



**Anuncio sobre
publicaciones
Pág. 54**

CONTENIDO

2 PALABRAS DEL PRESIDENTE
DE CUBASOLAR

3 «¿TE DAS CUENTA AHORA POR QUÉ SOMOS
PETROLEROS?» (I)



8 LA HIBRIDACIÓN CON FUENTES RENOVABLES
DE ENERGÍA Y SU IMPORTANCIA PARA CUBA (IV)

14 Y SE HIZO LA LUZ...BLANCA

21 VERBO Y ENERGÍA

22 MUJER Y ENERGÍA

24 RECONOCIMIENTO AL DR. C. DEMETRIO
FELIPE DÍAZ MARTÍN



33 MUNICIPIO SOLAR (II)

38 INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE BIOGÁS
GENERADORA DE ELECTRICIDAD CONECTADA
A LA RED ELÉCTRICA NACIONAL (II)

42 UN MOVIMIENTO ATEMPERADO
A LOS ACTUALES TIEMPOS



45 CASABE, DE LA TIERRA A LA MESA

49 LA VIDA Y LEGADO DEL DR. DANIEL STOLIK
NOVYGROD*

50 RELATORÍA DEL III TALLER NACIONAL
DE SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA

53 CRUCIGRAMA

54 CONVOCATORIA PARA PUBLICACIONES

55 TALLER INTERNACIONAL CUBASOLAR 2024

Palabras del presidente de Cubasolar

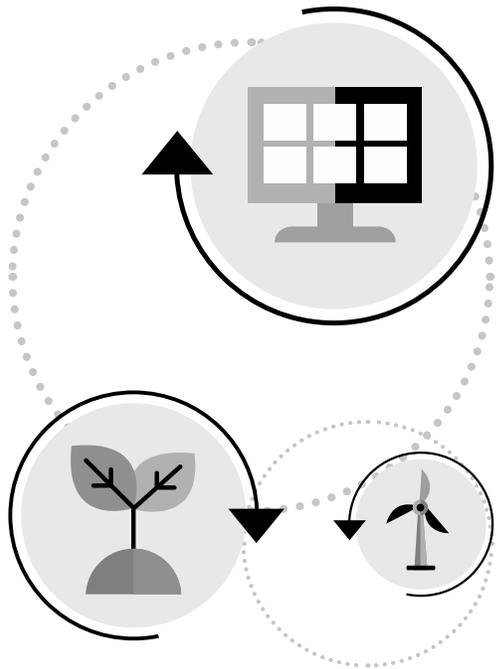
SIN DUDAS, la transición hacia las energías renovables no será nada fácil.

El ser humano necesita energía extra, considerada como la producida de otras fuentes naturales precisamente para lograr su desarrollo. Esta energía extra puede ser mecánica, calor, luz o electricidad.

Pero nunca se podrá concebir un desarrollo sostenible basado en fuentes de energía que contaminen el medioambiente y provoquen un cambio climático con sus posibles consecuencias catastróficas. Mucho menos se podrá concebir un desarrollo sostenible sin soberanía energética.

La electricidad es la forma universal de la energía, no solamente por su traslado inmediato y fácil, sino por su también fácil conversión a cualquier tipo de energía que necesitemos.

La electricidad en Cuba ha sido y es principalmente petrolera. En realidad, es una lástima quemar tanta riqueza, aunque no contaminara ni hubiera cambio climático.

