

*En este número...*



2 EDITORIAL

4 NINGUNA ALERTA ES SUFICIENTE...

9 CONCEPCIÓN Y MATERIALIZACIÓN  
DE UNA MICRORRED INTELIGENTE, MRI

14 CONTROL DEL PLAN DE CONSUMO

17 LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL 2015

29 MUJER Y ENERGÍA

31 USO COMUNITARIO DEL BIOGÁS  
EN SEBORUCO



34 SOLARIZACIÓN DE GUAMÁ

39 SOBRE BIJIRITAS, DISQUISICIONES

42 DISFRUTAR LA COL

45 VERBO Y ENERGÍA

46 CONVOCATORIA

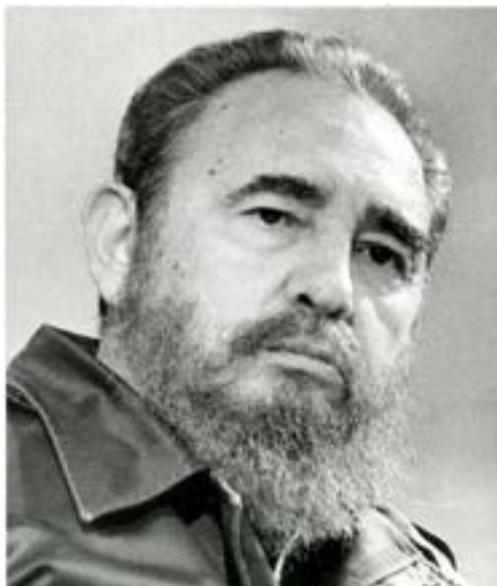
47 ÍNDICE TEMÁTICO:  
ENERGÍA HIDRÁULICA

50 CRUCIGRAMA

51 CONVOCATORIA



# Visión ambientalista de Fidel Castro



***Aún conmovidos por la desaparición física del líder histórico de la Revolución cubana, este editorial expone algunas citas de Fidel que evidencian su preclara visión por la defensa del medioambiente***

**EL NÚMERO 73** de *Energía y Tú* publicó el discurso de Fidel Castro en la Cumbre de la Tierra, Río de Janeiro, 1992. Una intervención histórica que ya desde entonces alertó a la humanidad sobre la crisis ambientalista que sufría nuestro planeta. En esa ocasión, postrimerías del siglo xx, con una preclara cosmovisión Fidel destacaba que «una importante especie biológica está en riesgo de desaparecer por la rápida y progresiva liquidación de sus condiciones naturales de vida: el hombre», y *más*

*adelante señalaba:* «Cuando las supuestas amenazas del comunismo han desaparecido y no quedan ya pretextos para guerras frías, carreras armamentistas y gastos militares, ¿qué es lo que impide dedicar de inmediato esos recursos a promover el desarrollo del Tercer Mundo y combatir la amenaza de destrucción ecológica del planeta?».

La preocupación de Fidel por el medio al que pertenecemos ya se manifestaba en 1964, cuando en las honras fúnebres de Andre Voisín expresó: «el hombre transforma la naturaleza a medida que se desarrolla, a medida que crece su técnica; el hombre revoluciona la naturaleza, mas la naturaleza tiene sus leyes, y la naturaleza no se puede revolucionar impunemente. Y es necesario considerar esas leyes como un conjunto, es necesario e imprescindible y vital no olvidar ninguna de esas leyes».

En su informe al III Congreso del Partido, en 1986, comentó: «Aunque se ha elevado la conciencia sobre la necesidad de proteger el medioambiente, la lucha contra la contaminación ha tenido un avance lento y el aprovechamiento necesario de los residuales solo se logra en un reducido número de instalaciones. Muchos de los sistemas de tratamiento no funcionan o lo hacen deficientemente, y en muchas instalaciones nuevas, imprevisiblemente no se concibieron las inversiones complementarias para este fin».

Una imagen hermosa y en equilibrio ambiental sobre la capital cubana, fue expuesta en la inauguración del Jardín Japonés del Jardín Botánico Nacional en 1989: «De este Jardín tenemos que aprender los principios, las concepciones, el arte de combinar la naturaleza, como se ha hecho aquí, para ir embelleciendo cada vez más nuestra tierra y para ir humanizando cada vez más nuestra ciudad».

» (...) serán seis instituciones incluyendo a Expocuba; pero cuatro de ellas, que son el Botánico, el Lenin, el Zoológico y el Metropolitano, con muchos árboles, en una ciudad

donde, prácticamente, no había árboles”. (...) Desde muy temprano surgió la idea de humanizar la ciudad, a través de este tipo de instituciones».

Con su profunda perspectiva sociopolítica, en el Congreso de Pedagogía, en 1990, enfatizó: «Y ellos preconizan ese modelo de sociedad, que es impracticable y que no puede ser el de las sociedades de nuestros países. Es todo una gran locura impuesta mediante un sistema de fuerza y de prepotencia, de dominio tecnológico, científico, financiero y de los medios masivos de comunicación e impuesta, precisamente, a los países de donde salió la riqueza con que se desarrollaron, y han creado condiciones en el mundo muy difíciles para que los demás se desarrollen».

Su enfoque ecologista se reitera en el discurso pronunciado en el acto de inauguración del frigorífico Habana IV, en 1991, cuando declara: «En nuestra opinión, estos ya son los resultados del llamado efecto invernadero, de los fenómenos de cambios que se van produciendo en la naturaleza como consecuencia del exceso de combustibles fósiles y del dióxido de carbono en la atmósfera, que produce un calentamiento». Dicho enfoque se amplía, en 1994, en reunión internacional sobre los Estados Insulares, cuando expresa: «Las sociedades de consumo destrozaron el medioambiente, liquidaron millones de especies de plantas y animales, envenenaron los mares, los ríos y los lagos, contaminaron el aire, saturaron la atmósfera de bióxido de carbono y otros gases nocivos, rasgaron la capa de ozono, agotaron yacimientos de petróleo, carbón, gas natural y enormes riquezas de minerales sólidos, exterminaron nuestros bosques y arruinaron los suyos».

Con pasión y argumentos convocó en la Conferencia Hábitat-II, de la ONU, en 1996, a la lucha por nuestros derechos elementales asociados a una vida armónica y digna. «Debemos proclamar con toda energía que tenemos derecho a respirar aire puro, a beber agua que no esté contaminada, a que se nos asigne un empleo digno, a alimentarnos y que esos alimentos sean sanos, a que se nos

eduque, a que se atienda nuestra salud, a ser menos pobres cuando otros son cada vez más ricos». (...) Seguiremos reuniéndonos, seguiremos luchando, seguiremos proclamando al mundo nuestras verdades. Al fin y al cabo nosotros somos el mundo, y el mundo no admite dueños ni políticas suicidas, ni admite que una minoría de egoístas, de locos e irresponsables nos lleve al exterminio».

Su vocación universal y conciencia del verdadero peligro fue expuesta en múltiples escenarios, como en la República Dominicana en 1998, en los que acusaba la real esencia de problema. «Porque, realmente, lo que se discute es la supervivencia de la especie; ya no es la supervivencia de una revolución en una isla o en un pequeño país, se discute la supervivencia de la especie humana. Y también en Santo Domingo enfatizó: «Si vamos a hablar de ideología, hablemos de la ideología de salvar el mundo primero y perfeccionar el mundo; no después, sino cuanto antes mejor, y tratar de salvarlo y perfeccionarlo desde ahora. Cuando lo hayamos salvado, lo podremos seguir perfeccionando mucho más».

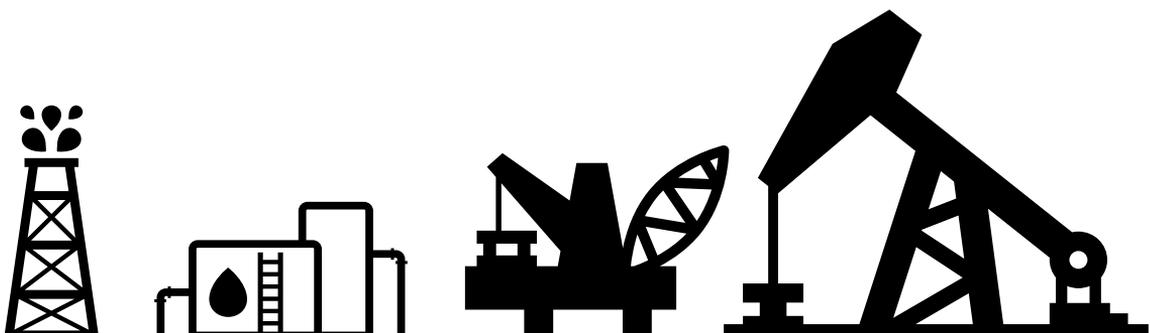
Pero por encima de las amenazas, nunca faltó su enfoque optimista y alentador, como en 1998: «Esperamos que el mundo se salve; al mundo no le queda otra alternativa que salvarse, y salvar la naturaleza de la cual tendremos que vivir los 10 000 millones de seres humanos que pronto seremos». Y en la Escuela Latinoamericana de Ciencias Médicas, en 2002, insistió: «Es insostenible este mundo porque conduce a la humanidad a la dilapidación de los recursos y a la destrucción de la naturaleza. Y parto de la idea de que el mundo y la naturaleza pueden salvarse. Es una apuesta por la inteligencia frente a la brutalidad y el salvajismo; una apuesta por la educación frente a los instintos; una apuesta a favor de la inteligencia humana».

Abarcar el amplio y multidisciplinario pensamiento ambientalista de Fidel, es y será una apasionante tarea de investigadores, especialistas y pueblo en general, y en esta ocasión *Energía y Tú* entrega a ese propósito esta modesta aportación. 📖

# Ninguna alerta es suficiente para frenar el uso de los combustibles fósiles

## 4 *Sobre la necesidad de incrementar las fuentes renovables de energía*

Por ELENA VIGIL SANTOS\*



**EL ORGANISMO DE** Naciones Unidas para la reducción del riesgo de desastres (UNISDR) publicó un informe señalando que el 2015, el año más caluroso jamás registrado hasta el momento, confirma que los desastres relacionados con el cambio climático dominan las tendencias de desastres naturales. En conjunto, el año pasado esos eventos afectaron a 98,6 millones de personas, provocando la muerte de casi 23 000, y generaron pérdidas económicas superiores a los 66 000 millones de dólares. Es necesario agregar que el calentamiento global, causa del cambio climático, también afecta la diversidad biológica y la salud humana. Por ejemplo,

se exacerbaban plagas y enfermedades que encuentran condiciones climáticas más favorables para su desarrollo; desaparecen especies; se acidifican mares y suelos afectando la biodiversidad y los recursos alimentarios del hombre.

A pesar de que la Humanidad ha ganado en conocimiento sobre los dañinos efectos del cambio climático asociado al calentamiento global, esto se vincula poco con su causa fundamental: el uso de los combustibles fósiles.

La elevación de la temperatura media del Planeta se produce por la acumulación de algunos gases en la atmósfera que actúan

como las paredes de vidrio de un invernadero, dejando pasar la radiación solar y manteniendo caliente el interior. Los gases con mayor responsabilidad en el calentamiento global producido por el efecto invernadero son el  $\text{CO}_2$ , el metano y los óxidos de nitrógeno. Es el uso del carbón, petróleo y gas natural la principal causa de la acumulación de  $\text{CO}_2$ , así como de parte del metano y de los óxidos de nitrógeno. Cuando el carbón, petróleo o gas combustionan, se rompen sus moléculas y se produce  $\text{CO}_2$ . En la tabla que se muestra se pueden ver las cantidades de  $\text{CO}_2$  que se producen al utilizar los diferentes combustibles fósiles.

Tabla. Cantidades de  $\text{CO}_2$  que se producen al utilizar combustibles fósiles

Combustible	kg de $\text{CO}_2$	litros de $\text{CO}_2$ gaseoso enviados a la atmósfera
1 kg de carbón	2,42	1232
1 litro de gasolina	2,31	1176
1 litro de diésel	2,68	1364
1 litro de gas licuado	1,51	769

Aunque la gran mayoría de las comunicaciones de los medios de difusión masiva ya reconocen la responsabilidad humana sobre el cambio climático, se habla de forma general sobre factores antropógenos, sin especificar o explicar la causa principal. Inclusive, no pocos la asignan a las emanaciones de metano del ganado. Se confunde al público con el hecho real de que dada una misma concentración de gas metano o de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera, el poder del primero es decenas de veces mayor en evitar la salida de la radiación al espacio exterior (que permanece y calienta al Planeta). Lo que no se dice es que la combustión del carbón, petróleo y gas ha hecho que la concentración de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera sea no decenas, sino cientos de veces mayor que la del metano. O sea, es el  $\text{CO}_2$

producido por el uso de esos combustibles la causa principal del efecto invernadero. Adicionalmente, el uso de los combustibles fósiles también contribuye a la acumulación de metano y de óxidos de nitrógeno. Debiéramos tener una alerta paralela a «fumar daña su salud», que diga «utilizar combustibles fósiles daña la salud del Planeta».

Llama la atención en la tabla mostrada que la masa de  $\text{CO}_2$  que se produce es mayor que la masa del combustible que lo origina. Esto se debe a que la reacción química que tiene lugar en la combustión toma oxígeno del aire para producir el  $\text{CO}_2$ ; toma del aire dos átomos de oxígeno por cada átomo de carbono. Asombran también los miles de litros de  $\text{CO}_2$  (a temperatura y presión normal) que se producen al usar un litro de petróleo o un kilogramo de carbón. Miles son también los litros de oxígeno que se retiran de la atmósfera, aunque por la gran concentración de oxígeno en ella (aproximadamente 21 %), esto no influye. Sin embargo, la concentración de  $\text{CO}_2$  es tan pequeña que se mide en millonésimas partes (ppm). Durante siglos, antes de la Revolución Industrial, se mantuvo alrededor de 280 ppm (0,028%). El pasado 24 de octubre del 2016 la Organización Meteorológica Internacional (OMI) anunció que se ha superado el valor medio de 400 ppm de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera (0,04%). Obsérvese el incremento súbito: durante siglos se mantuvo en 280 ppm y en 200 años se dispara a 400 ppm. Notemos que las enormes masas de combustibles fósiles que se extraen de la corteza terrestre pasan a la atmósfera como una masa aun mayor de  $\text{CO}_2$ . Los valores de concentración de  $\text{CO}_2$  en el rango de partes por millón son tan pequeños que no impactan al público en general. ¿Por qué no se comunican por los medios los millones de millones de toneladas de petróleo, carbón y gas que el hombre ha desenterrado de la corteza terrestre y enviado en forma de  $\text{CO}_2$  a la atmósfera, y que esto constituye, por mucho, la contribución principal al cambio climático? Así sería más fácil hacer entender el gran desequilibrio al que hemos llevado al Planeta, sus gravísimas

consecuencias para nuestros hijos y nietos, y crear conciencia para frenar el uso de los combustibles fósiles. ¿Por qué no se hace? ¿Quiénes se perjudicarían si se logra esa conciencia para el ahorro y sustitución de esas fuentes no renovables de energía?

### Más de lo mismo

Al inicio se expuso que el uso de los combustibles fósiles es, por mucho, la causa principal de la elevación de la temperatura media del Planeta, lo que origina el cambio climático global con sus nefastas consecuencias que amenazan con la desaparición de la especie humana. Ese uso ha provocado el incremento acelerado de la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera con posterioridad a la Revolución Industrial. A continuación analicemos el posible incremento de la concentración de CO<sub>2</sub> a partir del comportamiento del consumo de los combustibles fósiles, causantes principales del calentamiento global y el cambio climático asociado. Las curvas de la figura 1 muestran la producción diaria de las distintas fuentes de energía desde 1970 hasta el 2040 según la OPEC (Organización de Países Exportadores de Petróleo).

La producción diaria en esta figura 1 está dada en millones de barriles de petróleo equivalente (mboe/d, millions of barrels of oil equivalent per day, en inglés). Esta, o sea, el «boe», es una unidad de energía y representa la energía que aporta un barril de petróleo. Como existen diferentes tipos de petróleos, se ha convenido un valor de referencia. Esta unidad de medida también permite hacer comparaciones cuando otros combustibles se expresan en boe de acuerdo a su contenido energético. Por ello, para poder comparar e inclusive sumar los consumos de los diferentes tipos de combustibles, estos se expresan en millones de boe por día en la figura 1 también. Si consideramos que lo que se produce se consume, y sumamos los millones diarios de boe de petróleo, carbón y gas producidos en el 2015, cada día se consumen cientos de millones de boe (1 boe es igual a 0,13878 toneladas equivalentes de petróleo o toe, por sus siglas en inglés. O sea, un boe es un poco más que la décima parte de una toe). De acuerdo a lo que se expuso al inicio de este trabajo, «diariamente» enviamos a la atmósfera más de 10 billones, o sea, 10 millones de millones de litros de CO<sub>2</sub>.

