóviles usaban estos combustibles. Brasil, primer productor mundial de bioetanol a partir de la caña de azúcar, ha logrado desplazar grandes volúmenes de combustibles fósiles del consumo de su flota automotor empleando



bioetanol. Las implicaciones sociales, éticas, ambientales, políticas y económicas del empleo de los biocombustibles han provocado una verdadera explosión periodística.

El bioetanol es un alcohol obtenido a partir de procesos de fermentación de materias primas como la caña de azúcar y el maíz. Se puede utilizar directamente como combustible o mezclarse con gasolina en diferentes proporciones para emplearse en los motores de combustión interna de los vehículos automotores. La "fiebre" actual de los biocombustibles podría alimentar la falsa creencia de que hay una solución tecnológica al alcance de la mano para enfrentar y resolver el problema de la dependencia que hoy existe de los combustibles fósiles, (Arrastía y Corp, 2013).

De acuerdo con investigadores de la Universidad de Barcelona "la única forma posible de lograrlo realmente, es modificar nuestros patrones de consumo con medidas de ahorro energético y diversificación de las fuentes energéticas". Más allá del grave problema bioético que significa la conversión de alimentos en combustibles, su fabricación provocaría una disminución de las tierras disponibles para la producción de alimentos en los países más pobres, escasez de agua y destrucción de bosques tropicales, entre otros problemas. Todo esto pone en duda el impacto supuestamente positivo de los biocombustibles en el desarrollo sostenible y energéticamente viable.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La Oficina Nacional de Estadísticas en la década del 70 reportaba que el 18 % de la energía eléctrica que se generaba en el país era procedente de fuentes renovables. En la actualidad solo el 3,8 % de la electricidad se produce empleando esas fuentes.

Todos los medios de transporte del país usan derivados del petróleo, el factor de emisión de dióxido de carbono de la Unión Nacional Eléctrica (UNE) es de 867 toneladas de dióxido de carbono por cada GWh por lo que se ubica entre los más elevados del mundo solo una parte de la energía térmica para procesos industriales se obtiene de fuentes renovables básicamente en la industria azucarera. No hay que ser experto para advertir que la matriz energética cubana es insostenible económica y ambientalmente. Urge cambiarla, Ortíz (2005).

En la isla la radiación solar es utilizable en sus diferentes manifestaciones durante todo el año: Biomasa Energía hidráulica, Energía Eólica o directamente convertida en energía térmica o electricidad. Cuba tiene condiciones naturales, sociales y tecnologías para tener una matriz energética basada en fuentes renovables. Su ubicación geográfica permite que en cada metro cuadrado del territorio reciba 1 800 kWh de energía solar como promedio al año, Figura 2. Los vientos alisios y el anticiclón del atlántico norte propician el desarrollo eólico. La creciente cobertura boscosa también favorece el desarrollo energético sostenible a partir del uso de los desechos forestales todo esto nos permite disponer de un alto potencial de fuentes renovables.

Existe la voluntad política para hacer avanzar las prácticas de energía renovable. La población es instruida y el acceso a la educación es universal y gratuito existe una red nacional de escuelas y universidades, centros de investigación y miles de graduados universitarios en especialidades afines al desarrollo energético. Los medios masivos no muestran propaganda comercial, no promueven el consumismo y resaltan aspectos

educativos sobre la energía. Cubasolar como parte de la sociedad civil fomenta la cultura energética y ejecuta proyectos a escala local, (Arrastía y Corp, 2013).



**Figura 2.** Mapa de la radiación solar en la región. La escala está representada en kWh/m<sup>2</sup> día. Fuente: <http://www.cleanenergysolar.com/2011/07/16/mapa-de-radiacion-solar-en-america-central/>

Más del 97% de la población cubana tiene acceso a la electricidad, existe un Sistema Electroenergético Nacional SEN que llega de un extremo a otro del país con líneas de 110kV y 220kV y el 25% de la energía eléctrica se genera de forma distribuida, aspecto esencial para una alta penetración de las fuentes renovables que son distribuidas por la naturaleza, Rubio (2013).

Para seguir su desarrollo el país necesita más energía pues está presente en todas las cadenas productivas y de servicios. En el corto y mediano plazo debe disponerse de más energía con un mayor aporte de las fuentes de energías renovables que gradualmente deberán predominar en la matriz energética. En la isla existen unas 30 mil instalaciones que utilizan fuentes renovables de energía, más de 10 mil molinos de viento, unas 500 planta de biogás, 9 mil calentadores solares y un número semejante de sistemas fotovoltaicos. Durante el 2011 y 2012, los aerogeneradores y las hidroeléctricas evitaron el uso de más de 43 mil toneladas de combustible y el envío a la atmosfera de 139 mil toneladas de dióxido de carbono.

Con la Revolución Energética se caracterizó el potencial eólico del país, se instalaron tres parques eólicos experimentales y hoy la isla ocupa el lugar 58 en el ranking eólico mundial con 11,7 MW. Se construyó una fábrica de calentadores solares de tubos de vidrio al vacío que puede producir unas 4 400 unidades al año y se amplió a 10 MW la producción de la fábrica de paneles fotovoltaicos en Pinar del Río. Existe una fábrica de "molinos de viento" que puede entregar 1 300 unidades al año.

El uso de la biomasa para cogenerar energía térmica y eléctrica en la rama azucarera, los centrales operativos está interconectados al SEN y en el 2011 generaron 489 GWh. Los más eficientes generaron 40 kWh por cada tonelada de caña molida, muy por debajo de lo alcanzable si se emplearan tecnologías más eficientes disponibles en el mundo. En el transporte se han hecho experimentos para emplear combustibles alternativos renovables. Desde el 2011 se experimenta usando alcohol como combustibles y se investiga el uso de alcoholes hidratados a 25% mezclado con diésel. Se investiga la obtención de biodiésel a partir de Piñón de Botija una planta de frutos no comestibles que no compromete la producción de alimentos. Se ha experimentado también el uso de

sistemas fotovoltaicos y pequeños aerogeneradores en embarcaciones turísticas. Todos estos son temas de gran importancia que deben urgir.