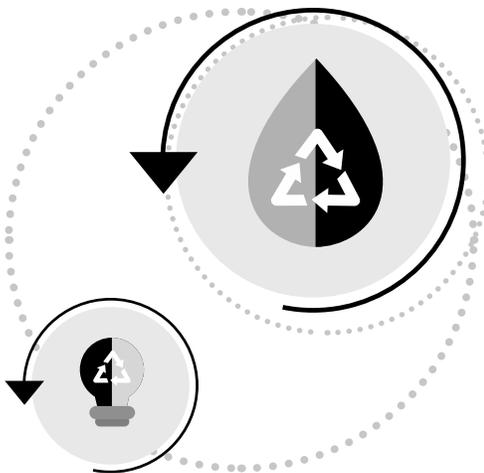


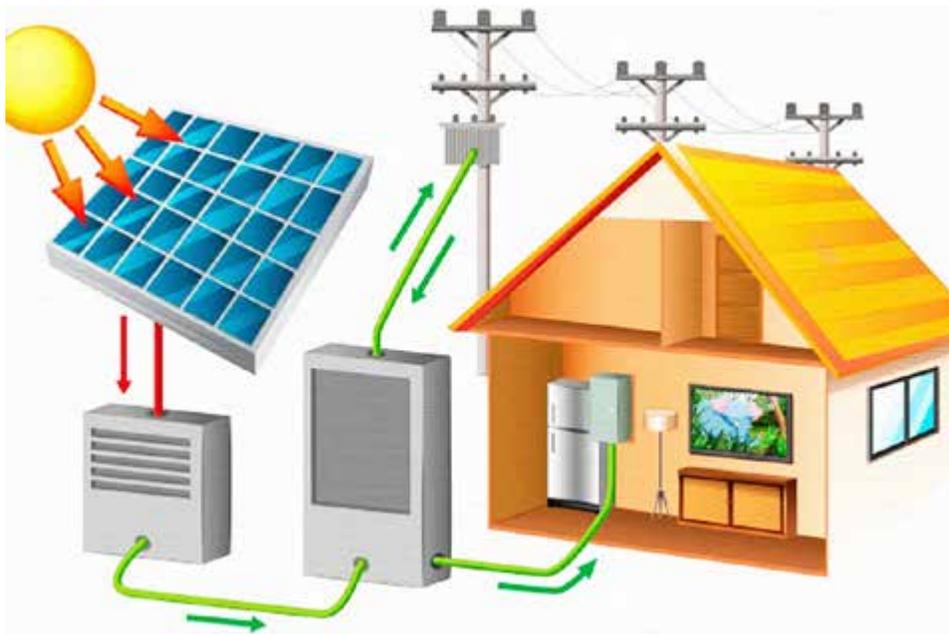
Pero la electricidad se ha hecho imprescindible. Gracias a las termoeléctricas tenemos electricidad. Gracias a la generación distribuida, tenemos electricidad. Gracias al diésel importado, tenemos electricidad.

Pero es una verdadera lástima tener que depender del petróleo importado para tener electricidad, cuando tenemos tanta energía en Cuba. Es una lástima quemar el petróleo, aunque sea cubano, para obtener electricidad, pues en la realidad, no necesitamos quemarlo.

¡Ya todos usaremos la electricidad (e inclusive nos trasladaremos en carros eléctricos) producida con fuentes renovables de energía!

Cultura energética, Respeto ambiental





«¿Te das cuenta ahora por qué somos petroleros?» (I)

Entrevista realizada al Doctor Ing. Luis Bérriz, sobre la cantidad relativa de petróleo utilizado para la producción de electricidad.*

Por VÍCTOR LAPAZ**

—BUENOS días, profesor.

—Buenos días, Víctor. Pasa y siéntate. Mercedes te hizo café y tómate un vaso de yogurt que seguro te hace falta. ¡Veo que te conseguiste una bicicleta, muy bueno!

—Anoche lo llamé y he venido temprano precisamente por las intervenciones de los ministros de Energía y Minas y el de Economía sobre los combustibles. Parece que hay

problemas con el diésel y con el fuel. Yo lo que no entiendo es que sigamos dependiendo tanto del petróleo en el año 2023 con tantas energías renovables que tenemos en todos los lugares. Dijeron que 95 % de la electricidad depende todavía del petróleo.

Yo traje aquí un decreto-ley que fue firmado por Raúl Castro, le voy a decir enseguida... el 23 de marzo de 2017. Aquí está. Decreto-Ley 345 Del desarrollo de las

fuentes renovables y el uso eficiente de la energía. Lo más importante de este decreto es que permitía la producción de electricidad por cualquiera, no solo por la UNE. Le dejaba a la UNE el importantísimo papel de la distribución, o sea, que le llegara la electricidad a cada casa, a cada industria, a cada comercio y a cada servicio.

Fíjese, en el Artículo 15 dice:

4

Artículo 15.1. El Ministerio de Energía y Minas promueve la producción de energía por los consumidores, lo que incluye al sector residencial, a partir de la utilización de las tecnologías que aprovechen las fuentes renovables de energía para el autoabastecimiento y la venta de los excedentes al Sistema Eléctrico Nacional.

Artículo 15.2. La Unión Eléctrica compra toda la energía eléctrica generada a partir de fuentes renovables de energía, producida por los productores independientes, siempre que cumpla las normas técnicas establecidas (...)

Se entiende por productores independientes, a los efectos de lo establecido en el párrafo anterior, a aquellos productores de energía que no pertenezcan a la Unión Eléctrica.