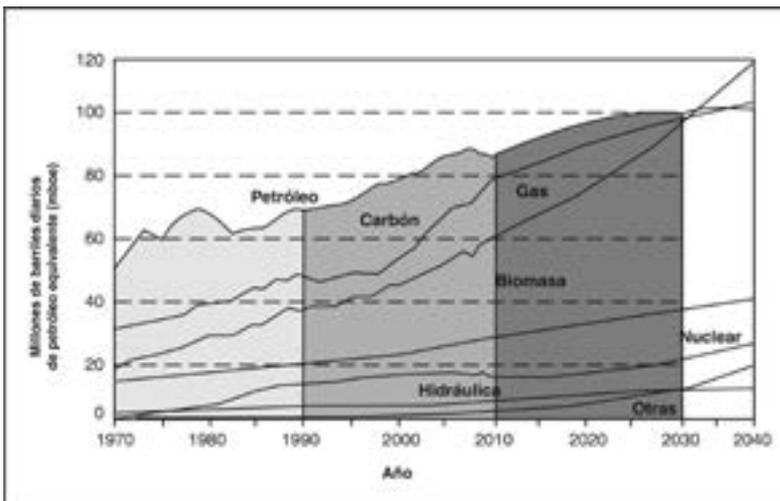


Fig. 1. Producción diaria de combustibles fósiles y de otras fuentes de energía desde 1970 y la proyección de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEC) hasta el 2040.

Tomada de «World Oil Outlook 2015» publicado por la OPEC.

Para un período de tiempo seleccionado, se puede demostrar que el área debajo de cualquiera de las curvas dadas en la figura 1 es proporcional a la energía producida por esa fuente de energía (y por lo tanto, a la consumida) en dicho período de tiempo seleccionado (el área debajo de una curva va desde esta hasta al eje horizontal que corresponde a cero boe, y donde se indican los años). Por ejemplo, el área debajo de la curva de petróleo de 1970 a 1990, que es proporcional al consumo de este en ese período, es mayor que el área debajo de la curva del carbón en ese mismo período de tiempo. La comparación de ambas áreas indica que se produjo y consumió bastante más petróleo que carbón. La visualización de las áreas debajo de las curvas permite comparar lo consumido en diferentes períodos de tiempo y por diferentes fuentes de energía. Se puede comparar el consumo desde 1970 a 1990, 20 años, con el consumo de 1990 al 2010. En ambos períodos el consumo de petróleo supera al de carbón mineral y este al de gas natural. En los segundos 20 años se incrementó el consumo total de cualquiera de los tres combustibles fósiles y desde luego, también se incrementó considerablemente su consumo total, proporcional a la suma de las tres áreas debajo de las respectivas curvas. Asusta la cifra de cientos de millones de boe de

petróleo, carbón y gas que «diariamente» se extraen de la corteza terrestre, recursos no renovables. Cien millones de boe equivalen a casi 14 millones de toe (toneladas equivalentes de petróleo).

Según se vio anteriormente, el incremento del consumo de los combustibles fósiles implica el aumento de la concentración de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera; por lo que asusta y preocupa mucho más pensar en las cantidades de  $\text{CO}_2$  que diariamente enviamos a la atmósfera. Según esos datos, la masa de  $\text{CO}_2$  producto de la combustión más que duplica a la masa del combustible, y los volúmenes son del orden de mil veces más. Analicemos que esto es solo en un día, y sería 360 veces más en el año; con el agravante, según la proyección de la OPEC, que la cantidad va en aumento. Son cifras que por lo astronómicas no se aprecian fácilmente y resulta difícil hacer conciencia en la generalidad de la población al respecto. Imaginemos las toneladas de combustibles que hemos ya desenterrado y la inmensa masa que hemos pasado de la corteza terrestre a la atmósfera en forma de  $\text{CO}_2$ . Desde luego, esto constituye un gran desequilibrio para el Planeta provocado por los humanos... y continuamos agravándolo. Además, no debe olvidarse que este consumo también incrementa las concentraciones de metano y de óxidos de nitrógeno, también gases de efecto invernadero.



Uso creciente de las energías renovables en Cuba.

No es solo la OPEP la que pronostica el incremento del consumo de los combustibles fósiles en el futuro. Según la transnacional Shell, la suma de petróleo, gas y carbón hasta el 2040 sigue aumentando, aunque más discretamente. Solo en el 2050 disminuye algo, pero ¡no por debajo del consumo en el 2020! En otras palabras, los consumos están todos por encima de lo que históricamente hemos consumido, por lo tanto, se enviarán diariamente a la atmósfera cantidades aún mayores de  $\text{CO}_2$ . Si lo que históricamente hemos consumido ha originado el calentamiento global actual con sus ya probadas nefastas consecuencias, ¿qué se puede esperar de un incremento en el consumo de los combustibles fósiles?

Desde luego que a las economías de los países de la OPEP, o a las empresas petroleras en ellos, no les conviene disminuir la producción de combustibles fósiles.

Cabe preguntarse si a las economías que necesitan y se sustentan en el incremento del consumo les conviene que el público en general sea consciente de los daños que causa ese uso desmesurado de los combustibles fósiles. ¿Conviene pedirles que contribuyan a salvar al Planeta a partir de que se midan y limiten el gasto de combustibles fósiles, sea ahorrando o acudiendo a las fuentes renovables de energía? Se verían afectadas las grandes transnacionales del petróleo, que defienden sus actuales y futuras ganancias. Se vería afectada la industria automotriz si por conciencia los consumidores deciden limitar sus viajes de paseo, o disminuir el número de coches de que disponen, u optimizar el número de pasajeros por coche, o plantear, por ejemplo, el desarrollo de un buen sistema de transporte público. El poder inmenso e influencia de empresas tan poderosas como las transnacionales del petróleo y las de la industria automotriz, es conocido. ¿Será esto, o el desconocimiento, lo que limita la alerta «utilizar combustibles fósiles daña la salud del Planeta»? ¿Cuánto influye esto en los desacuerdos para la firma de compromisos para frenar el cambio climático? ¿Por qué tan poca alerta al público?

Empobrecemos cada vez más al Planeta de sus recursos naturales. En apenas 200-

300 años hemos consumido ya alrededor de la mitad de los combustibles fósiles que se crearon en millones de años, en condiciones atmosféricas irrepetibles... Pero además, hemos propiciado un cambio climático global cuyas consecuencias negativas ya se notan, y son impredecibles las futuras. A pesar de ello, no se hace todo lo posible por frenarlo; no se alerta sobre el consumo desmesurado de los combustibles fósiles y la necesidad de acrecentar al máximo las fuentes renovables de energía.

Por otra parte, por qué los medios de nuestro país, cada vez que se dice que el ahorro de energía beneficia a la economía individual y nacional, no añaden que con ello también contribuimos al bienestar (o al menos «al menor malestar») de nuestros nietos y descendientes. ¿Es que nos faltan conocimientos al respecto y nos hacemos eco de la prensa internacional? Es cierto que en el balance mundial el consumo de energía fósil en nuestro país es muy pequeño; no solo el total sino también el per cápita. Bienvenido sea si este aumenta por el desarrollo industrial de nuestro país, aunque vigilantes que, siempre que sea posible, se utilicen las fuentes renovables de energía. O sea, no es en nuestro país donde se hace imprescindible que alertando se restrinja el uso de combustibles fósiles. Es allí donde existan grandes consumos de energía fósil per cápita. No obstante, debemos hacer que en nuestro país el público conozca y domine lo que significa el uso de los combustibles fósiles. Quizás cada uno puede aportar su grano de arena en llevar esa concientización fuera de nuestras fronteras. Quizás, una vez que se tenga ese conocimiento, convencidos y unidos podemos traspasar fronteras con mayor efectividad.

Es necesario que con urgencia se frene el uso de los combustibles fósiles e incrementar las fuentes renovables de energía, para que nuestro Planeta no deje de ser propicio para la vida de la especie humana, cuya existencia está potencialmente en peligro. 🗣️

---

\* Dra. en Ciencias. Profesora e investigadora en la Universidad de La Habana, Facultad de Física e Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales.

E-mail: [evigil@fisica.uh.cu](mailto:evigil@fisica.uh.cu)

# Concepción y materialización de una microrred inteligente, MRI

## *Una red inteligente contribuye a un sistema energético sostenible y eficiente*

Por ANTONIO VALDÉS DELGADO\* y JESÚS SUÁREZ HERNÁNDEZ\*\*



**UNA MICRORRED INTELIGENTE (MRI)** puede ser un elemento importante para el desarrollo integral de un país y su uso permite una generación distribuida de la energía eléctrica, lo que posibilita, entre otros aspectos, la disminución de las pérdidas de energía por transmisión y distribución; además, es conocido que extender la red nacional a lugares remotos es costoso –se han indicado valores de hasta 10 000 USD por kilómetro de línea.

Las energías renovables (ER) han permitido producir energía eléctrica para satisfacer no tan solo necesidades de viviendas y de comunidades aisladas, sino también han propiciado la entrega de esta energía a la red eléctrica nacional. Es de señalar que en múltiples lugares la provisión de energía

eléctrica ha sido realizada a partir de motores de combustión interna (MCI), que utilizan diésel o fuel oil como combustible.

Se pudiera decir que la progresiva expansión de las fuentes renovables de energía (FRE) ha transitado por tres etapas.

En una primera se aplicaron determinadas fuentes en correspondencia con las características específicas del lugar, tales como la energía hidráulica, la solar fotovoltaica y la eólica. En una segunda etapa se instalaron y se instalan sistemas híbridos que un momento dado se complementan entre sí, como pueden ser los casos de:

- Sistemas fotovoltaico-eólicos con y sin almacenamiento en baterías.

- Sistemas fotovoltaicos-MCI con y sin almacenamiento en baterías.
- Sistemas eólicos-MCI con y sin almacenamiento en baterías.
- Sistemas empleando biogás y otra(s) ER.

Es de señalar que los sistemas híbridos que usan fuentes renovables de energía tienden cada vez a ser más competitivos, por el abaratamiento de la tecnología y sus bajos costos de mantenimiento; sin embargo, la ventaja principal de estos sistemas es que son amigables con el medioambiente y son fuentes de energía sustentables a largo plazo.

Estos sistemas están compuestos generalmente por fuentes energéticas renovables y, de ser necesario, se complementan con grupos electrógenos, dejándolos en la mayoría de los casos solo para funciones de emergencia.

En una tercera etapa, tal como se ha explicado, la irrupción de ER en la matriz energética ha incidido en cambiar las direcciones del flujo de energía en la red eléctrica: ahora los usuarios no solo consumen electricidad, sino que también pueden producirla y entregarla a la red, lo que significa el flujo bidireccional de energía. Este desarrollo ha propiciado la creación de la MRI.

Una red inteligente es aquella que puede integrar de forma eficiente el comportamiento y las acciones de todos los generadores y usuarios conectados a ella, de forma que asegura un sistema energético sostenible y eficiente, con bajas pérdidas y altos niveles de calidad y seguridad de suministro.

Lo que hace que la microrred sea inteligente es la utilización de una tecnología digital que permite la comunicación bidireccional entre los generadores de electricidad y los usuarios. Es

importante señalar que la localización de dicha microrred se realiza con el objetivo de que la generación de electricidad esté más cerca del punto de consumo, reduciendo así las pérdidas de transmisión y las necesidades de capacidad de distribución, correspondiendo ello al concepto de generación distribuida.

Se puede decir que una MRI es una forma de gestión eficiente de la electricidad que emplea tecnologías para optimizar la interrelación entre el productor y el consumidor, o sea, lograr una mejor producción y distribución de energía con el fin de satisfacer y equilibrar mejor la oferta y la demanda entre productores y consumidores; es de señalar, además, que al utilizarse diferentes energías renovables ello posibilita una contribución a mitigar las emisiones de CO<sub>2</sub> y no incidir negativamente sobre el cambio climático.

Es importante que al diseñar una MRI se tomen en consideración las cargas que se demandan, pues si existiesen pocos usuarios, usuarios distantes relativamente o son bajas las cargas que se demandan, no se necesitaría una red para su distribución, por lo que puede que no sea atractivo económicamente proceder al empleo de una MRI y resulte más recomendable utilizar instalaciones individuales o sistemas híbridos.

Las MRI necesitan disponer de un punto operacional para la distribución y el control de la generación, tanto para su almacenamiento –en lugares aislados o circuitos cerrados–, como con sistemas de conexión a red,



pudiendo el operador informar a sus usuarios los consumos que están efectuando.

Una MRI presenta las ventajas siguientes:

- Gestiona la producción de energía eléctrica y la adapta al consumo existente en todo momento –ajustando y optimizando la generación-demanda en cada momento–, tomando en consideración tanto la situación de tomar energía del SEN para satisfacer consumos superiores, como su entrega en momentos de sobrantes de energía en correspondencia con la potencia instalada de las diferentes ER.
- Es un sistema inteligente de producción y distribución eléctrica controlado localmente que se adapta a las necesidades cambiantes, propiciando la mejor gestión del operador del despacho carga al ser un sistema bidireccional.
- Dispone de información en tiempo real de la generación, del consumo, de la entrega de excedentes al SEN y de la toma del SEN cuando no están satisfechas con su generación todas las necesidades del sistema.
- Opera a la mayor eficiencia económica a partir de los costos de generación de las diferentes ER del sistema y minimiza las pérdidas eléctricas al ajustar con mayor precisión la cantidad de energía que se necesita generar con relación a la demandada del sistema; ello implica una menor infraestructura para su transmisión y distribución al propiciarse una generación distribuida.

La MRI genera y envía electricidad a los consumidores usando una tecnología digital bidireccional para controlar las necesidades del consumidor, y entrega sobrantes al SEN, lo que básicamente propicia:

- Ahorro de energía,
- Reducción de los costos,
- Empleo de ER,
- ¡Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera y la incidencia sobre el calentamiento global.
- Incorpora al SEN excedentes de consumo.

Actualmente se realiza un proyecto en el marco del Programa de Investigación-Desarrollo-Innovación (I+D+i) «Desarrollo sostenible de las energías renovables», que enfoca el diseño e implementación de una MRI cuyo objetivo principal consiste en desarrollar un sistema demostrativo de la utilización de multi-tecnologías energéticas renovables para lugares aislados, o para circuitos cerrados.

El proyecto se desarrolla en conjunto entre Cubaenergía, la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EPPFIH) e Icimaf, ejecutándose en las instalaciones de la Estación, y se encuentra en fase de ejecución.

La EPPFIH cuenta con una serie de instalaciones para la producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, y se desarrollan y proyectan otras para varias fuentes existentes, tal como la producción de biogás a partir de residuales vacunos y el empleo de la energía solar fotovoltaica.

En el momento actual se han determinado los potenciales mediante fuentes energéticas renovables existentes y las cargas posibles de ser sustituidas. A continuación se describen instalaciones existentes que serían la base de suministro de energía para satisfacer necesidades de la Estación a través de la conformación de una MRI, a partir de biogás, de gas pobre y de biodiésel.

Es importante señalar que la concepción del diseño de una microrred inteligente debe tomar en consideración las necesidades de todas las energías necesarias –térmica, mecánica, eléctrica- en el lugar de su diseño y aplicación, puesto que pueden existir otras energías requeridas en la instalación que también pudieran ser satisfechas con las fuentes energéticas existentes.

Para ello se tomarán en cuenta aspectos tales como:

- tomar como elemento para el diseño la producción de energía eléctrica a partir del total de las capacidades de las fuentes de energía disponibles,
- valorar las necesidades de energía térmica para la cocción de alimentos y

calentamiento de agua, tal como pueden ser el caso del biogás y los calentadores solares para agua,

- emplear el biodiésel al momento de su producción en otras aplicaciones como el transporte, y utilizar el diésel que se emplea en el transporte como sustituto del biodiésel consumido,
- producir y almacenar biogás para utilizarlo en los momentos de mayor consumo,
- operar la microrred en el horario laboral o en la madrugada, o en el horario del máximo consumo de electricidad del país -horario pico,
- almacenar la biomasa para su gasificación en la propia estación para su secado, o recibir la biomasa ya con la humedad requerida,
- producir energía eléctrica a partir de la energía solar fotovoltaica, y entregar la generación a la red nacional y tomar de esta las cantidades de energía que se demanden en un momento dado y que no son satisfechas por la actual generación; o entregar la generación a la MRI incrementando el aporte a la red nacional; o entregar la generación a la MRI disminuyendo los aportes de otras fuentes, tal como pudiera ser el uso del biogás en la cocción de alimentos.

Estas son algunas consideraciones recomendables a tomar en cuenta para el diseño de la MRI.

El balance general de las cantidades de energía que las fuentes de energía renovables actuales en la EEPFIH y en desarrollo pueden aportar a la microrred, indican a manera preliminar que tomando en consideración que el periodo del día de la operación de la microrred sea de 7:30 a.m. a 5:30 p.m., se pudiera realizar el aporte diario siguiente de energía a partir de las fuentes anteriormente indicadas:

- En lo que respecta a la producción de energía eléctrica empleando el biogás generado de los residuales vacunos, se ha determinado la posibilidad de aportar

entre 20,4 y 26,7 kWh cada hora durante 10 horas al día.

- En cuanto a la producción de energía eléctrica empleando el biogás generado de los residuales porcinos, se ha determinado la posibilidad de aportar un kWh durante 10 horas al día.
- En cuanto a la producción de energía eléctrica empleando el biodiésel producido de la transesterificación de los aceites extraídos de las semillas de la *Jatropha Curca*, se ha determinado la posibilidad de aportar unos 6,9 kWh cada hora durante 10 horas al día.
- En lo tocante a la producción de energía eléctrica a partir del sistema de gasificación de biomasa forestal, se ha determinado la posibilidad de aportar entre 15 y 18 kWh durante 10 horas al día.

Tomando en consideración el posible aporte de energía de todas las fuentes, se puede apreciar que la microrred podría disponer durante su periodo de operación entre 43,3 y 53,6 kWh cada hora durante 10 horas al día, satisfaciendo prácticamente el consumo de las cargas del banco transformador No. 2 durante el horario laboral, que es de unos 45 kWh; es de señalar que si se despreciase un valor que se encuentra muy alejado de la media del resto de los meses considerados en el año 2014, la MRI permitiría no tan solo satisfacer las cargas que serían en el punto de suministro de 39,3 kWh, sino también poder realizar entregas a la SEN o satisfacer otros consumos de la Estación.