En la generación eléctrica Cuba se propone crecer en el empleo de fuentes de energía renovables. Aun no hay pronunciamientos semejantes en el sector transporte. Continuando el desmarque de su tradicional rumbo apegado a consumo de combustibles fósiles, la Unión eléctrica Nacional instaló su primera central de energía solar fotovoltaica. La misma producirá 1 500 MWh de energía eléctrica al año bajo el esquema de generación distribuida sin requerir una gota de petróleo lo que evitara la emisión de poco más de mil toneladas de dióxido de carbono. En el 2015 la UNE prevé instala otros 12 MW. En hidroenergía en la actualidad se ha incrementado la generación a 64 MW, aunque el potencial es superior. Se prevé iniciar la construcción de un parque eólico de 50 MW en el oriente del país los análisis técnicos recomiendan instalar hasta 60 MW eólicos de unos 2 000 MW en que se estima el potencial. La red eléctrica que dispone hoy el país, permite una mayor penetración de las fuentes renovables en la generación, pero habrá que mejorar la red eléctrica y usar técnicas que permitan la acumulación de energía.

Para liberar a la economía de una parte de la pesada carga de combustibles fósiles que hoy gravita sobre ella se prevé explotar el potencial bioenergético del país: biomasa cañera y desechos forestales, residuos porcinos, ganaderos y agrícolas. Miles de plantas de biogás podrían construirse para la cocción, refrigeración, iluminación, y generación eléctrica, incluyendo las que aprovechan el biogás que emana de los rellenos sanitarios. Se proyecta construir unidades de generación biotermoeléctricas en centrales azucareras que emplearán como combustible: la biomasa cañera, residuos forestales y marabú. Estas plantas funcionarán hasta 290 días al año con más eficiencia y mejores parámetros que los esquemas de generación eléctrica de los centrales existentes, y podrán llegar a evitar la emisión de no menos de tres millones de toneladas de dióxido de carbono hasta el 2020.

Se prevé integrar además, las tecnologías energéticas renovables y el uso pasivo de la energía solar a todas las edificaciones que lo permitan, especialmente las nuevas inversiones. Así se lograra más eficiencia energética y se desplazarán los consumos de combustibles fósiles, Rivero (2000); (Arrastía y Corp, 2013).

#### **4. CONCLUSIONES**

- Esta nación es consciente de la incidencia de la producción y consumo de energía y de los problemas ambientales identificados en la Estrategia Ambiental Nacional aplicada.
- También ha ido evolucionando la introducción, adopción e implementación de conceptos y prácticas de sostenibilidad y eficiencia en el uso de los recursos naturales en el país.
- El mejor aprovechamiento de nuestras potencialidades ayudará a incrementar la producción de bienes y servicios que beneficien a toda la sociedad, y alcanzar niveles superiores de desarrollo socioeconómico.

## **REFERENCIAS**

- Aitken, D., *Transition to a Renewable Energy Future.*, Vol. 1, Whiter paper, Society for Solar Energy, Londres, Reino Unido, 2003.
- Arrastía, M. A., *Ahorro de Energía y Respeto Ambiental.*, Editorial Política, Empresa de Gestión del Conocimiento y la Tecnología, La Habana, 2002, pp. 17-23.
- Arrastía, M. A., Corp S., *Energía, el invencible dios Sol.*, Editorial Científico-Técnica, Instituto Cubano del Libro, La Habana, 2013, pp. 48-58.
- Arrastía, M. A., Limia, M. E., *Energía y Cambio Climático.*, Editorial Academia, Empresa de Gestión del Conocimiento y la Tecnología, La Habana, 2011, pp. 179-189.
- Bravo, D., y Bermúdez, G., *Sistema de aire acondicionado activado con energía solar térmica.*, *Energía y Tú.*, No. 64, No. 4, oct-dic., 2013, pp. 33-38.
- Murillo, M., *Informe a la Asamblea Nacional del Poder Popular sobre los resultados económicos del 2009 y los Lineamientos del Plan Económico y Social para el 2010 y del Presupuesto del Estado.*, Periódico Granma, La Habana, 21 de diciembre de 2009.
- Ortíz, B. P., *Modelos para la evaluación del impacto y pronóstico de enfermedades a partir de las condiciones climáticas. Impacto económico*, Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Económicas, Especialidad Ciencias Económicas en la Universidad de La Habana, Cuba, 2005.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente., *División de Tecnología, Industria y Economía., Servicio, Consumo y Producción Sostenible: Integración del consumo y la producción sostenible y la eficiencia en el uso de los recursos en la planificación del desarrollo*, 2009, pp. 40.
- Rivero, R., *Integrated analysis of climate change impact in Cuba: The case of agriculture and water resources.*, Seminario regional del PNUD para la adaptación a la variabilidad y al cambio climático en el caribe, La Habana, del 7 al 9 de mayo de 2000, pp. 234-247.
- Rubio, T., *Producción y Consumo Sostenibles.*, Editorial Científico-Técnica, Instituto Cubano del Libro, La Habana, 2013.
- Sarmiento, A., *Energía Solar Fotovoltaica.*, Editorial Academia, Empresa de Gestión del Conocimiento y la Tecnología, La Habana, 2013, pp. 9-17.
- Turrini, E., *El camino del sol.*, Vol. 1, Editorial Cubasolar, La Habana, 2006.