Con la aplicación de la MRI de energía eléctrica en la referida Estación Experimental, se espera obtener los resultados siguientes:

- Avanzar en la autosuficiencia energética de la institución mediante la utilización de sus recursos propios, cubriendo una parte de sus necesidades de electricidad,
- No utilizar o disminuir el consumo de energía de la red pública, pues mediante su generación propia permitirá realizar un uso más eficiente y racional de la energía, incidiendo en la reducción de los costos de la energía,
- Establecer una mayor integración entre los recursos energéticos locales a partir de las fuentes renovables de energía,
- Enviar electricidad a los consumidores, disminuyéndose las pérdidas por transmisión de la electricidad al ser una generación distribuida, así como se disminuirán las emisiones de gases de efecto invernadero,
- Servir como polígono de ensayos/pruebas que permitirá valorar todas las posibilidades, ventajas, problemas y complejidades que surjan durante la aplicación de la MRI, así como analizar las condiciones objetivas: técnicas y económicas necesarias para la generalización de MRI en el país,
- Convertirse en una plataforma de capacitación para especialistas y directivos, que en la práctica constatarán los beneficios de la aplicación de este tipo de generación distribuida, a nivel local y nacional,
- Posibilitar el diseño propio, atemperado a las condiciones reales que existen en el país, de sistemas de comunicación, transmisión y adquisición de datos y del control y automatización del sistema, y
- Posibilitar la base material de estudios/investigaciones futuras sobre diferentes sistemas de almacenamiento de energía, como puede ser en los casos del transporte eléctrico, la biomasa forestal, el biodiésel y el biogás.

### Conclusiones

Se desarrolla un proyecto –gerenciado por Cubaenergía– como demostración de la

utilización de multitecnologías energéticas renovables agrupadas en una MRI para lugares aislados o en circuitos cerrados; este se diseña y aplica mediante el concepto de la MRI, en la Estación Experimental Pastos y Forrajes Indio Hatuey.

El proyecto se encuentra en la etapa de valorar la sustitución de actuales consumos eléctrico a partir del uso de ER existentes en la Estación. Esta cuenta en estos momentos con una serie de instalaciones para la producción tanto de energía eléctrica como térmica a partir de fuentes renovables; es de señalar que en el momento actual se analiza la conveniencia de futuras posibilidades de introducir otras fuentes renovables, tal como la energía solar fotovoltaica.

Se ha valorado que las cantidades de energía posibles de producir a partir de las FRE existentes conformando una microrred, podría satisfacer el consumo de las cargas del banco transformador No. 2 durante el horario laboral, que es de 39,3 kWh, al disponerse entre 43,3 y 53,6 kWh cada hora durante 10 horas al día, lo que permitiría no tan solo satisfacer las cargas de ese punto de suministro, sino también poder realizar entregas a la red, o satisfacer otros consumos de la Estación.

El diseño, implementación y operación de la primera MRI en el país posibilitará servir como polígono de ensayos/pruebas para valorar las ventajas, dificultades y complejidades que surjan durante su funcionamiento, así como analizar las condiciones objetivas, técnicas y económicas necesarias para su generalización en el país.

Se dispondrá de una plataforma de capacitación para especialistas y directivos, que en la práctica constatarían los beneficios de la aplicación de este tipo de generación distribuida, a niveles local y nacional. 📌

---

\*Especialista de Cubaenergía.

E-mail: avaldes@cubaenergía.cu

\*\* Dr. C. Técnicas. Investigador Titular. Estación Experimental Pastos y Forrajes Indio Hatuey.

E-mail: jesus.suarez@ihatuey.cu

# Control del plan de consumo de energía mediante las herramientas para el monitoreo de un sistema de gestión de la energía (SGEn)

## *Soluciones útiles para el ahorro energético*

14

Por CARLOS MARTÍNEZ COLLADO\*

**LA ENERGÍA QUE** consume una empresa se divide en dos partes: la que va directamente a la producción y la que no se asocia a esta y es consumida en las actividades de apoyo productivo, como son las labores de oficinas, perimetrales y otras no vinculadas directamente a la fabricación del producto.

Eliminando las desviaciones anómalas del consumo de energía durante el proceso productivo, y disminuyendo la energía no asociada a la producción, se logra disminuir el plan de consumo energético y con ello garantizar ahorros significativos, que pueden visualizarse, en una empresa, a través de la línea meta, que es el objetivo que se debe trazar y dar seguimiento diario por medio de los indicadores de desempeño energético.

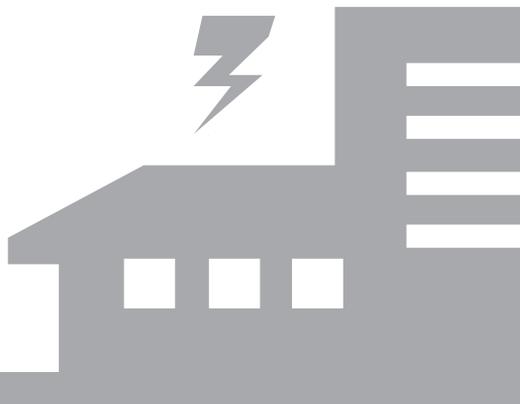
Con las herramientas para el monitoreo de un Sistema de Gestión de la Energía (SGEn) se puede controlar el consumo de electricidad, combustibles, agua, etc., permitiendo valorar el comportamiento de todo portador energético que interviene en el proceso productivo y determinar las causas que influyen directamente en su consumo.

Los gráficos de energía y producción contra el tiempo, y de correlación de energía contra producción, son dos de las herramien-

tas de análisis que deben emplearse a tal fin, por lo que partiendo de ellos se establecen los pasos para controlar el plan de consumo de energía y establecer la meta a alcanzar, que no es más que el porcentaje de reducción del consumo a lograr por una entidad determinada.

### **Pasos para controlar el plan y establecer la meta de consumo energético**

1. Identificar las variables más significativas que influyen en el consumo energético.
2. Determinar la línea de base energética y las producciones en un período determinado (se recomiendan los últimos 24 meses) sobre la base de las variables identifica-



das. Si la unidad de tiempo tomada puede abarcar los 30 días del mes, el cálculo será mucho más preciso.

3. Elaborar el gráfico para el control de la energía y la producción contra el tiempo y el segundo de correlación de energía contra producción, donde se refleje la tendencia del consumo (Fig. 1).

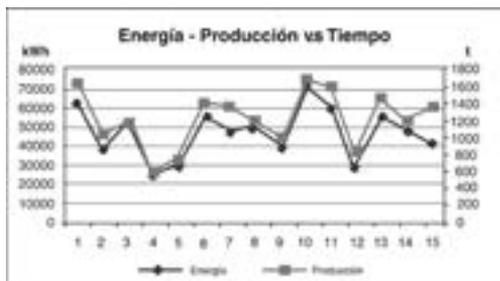


Fig. 1. Gráficos de control de energía-producción contra tiempo.

4. Elaborar el gráfico de correlación de energía contra producción y determinar la ecuación de tendencia del consumo de energía contra producción y el coeficiente de correlación  $R^2$  (Fig. 2).

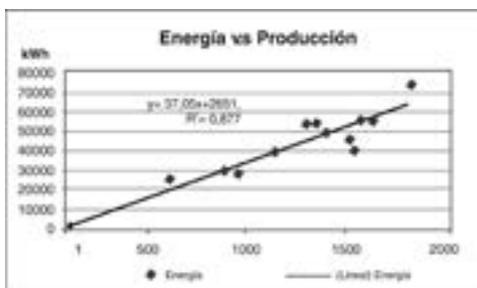


Fig. 2. Gráficos de control de energía contra producción.

- a) Si el coeficiente de correlación  $R^2$  es mayor que 0,75, ello indica que existe una tendencia lineal entre el consumo de energía y la producción, y por tanto se puede proseguir con el análisis.
- b) Si el coeficiente de correlación  $R^2$  es menor que 0,75, no existe una tendencia lineal entre el consumo de energía y la producción, y por tanto se debe buscar la incidencia de otras variables que influyen en la relación consumo de energía

contra producción, como sucede en las instalaciones hoteleras y de telecomunicaciones, donde la temperatura ambiental desempeña un rol fundamental.

5. Eliminar los sesgos de consumo energético a partir del gráfico de correlación de energía contra producción, es decir, se eliminan todos los puntos de consumo de energía que se encuentran por encima de la línea de tendencia reflejada en el gráfico.
6. Determinar la línea meta (Fig.3), por medio de una nueva ecuación de consumo de energía y su coeficiente de correlación  $R^2$ , a partir de los puntos (consumo de energía contra producción) que quedaron después de eliminar los sesgos de consumo energético en el gráfico inicial.

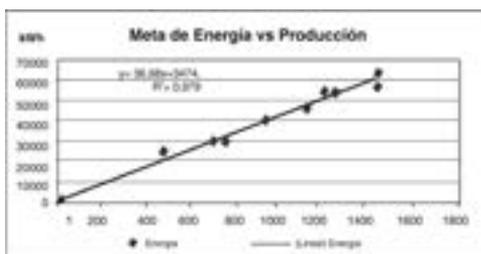


Fig. 3. Meta de energía contra producción.

- a) La línea meta es el objetivo que se desea alcanzar y refleja por tanto los porcentajes de ahorro del consumo energético al cual puede aspirar en un primer momento una empresa determinada, según el nivel de actividad a realizar; es decir, no se puede hablar de un porcentaje de ahorro, si no se habla de un nivel de actividad o producción determinada.
7. Determinar el indicador de desempeño energético fundamental de la entidad y reflejarlo en un gráfico de correlación contra la producción, y con el indicador de desempeño meta se da seguimiento diario al consumo de energía contra la producción realizada y se analiza cualquier desviación posible.

Para el ejemplo analizado las ecuaciones para determinar el índice de consumo son (Fig. 4):

Consumo real contra producción:

$$\text{Índice de Consumo Real (kWh/t)} = 37,053 \text{ kWh/t} + (2651,7 \text{ kWh})/\text{Producción}$$

Consumo meta contra producción:

$$\text{Índice de Consumo Meta (kWh/t)} = 35,68 \text{ kWh/t} + (3474,8 \text{ kWh})/\text{Producción}$$

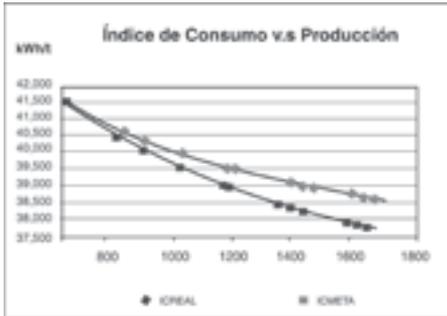


Fig. 4. Índice de consumo contra producción.

Siempre que el índice de consumo real se encuentre por debajo o coincidente con la línea meta (color rojo), se estará logrando el objetivo de control del plan de consumo de energía.

Con los pasos descritos se puede establecer un control diario y riguroso del consumo energético para las condiciones reales y determinar el ahorro lográble bajo las condiciones de la empresa, tal como se observa en el gráfico final y que establece la meta de ahorro energético buscada (Fig. 5).

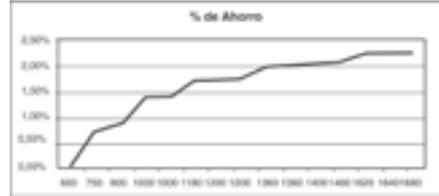


Fig. 5. Porcentaje de ahorro.

### Conclusiones

1. Partiendo del empleo de estas herramientas se determina el porcentaje máximo de ahorro lográble en determinada empresa.
2. El ahorro meta no es un valor exclusivo, sino una gama de posibilidades que dependen del nivel de producción realizado.
3. La línea meta del consumo energético no siempre refleja una energía no asociada a la producción menor que la obtenida según la ecuación real, pues no es lo más significativo para caracterizar el consumo.
4. Lo realmente determinante en el consumo de una empresa es la pendiente de la curva y caracteriza el índice de consumo mínimo lográble.
5. La meta del indicador de desempeño energético seleccionado siempre será menor que el real, y su control diario permite disminuir el plan de consumo hasta el límite que impone la tecnología disponible en la entidad. 📌

\*Máster en Ciencias. Especialista de la Oficina Nacional para el Control del Uso Racional de la Energía (Onure). E-mail: carlosmc@oc.une.cu

## Evite usar la plancha eléctrica para una sola prenda



*pues calentará la resistencia sin aprovechar la ocasión*

# Las energías renovables en el 2015

## *Avances de las fuentes renovables de energía a escala global*

Por CONRADO MORENO FIGUEREDO\*



**ESTE TRABAJO ESTÁ** basado en el «Informe global de la situación de las renovables 2016», elaborado anualmente por la organización conocida como REN21. El artículo tiene como objetivo presentar un resumen de los elementos más sobresalientes de dicho Informe, que permiten a los decisores, conductores de políticas, dirigentes, etc., tener una idea de cómo se comportaron los indicadores de crecimiento y comportamiento de las energías renovables en el 2015. Esto permite comparar además nuestras metas con respecto al mundo.

REN21 es una red mundial de la cual son miembros diferentes entidades y organizaciones de todo el mundo. La red está dirigida a actualizar con rapidez el estado de las energías renovables en el mundo. Es la red global sobre políticas de las energías renovables que asocia una gran variedad de actores claves. Su meta es facilitar el intercambio de conocimiento, el desarrollo de políticas, y la acción conjunta hacia una transición global rápida mediante las energías renovables.

REN21 integra gobiernos, organizaciones no gubernamentales, instituciones de investigación e instituciones académicas, organizaciones internacionales e industriales, de las cuales pueden aprender el uno del otro y llevar a un camino que haga avanzar a las

energías renovables. La red REN21 cuenta con el respaldo de una Secretaría del PNUD, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente con sede en París, Francia. Su Secretariado produce el anuario «El Informe global de la situación de las renovables», así como también informes regionales a partir del aporte de 700 expertos.

El Informe global de la situación de las renovables (GSR) proporciona una panorámica del gran avance del mercado de las energías renovables, los marcos políticos y la industria global. Cada reporte emplea los datos formales e informales provenientes de la información disponible. Los datos actualizados y confiables de este reporte son esenciales para ser usados como fuente de información fundamental de los tomadores de decisiones, para demostrar el incremento del empleo de las energías renovables y el papel que estas juegan en el sector energético; además, para demostrar que la transición hacia las energías renovables es una realidad en camino.

Este reporte del 2016 constituye el número 11, es decir, rebasa una década de trabajo. El GSR es el producto de una sistemática colección de datos provenientes de miles de bases de datos, el empleo de cientos de documentos y comunicaciones personales con

expertos de todo el mundo. La información abarca 148 países y puede encontrarse en el REN21 *Renewables Interactive Map* ([www.ren21.net/map](http://www.ren21.net/map)).

### Las energías renovables en el 2015

El 2015 fue un año de un comportamiento notable. Ha sido el de mayores adiciones en cuanto a capacidad instalada. Se estima que 147 gigawatts (GW) de capacidad de energía renovable fueron añadidos en el 2015, el mayor incremento anual nunca visto. Este incremento ocurrió a pesar de la disminución ocurrida en los precios de todos los combustibles fósiles, la continuación de los subsidios de los combustibles fósiles y otros retos que enfrentan las renovables, como son las barreras para el aumento de su participación en la generación con renovables, las políticas, la inestabilidad de las políticas,

las barreras regulatorias y las restricciones fiscales (Tabla 1).

Las energías renovables aportaron 28,9% de la capacidad total de generación de electricidad y 23,7% de la demanda total de electricidad (Fig. 1). El crecimiento más notable ocurrió en el sector de la potencia generada, con una capacidad de potencia mundial que excedió los 1849 GW, lo que representa un incremento de casi 9% por encima del 2014. Se estima que el incremento en el 2015 fue de 60% de las adiciones netas en la capacidad de potencia global, y representó la mayor participación en cuanto a capacidad añadida en varios países del mundo.

### Panorámica de las inversiones en 2015

En el Informe se observa que los primeros países en cuanto a inversiones llevadas a cabo son China, USA, Japón, Reino Unido e India. Si

Tabla 1. Indicadores de las energías renovables en 2015

		2014	2015
<b>Inversiones</b>			
<b>Nuevas inversiones (anual)</b>	<b>Billón USD</b>	<b>273</b>	<b>85,9</b>
<b>Potencia</b>			
<b>Capacidad de potencia renovable (total sin incluir hidro)</b>		<b>665</b>	<b>785</b>
Capacidad de potencia instalada incluyendo hidro		1 701	1 849
<b>Capacidad hidroenergía</b>		<b>1,036</b>	<b>464</b>
Capacidad bioeléctrica		101	106
<b>Generación con bioeléctrica (anual)</b>		<b>429</b>	<b>464</b>
Capacidad de potencia geotérmica		12,9	13,2
<b>Capacidad solar FV</b>		<b>177</b>	<b>227</b>
Concentrador potencia solar térmica		4,3	4,8
<b>Capacidad potencia eólica</b>		<b>370</b>	<b>433</b>
<b>Calor</b>			
<b>Capacidad agua caliente solar</b>	<b>GW térmico</b>	<b>409</b>	<b>435</b>
<b>Transporte</b>			
<b>Producción de etanol anual</b>	<b>Billones de litros</b>	<b>94,5</b>	<b>98,3</b>
Producción de biodiésel anual	Billones de litros	30,4	30,1

Fuente: REN21 Renewables 2016 Global Status Report.

se trata de los primeros países que llevan a cabo inversiones en relación con el PIB, estos son Mauritania, Honduras, Uruguay, Marrue-

cos y Jamaica, donde claramente se observa el progreso rápido de las energías renovables en los países en desarrollo (Tabla 2).

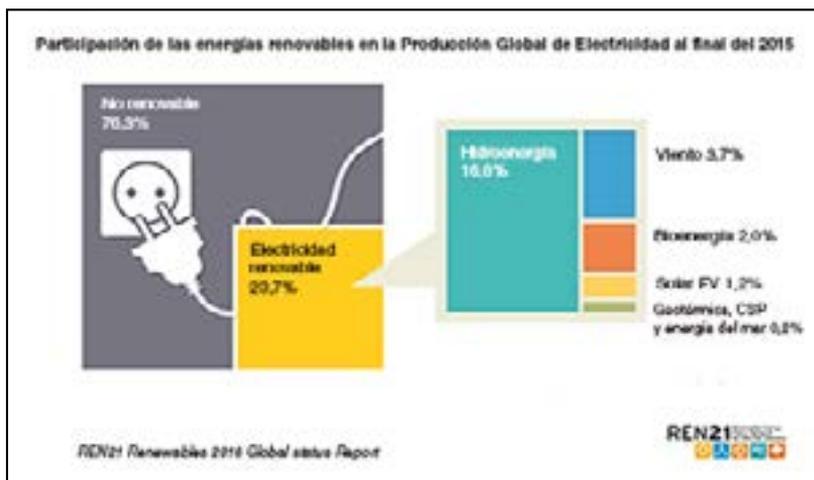


Fig. 1. Participación de las energías renovables en la Producción Global de Electricidad a finales de 2015.

Tabla 2. Inversiones de energías renovables y en combustibles

	1	2	3	4	5
Inversiones en energías renovables y en combustibles (no incluye la hidroeléctrica mayor de 50 MW)	China	EE.UU.	Japón	Reino Unido	India
Inversiones en energías renovables y combustible por unidad de PIB	Mauritania	Honduras	Uruguay	Marruecos	Jamaica
Capacidad en potencia geotérmica	Turquía	EE.UU.	México	Kenia	Alemania/Japón
Capacidad en hidroenergía	China	Brasil	Turquía	India	Vietnam
Capacidad en solar FV	China	Japón	EE.UU.	Reino Unido	India
Capacidad en solar térmica con concentrador (CSP)	Marruecos	Sudáfrica	EE.UU.	-	-
Capacidad en potencia eólica	China	EE.UU.	Alemania	Brasil	India
Capacidad en calentamiento de agua solar	China	Turquía	Brasil	India	EE.UU.
Producción de biodiésel	EE.UU.	Brasil	Alemania	Argentina	Francia
Producción de etanol como combustible	EE.UU.	Brasil	China	Canadá	Tailandia

### Estado actual de las políticas de apoyo a las energías renovables

La experiencia ha demostrado que el uso de las energías renovables se acelera cuando

se les aplican políticas de apoyo, debido a las desventajas en que se encuentran en cuanto a las tecnologías energéticas con combustibles fósiles, fundamentalmente por

los subsidios. La gran mayoría de los países del mundo aplicaban políticas de apoyo a las energías renovables al final del 2015. Dicho interés por estas políticas durante ese año forma parte de los esfuerzos por mitigar el cambio climático a partir del COP21, en París.

El número total de países con políticas de apoyo a las energías renovables se incrementó en el 2015. Al menos 173 países tenían metas en cuanto a las energías renovables y se estima que 146 países aplican políticas de apoyo, tanto a nivel nacional o en provincias o estados; de ellos, 114 las aplican a la producción de energía (políticas energéticas), los demás las aplican al transporte y al calentamiento y enfriamiento (Fig. 2).

### Comportamiento de las fuentes renovables de energía en el 2015.

1. La energía solar fotovoltaica en 2015: Nuevo record implantado y rápida expansión en nuevos mercados.

El mercado de la energía solar fotovoltaica llegó a 25% sobre lo registrado en el 2014, con un record de 50 GW añadidos,

llegando a un total global de 227 GW (Fig. 3). El mercado anual en el 2015 fue cerca de diez veces la capacidad total acumulada de una década anterior. China, Japón y Estados Unidos fueron de nuevo los que más instalaron en este año, aunque otros mercados emergentes en todos los continentes contribuyeron significativamente al crecimiento global, dado principalmente por los costos competitivos alcanzados por esta tecnología.

China alcanzó 100% de electrificación debido en gran parte al empleo de sistemas aislados que aplica desde el 2012. El poco uso de los sistemas conectados a la red continúa siendo un reto para sector de la FV en China.

La industria se ha recuperado en los años recientes debido a la aparición de nuevos mercados y a una gran demanda global.

2. La energía eólica en el 2015: La mayor capacidad instalada en fuente de energía renovable nueva. Incremento creciente por efecto de satisfacer la demanda de electricidad.

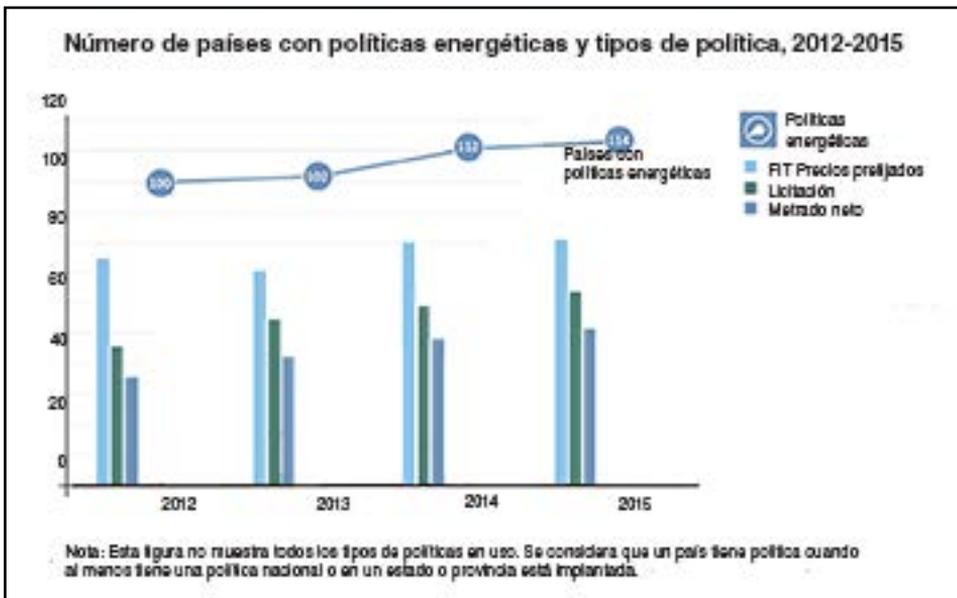


Fig. 2. Número de países con políticas energéticas y tipo de políticas (2012-2015).

Fuente: Renewables 2016 Global Status Report.

La energía eólica fue la fuente de energía líder en cuanto a nueva capacidad de generación en Estados Unidos y Europa en 2015, y la segunda mayor en China. En lo que respecta a la potencia eólica instalada globalmente, un record de 63 GW fue implantado en el 2015 para un total acumulado de 433 GW (Fig. 4, pág. siguiente). La mayor parte fue instalada fuera de Europa liderado por China y otros nuevos mercados que emergen en África, Asia y Latinoamérica. Corporaciones y otras entidades privadas continuaron impulsando el desarrollo de la energía eólica debido a la fiabilidad y el bajo costo de esta energía, mientras otros grandes inversionistas han retornado a este mercado promisorio.

El sector de los parques eólico-marítimos tuvo un año grande con un estimado de 3,4 GW conectados a la red en este año, excediendo los 12 GW de capacidad total instalada en el mundo. La mayor parte de las adiciones ocurrieron en Europa.

La potencia eólica está jugando el papel principal en la satisfacción de la demanda de electricidad en un número apreciable

de países, entre los que se incluyen Dinamarca con 42% de la demanda en 2015, Alemania con cuatro estados con más de 60% y Uruguay con 15,5%.

La industria tuvo otro gran año y la mayoría de los principales fabricantes de turbinas rompieron sus propios records. Para satisfacer la demanda creciente, nuevas fábricas fueron abiertas o se encuentran en construcción en todo el mundo.

3. La energía de la biomasa en el 2015. Un crecimiento continuado pero con retos permanentes.

La producción de energía proveniente de la biomasa ha continuado creciendo en 2015, apoyando a satisfacer la demanda creciente de energía en algunos países y contribuyendo a la protección del medioambiente. No obstante, el sector enfrenta diversos retos, en particular, debido a los bajos precios del petróleo y a las políticas inciertas en algunos mercados. El uso de la biomasa para producir energía eléctrica ha crecido con rapidez, promediando 8% anual. Crecimientos notables se han visto en China, Japón, Alemania y el Reino Unido.

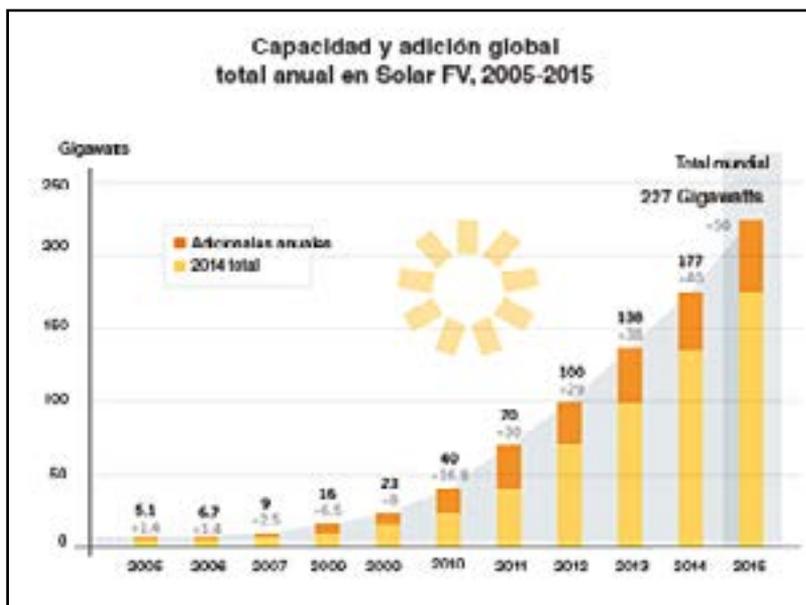


Fig. 3. Capacidad y adición global total anual en Solar FV, 2005-2015

En el consumo total global de energía final a nivel mundial, la biomasa tuvo una participación de 14%. La generación de electricidad alcanzó 0,4%, el transporte 0,8%, el calor para la industria 2,2%, el calor para edificios con sistemas tradicionales 8,9% y el calor para edificios con tecnologías modernas 1,5%.

La producción de etanol se vio incrementada en 4% global, implantándose un record en Estados Unidos y Brasil. La producción de biodiésel resultó limitada ligeramente debido a la contracción de la producción en algunos mercados asiáticos, aunque la producción continuada en los mayores países (Estados Unidos y Brasil) equilibró esta situación. La incertidumbre acerca del futuro mercado contrajo las inversiones en nuevas capacidades de producción durante el año.

4. La energía de la geotermia en el 2015: El crecimiento estable se ha visto detenido por los bajos precios del petróleo y los altos riesgos de los proyectos.

La capacidad total instalada a finales del 2015 en potencia geotérmica alcanzó los 13,2 GW. En este año se adicionaron 315 MW. En total, la potencia geotérmica generó un estimado de 75 terawatts-horas

(TWh) durante el año. Los bajos precios del petróleo y los riesgos de los grandes proyectos crearon desfavorables condiciones para la potencia geotérmica. Turquía es el líder del mercado con casi la mitad de la potencia instalada en el año. El riesgo climático y la participación creciente de energías renovables con carácter variable están llevando a la industria geoenergética a futuras adaptaciones. Modernización, reconstrucción y ampliación de las facilidades existentes continuaron en muchos mercados para mejorar la eficiencia y flexibilidad de los sistemas. Respondiendo al incremento de la participación de fuentes de energía variables se pone énfasis en el almacenamiento por bombeo y la co-complementación de la geotermia con la energía solar y eólica.

5. La hidroenergía en el 2015: La industria responde al riesgo climático y al crecimiento de otras energías renovables.

Aproximadamente 28 GW de nuevas capacidades en hidroenergía (excluyendo la acumulación por bombeo) fueron puestos en operación en 2015, lo que incrementó la capacidad global total hasta alrededor de 3,940 TWh. Se estima que la gene-

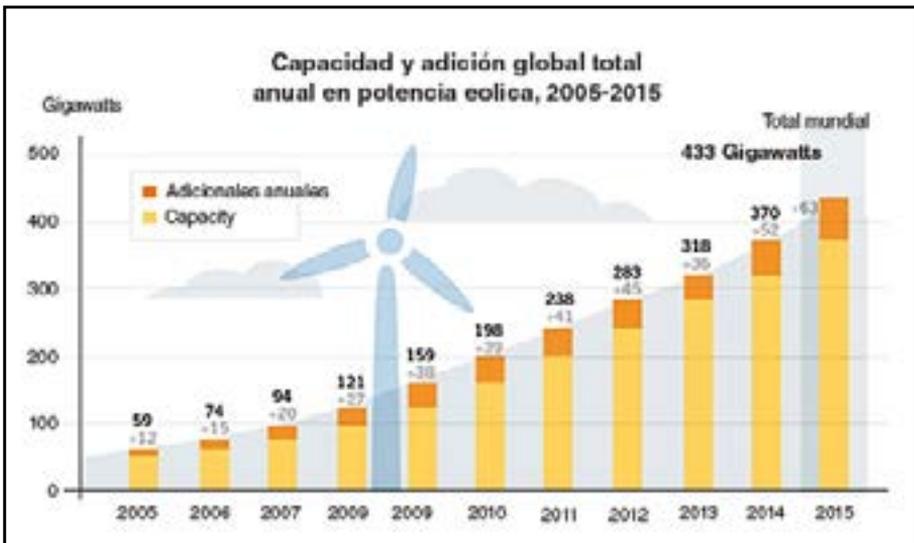


Fig.4. Capacidad y adición global total anual potencia eólica, 2005-2015.

ración total alcanzó los 3,940 TWh. Las persistentes sequías continuaron afectando adversamente la producción con hidroenergía en muchos países, principalmente de América y el Sudeste de Asia. El mercado chino continuó contraído, pero el país retuvo el liderazgo global por un amplio margen, con 16 GW añadidos. En Brasil, Turquía, India, Vietnam, Malasia, Canadá, Colombia y Laos se añadieron significativas nuevas capacidades.

6. La energía del mar en el 2015: El desarrollo continúa en las tecnologías actuales de las olas y las mareas.

La capacidad de la energía del mar permaneció en alrededor de 530 MW en 2015. La industria se ha mostrado inestable. Un número de compañías continuaron un avance exitoso de sus tecnologías y han desarrollado nuevos y mejorados equipos, la mayoría en aguas europeas. La industria no pasa por buenos momentos en el plano económico y al menos una se declaró en bancarota. Como en años anteriores, los desarrollos de la tecnología de la energía del mar han sido predominantemente proyectos demostrativos, concentrados fundamentalmente en tecnologías de las mareas, seguidas por las tecnologías de conversión de la energía de las olas.

7. Concentradores solares térmicos (CSP): Desplazamiento del mercado a regiones en desarrollo, incremento de la importancia del almacenamiento de la energía térmica.

La capacidad global se incrementó 10% hasta alcanzar cerca de 4,8 GW. Marruecos con 160 MW, Sudáfrica (150 MW) y Estados Unidos (110 MW) fueron las nuevas capacidades puestas en operación en el 2015. Las nuevas instalaciones representan una mezcla de las tecnologías parabólicas y las de torre, y todas incorporan almacenamiento de energía térmica (TES). A finales de año se encontraban en construcción nuevas instalaciones en Marruecos (350 MW), Sudáfrica (200 MW), Israel

(121 MW), Chile (110 MW), Arabia Saudita (100 MW), China (50 MW) y la India (25 MW), lo que refleja un desplazamiento de los mercados tradicionales como España y Estados Unidos hacia regiones en desarrollo con altos niveles de radiación directa normal. La capacidad industrial continuó su expansión en regiones en desarrollo, apoyadas en parte por los requerimientos locales asociados con los programas de desarrollo de CSP. Las grandes instalaciones mayores de 100 MW están incrementando, lo que era una norma, como es la incorporación de TEC y las tecnologías del enfriamiento seco. La reducción de los costos y el incremento de la eficiencia térmica son las áreas claves en los programas de investigación y desarrollo en todo el mundo.

8. Calentamiento y enfriamiento solar térmico: La caída continuada de China y Europa, pero con un incremento en el desarrollo de proyectos de gran escala.

La capacidad global instalada en colectores solares térmicos acristalados y no acristalados se vio incrementada en más de 6% a pesar de la caída del mercado, debida primariamente a la contracción continuada de los mercados en China y Europa. China instaló 77% de la capacidad del año en calentadores solares de agua, seguida por Turquía, Brasil, India y Estados Unidos. La capacidad acumulada de colectores de agua alcanzó un estimado de 435 GW térmicos al final del año, capacidad suficiente para proporcionar aproximadamente 357 TWh de calor anualmente.

El 2015 vio incrementar el interés por proyectos de gran escala de sistemas solares térmicos en redes de calentamiento de distritos y para el uso industrial. Las grandes inversiones señalan una nueva era con el comienzo de la construcción de una planta de calor de proceso solar de 1 GW térmico en Omán.

Las inversiones en la capacidad de generación de potencia renovable han crecido considerablemente, fundamen-

talmente en la eólica y la solar. La potencia solar fue de nuevo el sector líder en términos de dinero suscrito, llegando a 161 millones de millones de USD, 12% por encima de 2014 o más de 56% del total de nuevas inversiones en potencia renovable y combustibles. Le siguió la potencia eólica con 109,6 millones de millones de USD (38% del total), es decir 4% mayor.

Todas las tecnologías, excepto la eólica y la solar, vieron declinar sus inversiones con relación a 2014: las inversiones en biomasa y residuos para fines energéticos cayeron 42%, a 6 millones de millones de USD; la hidroenergía de pequeña escala cayó 29% hasta 3,9 millones de millones, y la energía del mar declinó 42%, hasta 215 millones de millones de USD.

han comenzado a afectar los mercados de las renovables en el 2015, aunque se notan signos de que una transición global energética está en camino. Un total de 195 países acordaron limitar el calentamiento global por debajo de los 2 grados Celsius. Una mayoría de los países se comprometió a aumentar el empleo de las energías renovables y aumentar la eficiencia energética. Más de 189 países suscribieron el INDC (Intended Nationally Determined Contributions), 147 países mencionaron a las energías renovables y 167 países mencionaron a la eficiencia energética; adicionalmente, algunos países se comprometieron a reformar sus subsidios a los combustibles fósiles (Fig. 5).

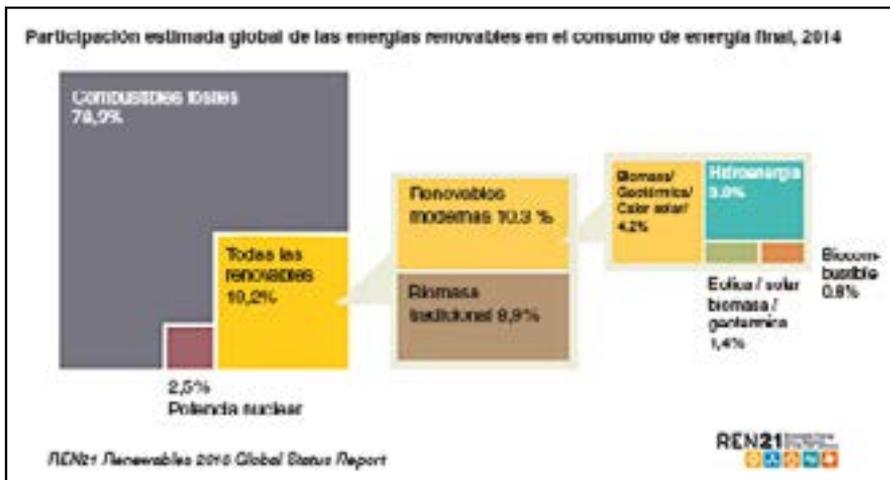


Fig. 5. Participación estimada global de las energías renovables en el consumo de energía final global, 2014.

Fuente: Renewables 2016 Global Status Report.

Las energías renovables suministraron un estimado de 19,2% del consumo global de energía final en el 2014, la participación de las energías renovables modernas llegó a 10,3% mientras que la participación de la biomasa tradicional fue de 8,9%; las demás, aproximadamente lo mismo que el año anterior. A pesar de que muchas iniciativas se han anunciado en el COP21 en París, estas no

Para más detalles y acceder al «Informe global de la situación de las renovables 2016» en su totalidad, visitar el sitio web: [www.ren21.net/gsr](http://www.ren21.net/gsr).

\* Doctor en Ciencias Técnicas. Vicepresidente de la Asociación Mundial de Energía Eólica (WWEA). Profesor Titular del Centro de Estudio de Tecnologías Energéticas Renovables (Ceter), La Habana, Cuba. E-mail: [conrado@ceter.cujae.edu.cu](mailto:conrado@ceter.cujae.edu.cu)

# Mujer y energía

## Utilidad de la virtud

MARTHA DE LAS MERCEDES

MAZORRA MESTRE

Sagua la Grande, Villa Clara

Máster en Saneamiento Ambiental

Profesora del Centro de Estudio  
de Tecnologías Energéticas Renovables,

Ceter, de la Facultad de Ingeniería

Mecánica del Ispjaj



**EyT:** *¿Cuáles han sido tus aportes en el terreno de las fuentes renovables de energía y el respeto ambiental?*

**MMM:** He dedicado los últimos 25 años de mi vida a la investigación, enseñanza y divulgación de alternativas energéticas y ambientales, enfatizando en el uso de las fuentes renovables de energía (FRE), promoviendo en talleres, foros y en todo espacio posible la necesidad de alcanzar nuevas metas en el campo de las energías renovables desde una dimensión educativa y de investigación. He participado en la formación de muchos jóvenes universitarios lo cual disfruto y busco que los estudiantes se motiven por estos temas de tanta importancia; por otro lado, la introducción de las energías renovables en el sector henequenero cubano es una tarea que tengo muy clara y necesaria en aras de avanzar en el desarrollo sostenible del país. He trabajado por más de 25 años como profesora de las Facultades de Ingeniería Mecánica y Química de la Cujaj, impartiendo asignaturas relacionadas con la Ciencia de los Materiales, Energía y Medio Ambiente; en cursos de posgrado relacionados con las Fibras Naturales y la Protección del Medio Ambiente (Gestión Ambiental, Medio Ambiente y Producciones más Limpias, Manejo y Gestión del Agua); en las maestrías de Eficiencia Energética y Fuentes Renovables de Energía en la Cujaj, he dedicado más de 30 años a la investi-

gación relacionada con temas energéticos como el desarrollo de emulsiones agua/combustible, gasificación de biomasa y la obtención de biocombustibles a partir de los residuales de agaves (Henequén). Otro aporte ha sido el mantener vivos proyectos comunitarios destinados a promover en la enseñanza primaria la importancia de las fuentes renovables de energía, el quehacer del Ceter y de Cubasolar, donde cuento con una gran familia que gira alrededor de una causa noble, aprovechar y usar lo que nos da la naturaleza con respeto y responsabilidad. He organizado talleres, concursos, charlas, seminarios para debatir aspectos relacionados con las FRE. Desde julio 2015 ocupo la responsabilidad como presidenta de la Junta Directiva Provincial de La Habana de Cubasolar, habiendo sido con anterioridad una de los vicepresidentes en la provincia. Integro la Red Prideras de Colombia, que se dedica a la promoción de las FRE, desde la docencia y la investigación.

**EyT:** *¿Cómo logras el balance entre tu trabajo y la responsabilidad con la familia?*

**MMM:** Este balance lo he logrado con el acompañamiento de la propia familia, donde cada uno apoya a los otros para que se puedan cumplir las tareas laborales satisfactoriamente; mi hermana en lo particular ha sido un sostén importante para poder alternar nuestras responsabilidades y la atención a mi madre.

**EyT:** *¿Qué obstáculos has tenido que superar?*

**MMM:** Muchos, siempre hay escollos que salvar para alcanzar las metas que nos planteamos, pero lo más importante es no envidiar logros ajenos sino admirar a quien sin acciones encubiertas alcanzan sus propias metas y si es posible disfrutarlas; lo importante es avanzar, aún con pasos cortos pero con firmeza y tranquilidad de espíritu, por no haber maltratado a nadie.

**EyT:** *Principales satisfacciones...*

**MMM:** Ayudar a todo el que he podido, sin esperar nada a cambio. Disfrutar de la familia que tengo, haber logrado el sueño de ser Ingeniera Química y saber que mi retaguardia familiar está garantizada. Por sobre todo, haber sabido apoyar y orientar a mi hijo para que haya aportado a nuestro país, y a muchas personas, todo lo bueno que ha logrado con su quehacer como médico. Ha sido y es una satisfacción el saber que muchos jóvenes cubanos han podido contar conmigo como guía en su formación. Como algo muy especial, haber estado muy cerca y conversar con Fidel en dos oportunidades, 1988 y 2012; este último encuentro fue durante la realización del II Taller Internacional sobre *Moringa oleifera*, en el marco del Congreso de Fibras Naturales, Fibratec 2012.

**REyT:** *¿Qué te gusta hacer en casa?*

**MMM:** Me gusta mucho hacer dulces caseiros para mi familia, sobre todo hacerles cake que tanto les gusta.



Encuentro con Fidel Castro en Fibratec 2012.

**EyT:** *¿Dime sobre tus entretenimientos favoritos?*

**MMM:** Mis entretenimientos favoritos consisten en oír buena música siempre que puedo, y tener a mis dos nietos muy cerca porque los adoro.

**EyT:** *Alguna anécdota relacionada con tu papel de género...*

**MMM:** Haber podido dedicar tiempo de mi vida a hacer labor social a través de la Federación de Mujeres Cubanas. Como anécdota, hacer uso de la suspicacia femenina para convencer en una visita de rutina a un marido insensible negado a que su mujer participara en la FMC.

**EyT:** *Palabra favorita...*

**MMM:** Honestidad, transparencia.

**EyT:** *Palabra que rechazas...*

**MMM:** Mentira, traición.

**EyT:** *Lo que más amas...*

**MMM:** La sinceridad, mi familia y mi Revolución.

**EyT:** *Lo que más odias...*

**MMM:** A las personas que no son buenas, no es odio sino rechazo. El odio envenena el alma.

**EyT:** *¿Qué otra ocupación hubieses querido realizar?*

**MMM:** Ingeniera Química, amo mucho mi profesión.

**EyT:** *Algún consejo...*

**MMM:** Que siempre encontremos balance en los compromisos laborales y familiares y dejar a nuestro paso en cada lugar buenas acciones, aunque te paguen mal; no esperar nada, eso sí, sentir felicidad ante cada acción noble y buena realizada. Si aún después de jubilada como lo estoy y una se siente útil, continuar con el mismo amor de siempre formando a las nuevas generaciones con la ilusión constante de hacer lo correcto. 🇨🇺



# Uso comunitario del biogás en Seboruco

*Otra modalidad de polígono en el contexto del Movimiento de Usuarios del Biogás en Cuba*

Por JOSÉ A. GUARDADO CHACÓN\*, OMAR HERMIDA MARTÍNEZ\*\*  
Y AMABLE RODRÍGUEZ GUERRERO\*\*\*

**EN EL MONTAÑOSO** municipio del Segundo Frente, de la provincia de Santiago de Cuba, a partir del 2010 se inicia un programa de construcción de plantas de biogás por iniciativa del usuario del biogás Omar Hermida Martínez, y la Comisión Municipal del Fórum, en la persona de su secretario, Amable Rodríguez Guerrero. Ellos estudian la posibilidad de desarrollar esta noble tecnología en los años del periodo especial. El mencionado usuario y actual coordinador del Movimiento de Usuarios del Biogás (MUB), con su entonces poca experiencia logró construir una pequeña planta de biogás de campana móvil. Este biodigestor resultó de mucha utilidad y contribuyó a la mejora de las condiciones de vida de su familia.

En ese mismo año, a petición de las autoridades del territorio se produce la visita del Dr. José A. Guardado Chacón, miembro

de la Junta Directiva de Nacional de Cubasolar y coordinador nacional del MUB, el que refuerza la idea de desarrollar el biogás por esfuerzos propios en el municipio, precisando un grupo de acciones que él acompañaría, con la cual abrió el camino al desarrollo de esta fuente de energía en la localidad.

En el propio 2010 se inicia el programa y se construyen tres plantas, en el 2011 se logran seis más, en el 2012 se incrementan a 22, y a partir del 2013 se aprueba un programa de 10 plantas por año hasta el 2020. Dentro de las acciones previstas en el contexto del MUB, con el apoyo del gobierno local se prevé la construcción de un polígono demostrativo, donde los productores pudieran conocer de primera mano, y en voz propia de sus usuarios, los diferentes modelos de biodigestores, así como las características, beneficios

y posibilidades que brindan. También, poder adecuar sus diseños a las condiciones y particularidades del territorio, entre otros aspectos (ver recuadro).

A partir de los beneficios e impacto que ha venido aportando el programa de construcción de plantas de biogás para las comunidades en el municipio, se fue despertando en la población el interés por tener un biogás, lo que aceleró su generalización, logrando tener hasta la fecha un total de 84 plantas iniciadas, concluidas 64, en proceso de carga dos; funcionando 62 y en diferentes etapas constructivas otras 20. Un ejemplo de la incidencia del trabajo desarrollado en los últimos años en el contexto del MUB por los organismos involucrados, es el crecimiento experimentado en el municipio al momento de escribirse este artículo, como se indica en la figura 1.

Para lograr este resultado, de conjunto con los organismos involucrados en el territorio se elaboró una estrategia o plan de acción. Ello permitió organizar, controlar y tener visión clara de lo que se necesitaba hacer para lograr los objetivos propuestos, acorde con los intereses del gobierno y el desarrollo local, incluido el programa de capacitación de los usuarios y otras personas involucradas en el MUB. Este resultado, fruto de todos los factores del territorio, ha convertido al municipio Segundo Frente en un ejemplo en el uso comunitario del biogás. Por ello, fue uno de

los municipios seleccionados para ser sede del Sexto Encuentro Nacional de Usuarios del Biogás (VI ENUB).

El polígono demostrativo del municipio (Fig. 2) fue construido en la Comunidad de Seboruco, donde existen siete convenios porcinos con cerca de 1000 cerdos. Se han construido 13 plantas de biogás para tratar los residuales que generan dichas instalaciones, logrando mejorar las condiciones higiénico-sanitarias desfavorables que existían, así como disminuir la contaminación al medioambiente y añadir el beneficio social y energético al haber gasificado más de 43 viviendas, con lo cual se han ahorrado más de 2000 KW de energía eléctrica y se han tratado cerca de 5500 TM de excreta, convirtiéndola en bioabono para el mejoramiento de los suelos. Este es el primer polígono comunitario, en el contexto del MUB, distribuido en un área de unos 200 m<sup>2</sup>, que tiene previsto 15 biodigestores para beneficiar 56 viviendas y 154 personas; de ellas, 80 mujeres, 74 hombres y 74 niños. La clasificación de los biodigestores es como sigue:

- Uno del tipo campana móvil,
- Cuatro del tipo geomembrana, y
- 10 del tipo cúpula fija, modelo GBV.

Una ilustración de la tipología de los digestores instalados, se indica en la figura 3.



Fig. 1. Ejemplo de la factibilidad el MUB en el desarrollo local del municipio Segundo Frente.

### Aspectos a cumplimentar para ser declarados polígonos del MUB

1. Tener funcionando los tres tipos de biodigestores simples más generalizados.
2. Un adecuado STAR con biogás y con la documentación correspondiente que vincule las demás instalaciones o actividades del sistema, garantizando el uso de sus productos finales (esquema STAR con biogás con el balance de los productos finales).
3. Contar con el aval del gobierno local.
4. Cumplir con los requisitos MUB para declarar a una planta de biogás de excelencia:
  - 4.1. Uso y aprovechamiento adecuado de los productos finales del STAR.
  - 4.2. Haber participado como usuarios, exhibiendo sus resultados en dos ENUB, como mínimo.
  - 4.3. Haber sido escenario de encuentros de usuarios del biogás en los niveles municipal, provincial y nacional, como mínimo.
  - 4.4. Tener más de cinco años de explotación y tres de ellos ininterrumpidamente.
  - 4.5. Mantener el área del biogás cercada y embellecida, en correspondencia con el medio circundante.
  - 4.6. Haber sido construido con la participación de los usuarios.
  - 4.7. Tener aportes cuantitativos y cualitativos en el medio circundante (vecindad o comunidad).
  - 4.8. Tener un libro de incidencias y habilitada el área de lectura «biblioteca MUB».
  - 4.9. Tener varios años en explotación.



Fig. 2. Polígono demostrativo Los Seborucos del municipio Il Frente.



Fig. 3. Tipología de los biodigestores instalados en el polígono Los Seborucos.

Como requisito para todos los polígonos en el contexto del MUB, además del uso comunitario del biogás en Seboruco está previsto el uso del biol y biosol en las plantaciones de café y cultivos varios. De igual forma se trabaja para su posible uso en la alimentación animal y otras actividades como la lombricultura, que complementan

la cadena de uso a ciclo cerrado de los productos finales. 🌱

\* Doctor en Ciencias Técnicas. Miembro de la Junta Directiva Nacional de Cubasolar.

\*\* Coordinador del MUB.

\*\*\* Comisión Municipal del Fórum en Segundo Frente.

E-mail: gcubasol@enet.cu



## Solarización de Guamá: ejemplo de desarrollo local sostenible

*Fortalecimiento de la participación ciudadana  
y aplicación de soluciones energéticas sustentables*

Por VIVIAN DÍAZ LÓPEZ\*

**EN CUBA, 95% DE LA** población tiene acceso a la electricidad a través del Sistema Electroenergético Nacional (SEN). Muchas de las comunidades rurales aisladas sin acceso energético se encuentran en la Sierra Maestra, dentro de la cual se ubica el municipio Guamá de la provincia Santiago de Cuba.

Las características geográficas especiales de este municipio, así como su potencial en recursos hídricos, insolación diaria, biomasa y energía del mar, hicieron que hace más de 30 años el territorio fuera el primero

en el país en utilizar para su desarrollo la energía solar fotovoltaica.

Ha sido valorado por diferentes especialistas como el polígono de muestra de la hidroenergía y una importante reserva energética alternativa de la Nación, donde cada vez más se concretan pasos en el propósito de convertirlo en el primero del país completamente electrificado con energía renovable o limpia, siendo uno de los territorios de alta prioridad económica por la importancia de sus recursos naturales.

En los últimos veinte años, gracias al desarrollo de diferentes proyectos demostrativos de colaboración internacional y otras acciones, este municipio se ha convertido en una referencia para el desarrollo de las Fuentes Renovables de Energía (FRE), lo que ha generado bienestar familiar y sostenibilidad ambiental.

En este sentido se hace necesario resaltar la importante contribución al desarrollo local sostenible de este municipio costero, realizado por el proyecto Solarización de Guamá, coordinado por Cubasolar, Sodepaz de España y con financiamiento de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Aecid). El mismo tuvo un período de duración de seis años comprendido desde el segundo trimestre del 2010, hasta abril de 2016, distribuido en tres etapas o fases.

El proyecto contó con la aprobación de las diferentes instancias administrativas del gobierno tanto provincial como municipal, comprometidas en la sostenibilidad del municipio a partir del entendimiento de su importancia para el desarrollo económico y social del mismo.

Nace como parte de un amplio e integral programa de desarrollo socioeconómico llevado a cabo en el municipio Guamá, el cual tuvo como objetivo fundamental contribuir a que la población de este territorio montañoso y costero adoptara un modelo de desarrollo local sostenible. Para esto se introdujo una estrategia de desarrollo local basada en las necesidades de la población, instituciones locales y sus órganos de gobierno, que permitiera fortalecer la participación ciudadana y aplicar soluciones de sustentables.

Solarización de Guamá comenzó a partir de un plan integral de desarrollo que involucró a los actores presentes en el territorio, mediante soluciones sostenibles. Para ello, la estrategia energética fue una de las líneas fundamentales para mejorar la calidad de vida de las personas que viven en zonas aisladas, con la participación de las entidades productivas, para las cuales las acciones

previstas constituyeron una contribución a sus procesos de desarrollo.

De los ocho consejos populares que comprende el municipio, en el proyecto se planificó trabajar en seis de ellos, ya que estos presentaban la situación del difícil acceso a la electricidad por el SEN y al agua. Por criterio de sus especialistas, el Consejo Popular La Plata ocupó el mayor porcentaje de aplicación de FRE con 68%, el de Chivirico obtuvo 18%, Bahía Larga con 5%, El Francés con 4%, y el resto, los c-onsejos de Ocujal del Turquino y Uvero.

Muchos han sido los beneficios obtenidos a partir de esta experiencia, desarrollada en unos consejos populares más que en otros, lo cual ha generado un impacto importante en las dimensiones social, económica, ambiental, institucional y cultural, ya que ha contribuido al desarrollo de cambios en la vida del municipio a mediano y largo plazos.

Uno de ellos fue la creación del Centro Multifuncional para la ciencia, la tecnología y la protección ambiental Quebra Seca, con el propósito de formar capacidades locales e incorporar a profesionales y técnicos municipales en tareas de apropiación de nuevas tecnologías, así como para el desarrollo de actividades de investigación científica y servicios científico-técnicos, dirigidos al desarrollo de las FRE, al mejoramiento de la naturaleza y a la preservación y cuidado de la población ante fenómenos naturales adversos (Fig.1).



Fig. 1. Centro Multifuncional para la ciencia, la tecnología y la protección ambiental en Quebra Seca.

Desde su creación, el Centro ha sido sede de varios eventos como talleres, círculos de interés y conferencias, entre otros, con el objetivo de contribuir al desarrollo de la cultura energética ambiental sobre las FRE y el respeto al medioambiente en la población guamense, a partir de las experiencias de estas energías en el territorio.

Además, con el objetivo de apreciar los diferentes usos de las FRE, el Centro cuenta con tecnologías como una central fotovoltaica de 5 KW de potencia, un módulo fotovoltaico para viviendas, un aerogenerador, un equipo para la medición meteorológica, un bombeo solar, un reloj solar, y un sistema de riego que ha logrado el autoabastecimiento de viandas y vegetales a los comedores de la Dirección Municipal de Servicios Comunes y del propio Centro, así como la producción de cantidades significativas de flores por los trabajadores de Comunes que allí laboran. Todo ello ha posibilitado demostrar, unido a los conocimientos que se imparten en este Centro, los beneficios que ofrece el uso de las FRE.

En ese sentido, a partir de los resultados obtenidos en este Centro se ha analizado en diferentes escenarios la necesidad de que el mismo adquiera cada vez más una personalidad propia, sin que se pierda su esencia educativa y comunicativa; por ello fue creado con el objetivo de continuar contribuyendo al logro de una cultura en FRE, de manera que sirva de experiencia no solo para el municipio, sino también para la provincia y el país.

Otra de las acciones desarrolladas como parte del proyecto corresponde a la instalación de tecnologías para el uso de las FRE en viviendas, escuelas, consultorios médicos de la familia, fincas productoras de alimentos, salas de videos y otros escenarios, lo que ha incidido de manera positiva en la calidad de vida de la población.

Estudios realizados por especialistas del Centro de Investigación de Energía Solar (CIES), el Centro de Estudios Multidisciplinarios de Zonas Costeras (Cemzoc) de la Universidad de Oriente, la Sociedad

Cubana para la promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (Cubasolar), la Delegación Territorial del Citma en Santiago de Cuba y otros centros especializados en el medioambiente, han reconocido el cambio positivo percibido por las personas, planteando que hay un antes y un después en sus vidas a partir de la introducción de la tecnología solar. Al decir de ellos: «es como si el pueblo estuviera en la loma», y «con luz ya es otra cosa, otra vida, mejor que con los candilitos».

Por ejemplo, respecto a la vida familiar, con la introducción de los sistemas solares fotovoltaicos se puede disfrutar de la televisión y la radio, trayendo esto consigo la ruptura del silencio en que vivía esta población.

En la actualidad la familia gestiona y obtiene otros medios tecnológicos (electrodomésticos) para el disfrute de sus miembros, que permiten elevar su calidad de vida y con ello se generan nuevas demandas para elevar la potencia y el tiempo de uso de los sistemas solares fotovoltaicos.

No menos importante resulta el impacto sociocultural que recibe la población. La familia dispone ahora de un nuevo espacio de encuentro, reflexión, disfrute e intercambio de conocimientos, a partir de los medios masivos de comunicación de los cuales carecía. Se mantiene informada de los principales acontecimientos nacionales e internacionales, lo que acrecienta su cultura general, y los niños y jóvenes adquieren nuevos conocimientos sobre diversos temas de su interés.

Además, en las viviendas, con la llegada de la electricidad se han creado mejores condiciones para el bienestar y la salud familiar e individual, ya que los medios que utilizaban para alumbrarse generaban gran cantidad de humo; en el caso específico de la cocción de alimentos, con la cocina eficiente se sufre menos el calor constante que genera la cocina tradicional y se trabaja más rápido.

A nivel comunitario, con la potenciación del bombeo de agua con energía solar se

han beneficiado diferentes comunidades que acarreaman el agua desde lugares dis-  
tantes, favoreciendo esto la permanencia  
de las personas en la comunidad, ya que  
el acceso al agua es uno de los aspectos  
que influyen en los habitantes para migrar  
a otras comunidades o fuera del municipio.  
Un ejemplo específico de ello se advierte  
en la comunidad La Magdalena, donde se  
logró elevar el estándar de vida de más de  
cuatrocientos habitantes (Fig. 2).

La introducción de las FRE y sus buenas  
prácticas en Guamá ha fortalecido la go-  
bernabilidad y sostenibilidad ambiental  
del municipio, posibilitando la creación  
de una Estrategia del Gobierno Municipal  
para el desarrollo de proyectos sobre  
las FRE, favoreciendo esto la creación de  
espacios de crecimiento humano y una  
mayor producción de alimentos, mediante  
la incorporación del sistema de riego con  
bombeo fotovoltaico.

Concluido este Proyecto se realizó un  
balance de los resultados obtenidos por los  
especialistas del mismo, que evidenció el  
aporte de esta experiencia en el municipio.

A continuación se listarán algunos de  
ellos, a partir de los datos reflejados en el

«Informe sobre impacto del Proyecto Solariza-  
ción de Guamá en sus tres etapas desde  
2010 al 2016»:

- 95 viviendas electrificadas con paneles  
fotovoltaicos; de estas, 25 en fincas,  
todas con el módulo siguiente: paneles,  
baterías, inversores, reguladores, tele-  
visores y 5 puntos de luces, a lo que se  
suma una cocina eficiente.
- 17 sistemas instalados de bombeo foto-  
voltaico; de ellos, 16 para el servicio de  
agua potable a las comunidades y uno  
para el sistema de riego en la producción  
de alimentos.
- 16 sistemas de acueductos rurales ins-  
talados en comunidades que benefician  
a más de 850 familias, con un promedio  
de 2500 habitantes.
- 23 consultorios médicos de la familia, 54  
escuelas y 45 salas de video electrifica-  
dos con energía solar fotovoltaica.
- 8 sistemas de riego instalados, que  
unidos a las viviendas y fincas benefi-  
ciadas han logrado producciones como  
la siembra de café con 67 mil posturas,  
todas en las cuencas hidrográficas de los  
ríos Calabaza y Guamá.



Fig. 2 Bombeo fotovoltaico en La Magdalena.

- La producción agrícola en 2015 alcanzó los resultados siguientes: viandas 3900 qq, vegetales 4158 qq, frutas 895 qq, cítricos 486 qq. La existencia de ganado menor en las cuatro fincas beneficiadas asciende a 509 cabezas.
- Producción de 12 500 latas de café; de ellas, 1300 latas en la CCS Ciro Frías.
- Se construyen cinco biodigestores: tres terminados y dos en ejecución.
- La Empresa Agropecuaria Guamá trabajó en la recuperación de las cuencas hidrográficas de los ríos Calabaza y Guamá, en las que se han certificado 240 ha en el período.
- Se canalizaron más de 300 metros lineales en el río Calabaza por la Unidad Presupuestada de Servicios Comunales, que solucionó las afectaciones provocadas al poblado cabecera del municipio.
- Se crearon las brigadas costeras vinculadas al Centro Multifuncional Quebra Seca, que han desarrollado un importante trabajo en la protección de los manglares.
- El Proyecto cumplió con la realización de todas las tareas de capacitación y talleres planificados.

Como se puede apreciar, este Proyecto propició significativos beneficios a la población de este territorio, logrando un efectivo

impacto en la misma. Aunque ya culminado, no quiere decir que no se continúen desarrollando experiencias para la promoción de una cultura energética ambiental sobre las FRE, lo que contribuye al logro de un desarrollo sostenible. La autora desea añadir que lo alcanzado es el comienzo de una larga tarea para continuar trabajando por el desarrollo local sostenible de este municipio, lo que serviría de referencia para el resto del país.

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente planteado, se concluye que el Proyecto Solarización de Guamá ha sido una cosecha de la inmensa obra de la Revolución, a través del cual se han beneficiado mujeres y hombres, niñas y niños, con el propósito de hacerles la vida más plena, más humana, solidaria y sostenible. Ello expresa la voluntad política del Estado y las autoridades del gobierno local, conjuntamente con el apoyo de diferentes entidades especializadas, como Cubasolar, organizaciones internacionales y la población en general, quienes han apostado por el camino del Sol como estrategia de desarrollo local sostenible, que conduce al crecimiento humano, comunitario y ambiental. 🌱

---

\*Licenciada en Comunicación Social de la Universidad de Oriente y Especialista en Comunicación y Promoción de las Fuentes Renovables de Energía de Cubasolar.  
Email: vdl3@nauta.cu; vdl180109@gmail.com

Recuerde que: *gota a gota se escapan*

**80 L en 24 hr / 2,4 m<sup>3</sup> x mes**

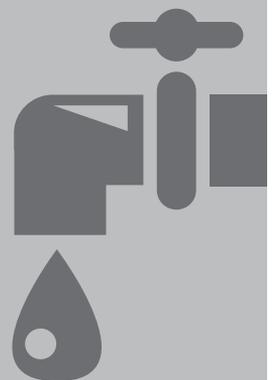
**un chorrito = 1,5 mm deja salir**

**230 L en 24 hr / 7m<sup>3</sup> x mes, y**

**otro chorrito = 3 mm despilfarra**

**500 L en 24 hr / 15 m<sup>3</sup> x mes**

**¡Ahorremos!**



# Sobre bijiritas, disquisiciones

## *Asumir una relación ética con la naturaleza*

Por JORGE SANTAMARINA GUERRA\*



**TODOS LOS INVIERNOS**, a La Finca Isla –terruño conocido por los lectores de *Energía y Tú–*, y a su único habitante, nos contenta la colorida e inquieta llegada de las pequeñas aves migratorias, a la par que nos entristecen los jauleros que vienen tras ellas para atraparlas. Y de ahí surgen estas disquisiciones.

Por delante, la primera es motivada por algo inusual que he percibido en este propio 2016. Siempre observé que las primeras bijiritas precursoras de las numerosas especies de aves migratorias que nos visitan, solían llegar a esta discreta foresta en agosto, días todavía cálidos de nuestro verano. De bijiritas existen más de cuarenta especies, casi todas migratorias y muchas reportadas en Cuba, donde viven dos especies endémicas,

residentes permanentes. Tras esa inaugural vanguardia voladora, en las semanas subsiguientes llegaban otras y otras, siempre en un indetenido crescendo, hasta culminar en su arribada masiva de octubre y noviembre. Pero este año no ha sido así.

En La Finca Isla el clima se ha comportado «raro», con lluvias fuertes en plena época seca, el «lluvioso» mes de mayo no trajo ni una llovizna, y en junio llovió muy poco. Muchos frutales apenas parieron frutos, varios de ellos ni uno solo, y los mangos, por ejemplo, que suelen florecer desde fines del año anterior, comenzaron a abrir sus primeras flores a fines de febrero; el tiempo está al revés, le escuché decir a un campesino. Y según mi modesta apreciación, en ese extravío climático radica la causa del

inusual comportamiento de las bijiritas en este invierno de 2016 al 17.

Es significativo que las primeras migratorias de este año hayan llegado a La Finca Isla en octubre, y además, que hasta hoy –a finales de dicho mes– esas visitantes precursoras hayan sido poquísimas. ¿Qué anomalía estará sucediendo en el clima continental del norte, cuyo frío al parecer tardó les ha retrasado de tal manera su migración al sur?

¿Radicará en ello la explicación? Considero que sí.

Los especialistas alertan sobre la ocurrencia del cambio climático y el calentamiento global, sus ultramodernas tecnologías lo confirman y cuantifican con precisión sus anomalías, y las muy bellas bijiritas migratorias, aunque nada conocen acerca de eso –supongo– parecen percibirlo, y en consecuencia pudieran haber comenzado a modificar su conducta ancestral, para sobrevivir. Tal vez vinieran a ser, en la humilde opinión de este escritor de viñetas ecologistas, una suerte de barómetro biológico de esa alteración que está afectando a nuestro adolorido planeta. Es decir, que le estamos provocando. Los tan publicitados dinosaurios, por ejemplo, no pudieron adaptarse a aquel telúrico cambio climático de origen natural y cósmico ocurrido hace 70 millones de años que a la postre los exterminó, aunque los fósiles nos revelan

que, en cambio, otras especies lograron sobrevivir, entre ellas las precursoras de los mamíferos. Y de todos nosotros, que conste.

Si ese desfase epocal que este año observo en la llegada de las bellas visitantes invernales fuera una señal de su capacidad para adaptarse a las actuales y crecientes alteraciones climáticas, pues bienvenida sea. Aunque ello signifique el no poder disfrutar de ellas, como siempre hicieron, desde los meses anteriores.

Al principio de este comentario mencioné la tristeza que junto con ellas, y a su pesar a causa de ellas, traen consigo los jauleros. En sus jaulas-trampas las capturan, aunque no para conservarlas enjauladas, lo que tampoco este inveterado ecologista aplaude y que con igual energía también condena, sino con el innoble propósito de convertirlas en una mercancía vendible: a tantos pesos un negrito, un azulejo, una mariposa, un tomeguín... ¿Y a quién culpar por ese tan impropio e ilícito comercio, al *atrapador* vendedor, o al comprador? En mi opinión, a ambos.

Y lo que más me entristece de este torvo asunto es constatar que casi todos los jauleros, al menos en mi entorno, son jóvenes. En vez de disfrutar de la naturaleza para aprender de ella, y con tal formidable maestra enriquecer sus conocimientos y alimentar sus sentires, por el contrario la agreden con el despropósito de «luchar» algunos pesos. Me pregunto qué los mueve a esa práctica «luchadora», si necesidad económica, ignorancia, capricho, falta de educación o simple incultura.

Creo que en el fondo, y hasta en la superficie, está todo eso junto, y tampoco exoneró de cierta dosis culpa a esos miembros de nuestra sociedad que se manifiestan insensiblemente ajenos a ese deplorable comercio. Aquí también vale recordar ahora a José Martí: Ver un crimen en silencio nos hace cómplices del mismo.

Cierta vez un jaulero cometió el dislate de colocar, subrepticamente, por supuesto, una de sus trampas en un árbol de La Finca Isla. Una vez descubierta la desmonté y liberé al señuelo, que voló a



su libertad; cuando lo supo, el jaulero me regaló una sarta de improperios que recibí cual halagos. Pero se corrió la voz de alarma entre ellos: ¡Ahí vive un viejo ecologista que abre las jaulas!

Aunque las bijiritas no conocen nuestro lenguaje, ¿o acaso sí?, estoy seguro de que saben que este ecologista tan denostado por los jauleros es, en cambio, su leal amigo y protector, y eso las alienta año tras año a adornar con sus colores mi pequeño monte, unas para permanecer aquí durante todo el invierno, y otras para hacer breves escalas en su empeñoso volar migratorio hacia el sur continental.

Y me permito reiterar, queridos lectores, que estas palabras no son más que empíricas apreciaciones nacidas de la observación, a veces engañosa, así como de la meditación adolorida de lo que le sucede a nuestro planeta. Y también, además, de constatar la equivocada, dañina conducta de esos jóvenes jauleros que tristemente dedican sus tiempos preciosos para atrapar y vender esas joyas emplumadas que pertenecen a todos. Porque, en rigor, son de todos.

Lo que sigue pudiera a priori parecer un tanto ingenuo, o acaso hasta algo pretencioso, porque considero que si cada cual en nuestro ámbito, sea familiar, escolar, laboral o comunal, ponemos un granito de arena para erradicar ese mal hábito trampero que hoy equivocadamente muchos ven como algo normal, entre todos estaremos colocando una piedrecita adicional en el hermoso camino cotidiano de mejorar un poquito más a nuestro amado país.



Admito haber corrido el riesgo de que algún lector considere que he sobrevalorado este problema. Nada más ajeno a mi intención, aunque no dejo de comprender que esta malformación es en realidad un problema menor comparado con otros males que, desafortunadamente, también nos aquejan y dañan nuestra trama social. Pero nadie puede desconocer que este existe, es bien real y está a la vista de muchos. Considero, inclusive, que su daño ecológico no es lo peor, pues en mi criterio lo verdaderamente pernicioso es su efecto deformador sobre sus practicantes, tramperos y compradores, así como sobre los ciudadanos que de manera insensible lo observan y lo soslayan.

Abogo por que nuestra sociedad ejerza un respetuoso y creciente rechazo hacia tal práctica nociva, usando para ello, además, las disposiciones legales existentes al respecto. Pero insisto, sobre todo, en que se trata de un problema cuyo enfrentamiento y erradicación definitiva radica en la educación ambiental. Lograr que todos disfrutemos a las aves silvestres en su medio, sea natural, urbano o rural, y nunca en jaulas. Porque ello es, también, una cuestión de respeto ambiental. O si se prefiere, de asumir y mantener una relación ética con la naturaleza. 🐦

---

\* Ecologista y escritor. Miembro de la Uneac y Cubasolar. Premio David (1975). Autor de varios libros de cuentos, novelas y artículos.  
e-mail: santamarina@cubarte.cult.cu



# Disfrutar la Col

## *Sobre las bondades de una planta milenaria*

Por MADELAINE VÁZQUEZ GÁLVEZ\*

**LA COL** (*Brassica oleracea*), de la familia de las Crucíferas, es uno de los alimentos más difundidos en todo el mundo. Sin duda, tal aceptación es debida a sus numerosas virtudes alimentarias y gustativas. Son familia de la col rizada, el brócoli, la coliflor, la berza y las coles de Bruselas. Todas las verduras crucíferas aportan un alimento integrado por una amplia variedad de categorías nu-

tricionales y proporcionan un gran apoyo a diferentes sistemas del cuerpo humano.

Probablemente, el cultivo de la col se originó en los fértiles valles de los ríos Tigris y Éufrates, de ahí pasó a Grecia y después a Roma. Los egipcios ya la cultivaban 2500 años antes de nuestra era. Su consumo se consolidó durante la Edad Media y fue en esa época cuando comenzó a ser almacenada y

transportada. Durante el siglo **xvi** su cultivo se extendió a Francia e Inglaterra, más tarde se generalizó por toda Europa y a finales del siglo **xviii** comenzó a consumirse en España. Durante el siglo **xix** las potencias coloniales europeas la extienden por todo el mundo. No obstante, los repollos eran considerados como un alimento propio de campesinos, por lo que no eran consumidos entre las clases sociales «altas».



Ensalada clásica de col  
Ingredientes para 6 raciones:

Col	500 g	½ unidad mediana
Cebolla	100g	1 unidad mediana
Zanahoria	150 g	2 unidades medianas
Vinagre	45 mL	3 cucharadas
Azúcar moreno	20 g	2 cucharaditas
Vino seco	30 mL	2 cucharadas
Mayonesa	115 g	½ taza
Mostaza	14 g	1 cucharadita
Sal	5 g	½ cucharadita

#### PROCEDIMIENTO:

1. Picar fino la col y la cebolla. 2. Apretar la col para suavizarla. Rallar la zanahoria. 3. Colocar los vegetales en un bol o cuenco. 4. Aparte, mezclar el vinagre y el azúcar. 5. Añadir la salsa mayonesa y la mostaza; revolver bien hasta que adquiera una buena densidad. Puntear de sal. 6. Adicionar la salsa a la col y mezclar bien. 7. Refrigerar durante 2 horas antes de servirla.

La col tiene un alto contenido de agua, con notable presencia de vitaminas y minerales y un bajo aporte calórico. Después del

agua, los hidratos de carbono y la fibra son sus componentes más abundantes. Además, posee pocas proteínas y grasas. La col se utiliza en las dietas para adelgazar, pues una porción de ella solo contiene 16 calorías. Sus variedades verdes son muy ricas en vitaminas C y K, y resultan además una buena fuente de vitamina E y potasio. También contienen betacarotenos (provitamina A), fibra, folato y potasio, y se reconocen por sus propiedades antioxidantes.

La col tiene fama de aliviar la úlcera gástrica, por lo que en la antigüedad se recomendaba tomar un litro de jugo de col cruda durante ocho días. Por otra parte, varias investigaciones aseguran que contiene sustancias que ayudan a prevenir el cáncer, al parecer por la presencia del químico sulforafano. Otra propiedad que se le confiere a la col es la diurética, pues ayuda a eliminar el exceso de líquidos; por su alto contenido de fibra las coles previenen o mejoran el estreñimiento y contribuyen a reducir el colesterol en la sangre.





Verduras al vapor  
Ingredientes para 4 raciones:

Calabaza	200 g	1 tajada
Cebolla grande	200g	1 unidad
Ajo	10 g	5 dientes
Col picada	400 g	4 tazas
Aceite	34 g	2 cucharadas
Salsa china	15 mL	½ cucharadita
Vinagre	115 g	1 cucharada
Vino seco	15 mL	1 cucharada
Azúcar moreno	10 g	1 cucharadita
Sal	5 g	½ cucharadita

#### PROCEDIMIENTO:

1. Cortar la calabaza en cuadros y la cebolla en medias lunas, picar el ajo y el cebollino fino. 2. Cocinar al vapor la calabaza y la col; escurrir las. 3. Aparte, saltear el ajo y la cebolla. 4. Añadir la salsa china, el vinagre, el vino seco y el azúcar. Puntear de sal y dejar reducir. 5. Añadir el cebollino y retirar del calor. 6. Servir los vegetales con la salsa por encima.

Nota: Para la cocción al vapor se debe poner un poco de agua en el fondo de la cazuela, aislar los alimentos mediante una rejilla y tapar. Si se cocina con una olla de presión se acortan los tiempos de cocción.

Se aconseja manipular la col con cuidado para evitar la pérdida de nutrientes; por ejemplo, consumir la col cruda es más recomendable para preservar sus cantidades de vitamina C. Resulta muy famoso el *choucroute* (col fermentada o agria), que se considera una comida milenaria y

estuvo entre los alimentos servidos a los trabajadores de la Gran Muralla China. Este alimento se elabora con coles finamente picadas que se mezclan con sal y se colocan en un contenedor anaeróbico para que se produzca la fermentación; la misión de la sal es deshidratar la verdura. Al final se obtiene una especie de encurtido, que puede conservarse en el refrigerador una vez terminada la fermentación; se suele comer como guarnición de diversos platos de carne, así como en ensaladas.

En la cocina tiene múltiples usos en ensaladas, guisos, sopas y arroces. Su amplia versatilidad culinaria permite la confección de muchos platos como col rellena, col Slaw, sopa borch rusa, col al vapor, rollitos de col, col guisada, etcétera.



#### Consejos:

- Para que la col esté suave, al prepararla en ensaladas se pasa por agua hirviendo durante unos minutos. También se puede exprimir con sal o dejar reposar en agua acidificada y salada durante quince minutos, y después exprimirla.
- Una rica ensalada se prepara con col picada fina, zanahoria rallada, cebolla, mayonesa y mostaza. Resulta deliciosa. 🍴

\* Ingeniera Tecnóloga en la especialidad de Tecnología y Organización de la Alimentación Social. Máster en Ciencias de la Educación Superior, Cuba.  
e-mail: madelaine@cubasolar.cu

# Pasajes de la Finca

*Cada final un comienzo*

Por JORGE SANTAMARINA GUERRA



## **Nitrógeno inexorable**

**DÍAS ATRÁS YA** había advertido que una de las gallinitas venía mal, debilitándose. A pocos días de eclosionar llegó a La Finca Isla con un grupo de pollitos y juntos crecieron de mi mano que los alimentaba. Pero esa enfermó, la separé del grupo y pareció mejorar, al punto de que en unos días la regresé al gallinero. En balde. Hoy amaneció muy mal y sin fuerzas para caminar; la forcé a tomar agua con zumo de limón y al rato la encontré muerta en el cajón donde la había vuelto a aislar. Cavé un burdo hueco en la tierra bajo el mango criollo y la gallinita pasará a engrosar la materia orgánica del lugar; amén inexorable, el ciclo del nitrógeno: cada final un comienzo. En la próxima temporada algo de esa gallinita comeré en los mangos de ese árbol y algo de lo que ella fue seré yo mismo.

## **Maleducados**

Al calzar la bota tropecé algo adentro y saqué el pie a toda prisa. No había sentido movimiento alguno y dado que estaba

dentro de la casa supuse que se trataría de algún trozo de galleta o pan, pero para mi sorpresa al voltear la bota salió de ella un alacrán. Uno negro de patas rojas, con veneno suficiente para aquejarme la pierna durante largo rato si me lo hubiera inoculado. Al verse sobre el piso y frente a un monstruo, yo, alzó su ponzoña y tras una momentánea parálisis comenzó a caminar en busca de guarecerse. Pero no le di tiempo. Con la escoba lo hice entrar en el recogedor, así vivo lo saqué de la casa y en un amasijo de piedras lo regresé a su medio; seguramente confundido por aquel inusitado proceder del monstruo, el alacrán se escurrió entre ellas. Hablé con él y le aclaré que era una cuestión de simple reciprocidad: Si tú no me picaste por qué habría tenido yo que matarte, pero no me contestó porque decididamente es difícil sacarles conversación a los alacranes. Tal vez disfrutan haciendo ostentación de su mal carácter, de lo que tienen fama, o que se trate de unos personajes muy maleducados. 🗨️

## CONVOCATORIA

## VII Encuentro Nacional de Usuarios del Biogás (VII ENUB)

Cienfuegos  
del 12 al 14 abril de 2017

**LA SOCIEDAD CUBANA** para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (Cubasolar) y los Consejos de la Administración (CAP) de la Asamblea Provincial del Poder Popular (APPP) de Cienfuegos, junto a las instituciones involucradas de sus territorios (Fórum, Citma, Universidades, INRH, Anap, empresas porcinas, entre otras), convocan a los técnicos, investigadores, usuarios del biogás, productores y directivos, a participar en el VII Encuentro Nacional de Usuarios del Biogás (VII ENUB), que tendrá lugar en la citada provincia. Este evento será fundamental para fortalecer el Movimiento de Usuarios del Biogás (MUB) y contribuir con sus acciones a la promoción de otras fuentes renovables de energía (FRE) que propicien el ahorro energético, la producción de alimentos y el mejoramiento de las condiciones de vida en el contexto del desarrollo local. Estos encuentros con la participación de profesionales y usuarios, dedicados a la aplicación del biogás en las diversas provincias con el empleo de la ciencia y la técnica, contribuirán al conocimiento y promoción de una cultura integral para el desarrollo sostenible en el uso de las FRE, y en particular, la vinculada

a la tecnología del biogás. Las acciones promovidas y que se han socializado en el contexto del MUB, han permitido también la interrelación y colaboración entre los principales actores, contribuyendo de manera decisiva en la necesaria cultura popular en aras del desarrollo del biogás en Cuba, así como de otras FRE.

A partir de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución aprobados en el VI Congreso y ratificados en el VII sobre las energías renovables, se hace necesario priorizar políticas y estrategias que favorezcan la cultura sobre las fuentes renovables de energía, así como un movimiento acelerado en su desarrollo y generalización con la acción participativa de todos.

En consecuencia con estos objetivos, y dada la pujanza alcanzada por el MUB, se convoca al VII ENUB, en esta ocasión en la provincia de Cienfuegos, por sus exitosos resultados de trabajo en ese contexto.

El programa del encuentro y el resto de los detalles logísticos y organizativos, se darán a conocer en el segundo aviso de la Convocatoria.

Conscientes de que con la acción participativa de los usuarios y los gobiernos locales se podrá consolidar el desarrollo en la producción y uso del biogás, así como de otras FRE, los organizadores de esta cita les extendemos una cordial invitación.

**Los contactos del coordinador nacional y del presidente del Comité Organizador en la provincia sede, se relacionan a continuación:**

DR. JOSÉ. A. GUARDADO CHACÓN  
Coordinador Nacional del MUB y JDN Cubasolar  
(07) 2062061 / (042) 218466  
gcubasol@enet.cu

ING. INOCENTE COSTA PÉREZ  
Presidente Cubasolar Cienfuegos  
(043) 51 9252  
cubasolar.cfgos@cubasolar.cu

## ÍNDICE TEMÁTICO: Energía hidráulica

La revista *Energía y Tú* presenta esta vez los títulos publicados sobre el tema de la energía hidráulica o hidroenergía, considerada como la energía potencial gravitatoria de una masa de agua que puede ser transformada en otras formas de energía, como la eléctrica (centrales hidroeléctricas) y la mecánica (ruedas, molinos, arietes hidráulicos). Esta fuente energética tiene su origen en la energía del Sol, que provoca el ciclo hidrológico: la evaporación del agua de ríos, lagos y mares; la consiguiente formación de las nubes que se trasladan a largas distancias y su precipitación en forma de lluvia o nieve sobre la tierra. En el listado se incluyen varios artículos que sin enfocar explícitamente el tema de la hidroenergía, le resultan asociados.

*Minihidroeléctrica «La Escondida».* (0): 15, OCT.-DIC., 1997.

MADRUGA RODRÍGUEZ, EMIR, ET AL. *Fabricación de turbinas hidráulicas en Cuba (I).* (4): 4-7, oct.-dic., 1998.

MADRUGA RODRÍGUEZ, EMIR, ET AL. *Fabricación de turbinas hidráulicas en Cuba (II).* (5): 20-24, ene.-mar., 1999.

*Turbinas hidráulicas.* (5): 2-3 del encarte central, ene.-mar., 1999.

MONTESINOS LARROSA, ALEJANDRO Y LEOPOLDO GALLARDO QUIÑONES. *El ariete hidráulico.* (8): 8-11, oct.-dic., 1999.

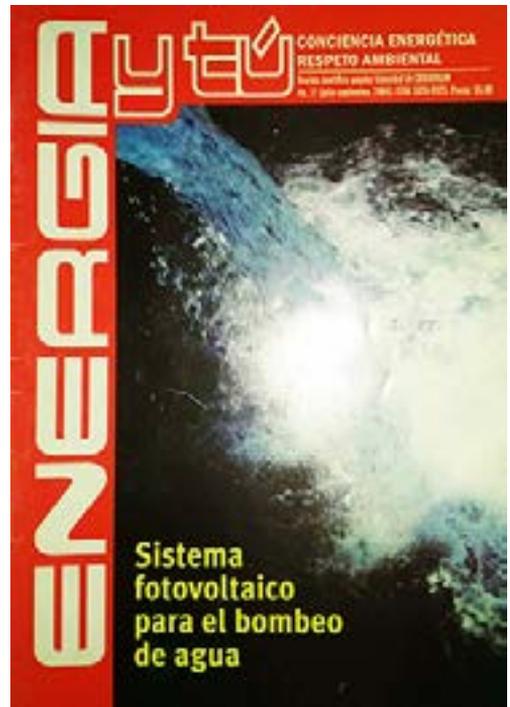
MONTESINOS LARROSA, ALEJANDRO Y ALBERTO SAURI OLIVA. *Las aguas de Albear.* /De la historia/. (13): 25-28, ene.-mar., 2001.

CORP LINARES, SERGIO. *La energía del mar. Primera parte: La energía de las olas.* (17): 4-8, ene.-mar., 2002.

CORP LINARES, SERGIO. *La energía del mar. Segunda parte: Las mareas y su disponibilidad de energía.* (18): 16-19, abr.-jun., 2002.

CORP LINARES, SERGIO. *La energía del mar. Tercera parte: La energía térmica de los océanos.* (19): 18-22, jul.-sep., 2002.

- COSTA PÉREZ, INOCENTE. *Nuevo servicio eléctrico y de agua*. (21): 28, ene.-mar., 2003.
- GONZÁLEZ LÓPEZ, FRANCISCO. *Manejo ecológico de suelos y cuencas hidrográficas*. (23): 4-11, jul.-sep., 2003.
- SOTOLONGO PÉREZ, JOSÉ ÁNGEL. *Guantánamo vs. desertificación*. (23): 12-14, jul.-sep., 2003.
- MONTESINOS LARROSA, ALEJANDRO Y LEOPOLDO GALLARDO QUIÑONES. *Los secretos del ariete hidráulico*. (25): 16-24, ene.-mar., 2004.
- DÍAZ FONSECA, ERNESTO, ADONIS ÁLVAREZ BETANCOURT Y DORALVIS LAY RECIO. *Vivir junto al río Cauto*. (25): 31-34, ene.-mar., 2004.
- ZÚNIGA SANTANA, JUAN FRANCISCO. *La desalinización: una opción a tener en cuenta*. (26): 16-20, abr.-jun., 2004.
- MONTESINOS LARROSA, ALEJANDRO. *Cachumbambé hidráulico. /Parque hidráulico infantil/*. (28): 19-24, oct.-dic., 2004.
- MONTESINOS LARROSA, ALEJANDRO. *Sifón. /PARQUE HIDRÁULICO INFANTIL/*. (29): 32-33, ENE.-MAR., 2005.
- RAMOS GARCÍA, FRANCISCO ANTONIO Y ÁNGEL GABRIEL CARRAZANA DUARDO. *Electricidad del océano*. (29): 46-48, ene.-mar., 2005.
- PARETAS FERNÁNDEZ, JUAN JOSÉ; LEOPOLDO GALLARDO QUIÑONES; MIRTHA LÓPEZ GUTIÉRREZ; ALEJANDRO MONTESINOS LARROSA Y ENRICO TURRINI. *Situación mundial de los recursos hídricos*. (30): 11-13, abr.-jun., 2005.
- PARETAS FERNÁNDEZ, JUAN JOSÉ; LEOPOLDO GALLARDO QUIÑONES; MIRTHA LÓPEZ GUTIÉRREZ; ALEJANDRO MONTESINOS LARROSA Y ENRICO TURRINI. *Situación de los recursos hídricos en América Latina y el Caribe*. (30): 14-16, abr.-jun., 2005.
- PARETAS FERNÁNDEZ, JUAN JOSÉ; LEOPOLDO GALLARDO QUIÑONES; MIRTHA LÓPEZ GUTIÉRREZ; ALEJANDRO MONTESINOS LARROSA Y ENRICO TURRINI. *Situación de los recursos hídricos en Cuba*. (30): 17-22, abr.-jun., 2005.
- MONTESINOS LARROSA, ALEJANDRO. *Juegos acuosos. / Parque hidráulico infantil/*. (30): 42, abr.-jun., 2005.
- PADRÓN BARQUÍN, GUSTAVO RAFAEL. *Sostenibilidad ecológica para la vida*. (31): 21-24, jul.-sep., 2005.
- ZÚNIGA SANTANA, JUAN FRANCISCO; IRAIDA OVIEDO RIVERO Y ELENA CANCIO MARTÍNEZ. *La desalinización del agua de mar y su tendencia actual*. (32): 17-21, oct.-dic., 2005.
- MONTESINOS LARROSA, ALEJANDRO. *La bomba vaquera*. (34): 4-7, abr.-jun., 2006.
- PAZO TORRADO, CARLOS MANUEL. *La hidroenergía en Cuba*. (38): 15-19, abr.-jun., 2007.
- MADRUGA RODRÍGUEZ, EMIR. *La fabricación de turbinas hidráulicas en Cuba. /Energía hidráulica/*. (40): 35-41, oct.-dic., 2007.



[MONTESINOS LARROSA, ALEJANDRO]. *Sifón*. (40): 41, oct.-dic., 2007.

[MONTESINOS LARROSA, ALEJANDRO]. *Bomba vaquera*. (40): 44, oct.-dic., 2007.

MONTESINOS LARROSA, ALEJANDRO Y LEOPOLDO GALLARDO QUIÑONES. *Tecnologías para el abasto de agua. /Agua y energía/*. (40): 53-68, oct.-dic., 2007.

[MONTESINOS LARROSA, ALEJANDRO]. *Energía del mar*. (40): 93, oct.-dic., 2007.

RUIZ LAZA, REINALDO. *Agua: recurso vital y finito*. (41): 9-12, ene.-mar., 2008.

HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ, MANUEL JUAN Y RANSEL HERNÁNDEZ PÉREZ. *Variadores de velocidad y recursos hídricos*. (43): 15-18, jul.-sep., 2008.

CLARK ARXER, ISMAEL. *¿Oro azul?* (43): 19-22, jul.-sep., 2008.

CISNEROS RAMÍREZ, CÉSAR A. *Desalinizar con el Sol*. (44): 7-9, oct.-dic., 2008.

PÉREZ FRANCO, DIOSDADO. *La importancia de aprovechar la pequeña hidroenergía*. (45): 11-14, ene.-mar., 2009.

CÁMBARA FERNÁNDEZ, PURA Y AMADO CALZADILLA FIGUERAS. *Bombear con el Sol*. (46): 4-8, abr.-jun., 2009.

IDRAC, P. *Aparato Idrac, registrador de corrientes submarinas*. (48): 35-37, oct.-dic., 2009.

*El ciclo del agua y la energía hidráulica*. (49): 26-27 [2-3 del encarte central], ene.-mar., 2010.

LEDÓN DÍAZ, NILO. *Reguladores hidroeléctricos*. (54): 12-15, abr.-jun., 2011.

JAEN CABRERA, MYLENE, ADRIÁN LUIS FERRER HERNÁNDEZ Y AMÍLCAR E. CALZADA ESTRADA. *Las olas en Cuba*. (55): 12-17, jul.-sep., 2011.

BATISTA TAMAYO, LUIS MANUEL Y JORGE ANTONIO CALVERA ROSÉS. *El agua como traza: ¿cambio climático o variabilidad climática?* (57): 17-20, ene.-mar., 2012.

BÉRRIZ PÉREZ, LUIS. *La descontaminación o desinfección solar de agua*. [Crónica de un círculo de interés 7]. (60): 4-8, oct.-dic., 2012.

PÉREZ GOVEA, ALBERTO. *Uso del agua de lluvia: «retroceso» al futuro*. (60): 13-16, oct.-dic., 2012.

CÁMBARA FERNÁNDEZ, PURA Y AMADO CALZADILLA FIGUERAS. *Bombear con el Sol*. (66): 30-34, abr.-jun., 2014.

MONTESINOS LARROSA, ALEJANDRO. *Dos alternativas para bombear agua*. (66): 39-48, abr.-jun., 2014.

CASAS VALDÉS, OSNALDO M. *El gradiente termooceánico y los huracanes*. (67): 21-24, jul.-sep., 2014.

CASAS VALDÉS, OSNALDO M. *Plantas marítimas solares antihuracanadas*. (70): 29-33, abr.-jun., 2015.

BÉRRIZ PÉREZ, LUIS. *El suministro de agua a la población (I)*. (72): 12-19, oct.-dic., 2015.

BÉRRIZ PÉREZ, LUIS. *El suministro de agua a la población (II)*. (73): 10-15, ene.-mar., 2016.



REVISTA CIENTÍFICA  
DE LAS FUENTES  
RENOVABLES DE ENERGÍA



Visitenos en: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/ecosolar.html>

1	2	3	4	5		6	7	8	9		10	11	12	13	14	15		16	17
18						19				20		21					22		
23							24						25						
26						27						28						29	
				30	31				32		33		34				35		
36	37		38		39			40		41		42					43	44	
45		46		47		48					49			50		51		52	53
	54				55					56				57			58		
59								60	61		62		63			64			
65							66				67				68		69		70
71			72			73						74							

Por MADELAINE VÁZQUEZ GÁLVEZ

### HORIZONTALES

**1.** Aparatos que sirven para calentar. **10.** Máquina para abasto de agua. **16.** Dios del Sol en la mitología egipcia. **18.** Nombre común de diversas aves que viven en zonas húmedas. **19.** Elemento químico muy denso que se funde difícilmente. **21.** Fruto de las leguminosas. **23.** Parte sólida y fibrosa de los árboles. **24.** Relativo al sol. **25.** Lampuga. **26.** Muy inclinado a algo. **27.** Cambiar. **28.** En una relación contractual, riesgo de incumplimiento. **29.** Nota musical. **30.** Gas noble. **32.** Nivel. **34.** Árbol talado. **36.** Negación. **39.** Muy poco o casi nada. **41.** Saludable (fem.). **43.** Imperativo de decir (inv.). **45.** Cadena montañosa de Europa. **48.** Duodécimo. **49.** Árbol (pl.). **52.** Símbolo químico del litio (inv.). **54.** De merecer. **56.** Contracción involuntaria de músculos. **57.** Electrodo positivo (pl.). **59.** Reparar desperfectos de una pared o mueble. **60.** Apócope de mama. **62.** Sujetar. **64.** Lucha. **65.** Lugar hacia el que algo se dirige. **66.** Tomografía Axial Computarizada. **67.** Ramas. **69.** Pronombre personal. **71.** Río de Italia **72.** Vocales de proa. **73.** Salones. **74.** Con características de la resina.

### VERTICALES

**1.** Instrumento sonoro en forma de copa invertida. **2.** Batracio (inv.). **3.** Costados. **4.** Paraíso. **5.** Emperador romano. **6.** Terminación verbal. **7.** Disociación. **8.** Cualidad de los sonidos(inv.). **9.** Temblar. **11.** Artículo determinado neutro (inv.). **12.** Fidelidad. **13.** Ardiente. **14.** Oscilación periódica del eje de rotación de la Tierra. **15.** Perezoso. **16.** Consonante repetida. **17.** Relacionado con el aire. **20.** Fiesta (inv.). **22.** Apócope de baba. **27.** Dentellar. **31.** Infusión (inv.). **33.** Hartar. **35.** Símbolo químico del níquel. **37.** Plantío de olmos. **38.** Estación. **40.** Consonantes de saco. **42.** Jugo azucarado que producen las flores. **44.** Válvula electrónica para dejar pasar la corriente en un solo sentido. **46.** Unidad monetaria. **47.** Camino. **50.** Anómalos. **51.** Astro Rey. **53.** Consonantes de liso. **55.** De caer. **58.** Artista famoso del mundo del espectáculo. **59:**Composición musical de ritmo marcado. **60:** Opuesto a bien. **61.** Adverbio de posición o lugar. **63.** De amar. **66.** Apócope de tata. **68.** Afirmación. **70.** Interjección.

# CONVOCATORIA

## 3ra Jornada de Ingenierías Mecánica, Eléctrica e Industrial

*Por una ingeniería inclusiva y con  
responsabilidad social*

La Habana, 21-23 de junio de 2017

### Primer Aviso

#### Convocatoria

**POR TERCERA VEZ** se convoca en La Habana, Cuba, la jornada que agrupa a las ingenieras e ingenieros de las especialidades de Mecánica, Eléctrica e Industrial y los que manejan las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) aplicadas a estas ramas en la industria, para en un ambiente fraternal y de sana camaradería, intercambiar sobre los nuevos desarrollos y las mejores prácticas que hagan de la ingeniería una herramienta para el progreso económico, la mejora de la calidad de vida y la eficiencia productiva de nuestros países.

#### Temáticas

- Materiales y reciclaje de desechos.
- Fabricación, recuperación y alargamiento de la vida útil de piezas de repuesto.
- Sistemas y gestión de la calidad, el medioambiente y las industrias limpias.
- Pequeñas y medianas empresas (Pymes). Cooperativas en el sector industrial.
- Innovación y desarrollo de tecnologías.
- Ahorro, gestión y eficiencia energética.

- Refrigeración y climatización.
- Telecomunicaciones y electrónica.
- Ingeniería, logística y gestión del mantenimiento.
- Transporte y sus actividades relacionadas.
- Las TIC aplicadas a la industria.

#### Normas de presentación

Las ponencias deben presentarse en el formato siguiente: Tipografía: Arial 12 y márgenes 25 mm por cada lado. La estructura debe contener: Título, autores, e-mail, institución, país (centrado), indicando el autor principal que defenderá el trabajo con (1). A continuación: Resumen (de 300 palabras como máximo). Desarrollo, Conclusiones y Bibliografía. En conjunto, incluyendo gráficos, tablas y bibliografía, no deberán exceder las 10 páginas formato A4. Solo se recibirán los resúmenes y los trabajos en extenso en las fechas indicadas a través de la dirección: [osmara@unaicc.co.cu](mailto:osmara@unaicc.co.cu). La inscripción en la página web debe especificar el correo de contacto.

**FECHAS SIGNIFICATIVAS**

Categoría	Fecha límite
Envío de resúmenes	21/03/2017
Envío de trabajos en extenso	21/05/2017

**COSTOS DE INSCRIPCIÓN**

Categorías	Monto, CUC
Ponentes	270
Participantes	300
Estudiantes	150
Acompañantes	120

Los costos de inscripción incluyen: Credencial; materiales del evento; actividades de bienvenida y despedida; almuerzos y refrigerios. La categoría de estudiante será solo válida para estudiantes de pregrado. La de acompañante solo para ponentes y participantes extranjeros. La transportación y el hospedaje corren a cargo del propio interesado, sea nacional o extranjero.

**Comité técnico**

Presidenta: Ing. Silvia Rodríguez Colina  
 Miembros: Dra. Ing. Estrella de la Paz Martínez; Ing. Isaac Bermúdez León; M. Sc. Ing. Jordi Mirabent Ávila; Ing. Lourdes García Pedrero

**Comité organizador**

Presidente: Ing. Jesús Nivardo Baluja Puente  
 Coordinadora: Dra. Ing. Osmara Ortíz Núñez  
 Eventos: Arq. Neli Lorenzo Gómez  
 Finanzas: Ing. Mayra Díaz Fernández  
 Divulgación: Dolores Lahaba Estrada

**Comité de honor**

Arq. Mercedes Elesther Savigne  
 M. Sc. Ing. Cecilia Calzado Brossa  
 M. Sc. Ing. Pedro Luis García Pérez

Consulte al turoperador: [www.Havana.tur.cu](http://www.Havana.tur.cu)

*¡En la capital de todos los cubanos, la Sociedad de Ingenieros SIMEI será su entusiasta anfitriona!*

**RESPUESTA DEL CRUCIGRAMA**

1	C	2	A	3	L	4	E	5	N	6	T	7	A	8	D	9	O	10	M	11	O	12	L	13	I	14	N	15	O	16	R	17																																																									
18	A	19	N	20	A	21	D	22	E	23	R	24	E	25	N	26	I	27	R	28	E	29	N	30	I	31	L	32	E	33	G	34	U	35	M	36	B	37	R	38	E																																																
39	M	40	A	41	D	42	E	43	R	44	A	45	S	46	O	47	L	48	A	49	R	50	A	51	N	52	T	53	I	54	A	55	R	56	A	57	R	58	A	59	R																																																
60	P	61	R	62	O	63	N	64	O	65	M	66	U	67	T	68	A	69	R	70	A	71	L	72	E	73	A	74	S	75	A	76	L	77	E	78	A	79	S	80	R																																																
81	A	82	S	83	E	84	O	85	N	86	R	87	A	88	S	89	T	90	O	91	C	92	O	93	C	94	O	95	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95

DIRECTOR GENERAL  
 DR. LUIS BÉRRIZ

DIRECTORA  
 M.Sc. MADELAINE VÁZQUEZ

EDICIÓN  
 M.Sc. MADELAINE VÁZQUEZ  
 E ING. JORGE SANTAMARINA

DISEÑO Y COMPOSICIÓN  
 ALEJANDRO ROMERO

RELACIONES PÚBLICAS  
 MABEL BLANCO

CONSEJO EDITORIAL  
 DR. LUIS BÉRRIZ  
 LIC. ELISEO GAVILÁN  
 DRA.Sc. DANIA GONZÁLEZ  
 DR. CONRADO MORENO  
 DR. JUAN JOSÉ PARETAS  
 ING. JORGE SANTAMARINA  
 M.Sc. M. VÁZQUEZ

ILUSTRACIÓN  
 RAMIRO ZARDOYAS

ADMINISTRACIÓN  
 ROLANDO IBARRA

CONSEJO ASESOR  
 LIC. RICARDO BÉRRIZ  
 DR. SERGIO CORP  
 DR. ALFREDO CURBELO  
 ING. MIGUEL GONZÁLEZ  
 DR. JOSÉ A. GUARDADO  
 LIC. BRUNO HENRÍQUEZ  
 DR. ANTONIO SARMIENTO  
 DRA. ELENA VIGIL

*ENERGÍA y Tú*, no. 77  
 ENE.-MAR., 2017  
 ISSN 1028-9925  
 RNPS 0597  
 REVISTA  
 CIENTÍFICO-POPULAR  
 TRIMESTRAL ARBITRADA  
 DE LA SOCIEDAD CUBANA  
 PARA LA PROMOCIÓN  
 DE LAS FUENTES RENOVABLES  
 DE ENERGÍA  
 Y EL RESPETO AMBIENTAL  
 (CUBASOLAR)

DIRECCIÓN  
 CALLE 20, No. 4111,  
 PLAYA, LA HABANA, CUBA  
 TEL.: (53) 72040010;  
 72062061  
 E-MAIL:  
 EYTU@CUBASOLAR.CU  
 HTTP://WWW.CUBASOLAR.CU

COLABORACIÓN ESPECIAL  
 CUBAENERGÍA

COMERCIALIZACIÓN  
 CORREOS DE CUBA

IMPRESIÓN  
 UEB: EDICIONES CARIBE

DISTRIBUCIÓN GRATUITA  
 DE 9000 EJEMPLARES  
 A ESTUDIANTES  
 Y BIBLIOTECAS  
 DE TODO EL PAÍS,  
 Y MIEMBROS  
 DE CUBASOLAR