Hace hoy seis años y medio. Yo pensé que ya todo se iba a arreglar. Pero como no pasaba nada, el Ministerio de Energía y Minas sacó el reglamento 242/2021 que en el Artículo Primero de su Resuelto dice:

Primero: La Unión Eléctrica, para el proceso de elaboración de los contratos de potencia instalada en los parques solares fotovoltaicos con las personas naturales y jurídicas, tiene en cuenta las indicaciones siguientes:

- a. Reconocer una cantidad mínima a contratar de quinientos Watt de potencia solar fotovoltaica, sin límite máximo;

- b. Que el precio de la potencia contratada depende del período de vigencia del contrato, según se describe en el Anexo Único de la presente;
- c. Garantizar la reducción del consumo mensual de electricidad de los clientes por un valor de ciento veinticinco kWh por cada kW de potencia contratada durante el período de vigencia del contrato; y
- d. Comprar la energía con la tarifa establecida para cada caso, cuando el balance neto mensual dé como resultado una entrega a la red por parte de los clientes.

Esta resolución tampoco ha dado el resultado esperado. Ya no se sabe qué se va a hacer. Solo llegamos a 5 % en la electrificación con fuentes renovables de energía. Por eso estoy aquí, para desahogarme con alguien que sé que me entiende. Déjeme decirle que los que estamos seguros de que se puede generar toda la energía eléctrica necesaria con fuentes renovables de energía, cuando se firmó el Decreto-Ley 345 pensamos que quedarían muy pocos años de apagones, pues la producción de electricidad dependería de nosotros, ya que la produciríamos solo con el sol, el viento, el agua y los residuales de las cosechas agrícolas, así como de residuales pecuarios.

—Bueno, ya te desahogaste. Ahora siéntate tranquilo.

Mira, lo que me estás planteando no es nada fácil. Desde hace muchos años estamos produciendo la electricidad con petróleo. Cuando muy pocos teníamos electricidad, antes del triunfo de la Revolución, la Empresa Cubana de Electricidad la producía con petróleo. La primera medida que toma el imperialismo para destruir la Revolución cubana es quitarle el petróleo. Una significativa medida que toma la Unión Soviética hacia Cuba es darle todo el petróleo que necesitaba. Cuando Cuba entra en el Con-

sejo de Ayuda Mutua Económica (CAME), su principal función era abastecerlo de azúcar. A cambio, Cuba recibiría todo, alimentos y principalmente petróleo. Nos convertimos hasta en exportadores del petróleo soviético que no usábamos.

Hasta que llegó el Período Especial en la década de los años 90 (ya teníamos el bloqueo imperialista). El segundo bloqueo fue del antiguo campo socialista europeo; y el tercero, el provocado por la llamada posición común de la Unión Europea hacia Cuba, lo cual representó «el puntillazo». Me acuerdo que ya algunos cubano-americanos tenían en sus casas de Miami, sus maletas preparadas.

Me estaba acordando ahora de la reunión de Río. Eso fue por el año... 1992, en junio. Para mí ese fue uno de los mejores discursos de Fidel Castro, en el cual alerta, entre otras cosas, acerca de las tendencias consumistas, despilfarradoras y contaminadoras que proliferaban y florecían en muchos países por esos años. En realidad, Cuba no contamina o lo que contamina por la quema de petróleo se compensa con la absorción del CO₂ por sus propios bosques, o sea, se puede decir que su contaminación tiende a cero. Sin embargo, vive en este mundo y el cambio climático le va a tocar y más que a otros por ser una isla y estar en una zona ciclónica. Pero se ve que Fidel habla para el bien de todos los países del mundo. Fíjate, junio de 1992. Ya había desaparecido el campo socialista europeo, pero todavía no habíamos caído en el Período Especial. Estábamos viviendo de las reservas que teníamos. Déjame decirte que yo no sé cómo todavía estamos vivos. Un triple bloqueo y míranos aquí. Sin duda alguna, el pueblo cubano es inmenso. Así pasamos todo el Período Especial. Hasta que llegó Venezuela y nos mandó todo el petróleo que nos hacía falta.

En las universidades hasta creamos la carrera de termoenergética, para enseñarles a los futuros especialistas a producir la elec-

tricidad con el vapor. Esto es lo que se da hoy en las universidades nuestras y acuérdate que en las universidades se forman hoy los especialistas de nuestro futuro.

Además, gracias a los chinos se han hecho competitivas las diferentes fuentes renovables de energía en la producción de electricidad. Eso ha sido solo en estos últimos años. Ahora se puede electrificar hasta el transporte con paneles fotovoltaicos. Pero hasta hace poco no se podía.

¿Te das cuenta ahora por qué somos petroleros? Siempre hemos producido la electricidad con petróleo. Un poquito con bagazo en los centrales azucareros y para eso, muy ineficiente; y un poquito con agua: el Hanabanilla, Piloto, y el Guaso. Unas cuantas micro presas, una insignificancia con el viento y ahora, un poquito con la radiación solar. Un total de 5 %. Con un bloqueo que «no lo brinca un chivo». Después de haber pasado una pandemia que ha acabado con medio mundo...sin financiamiento. Vienes ahora por los apagones. Si no los hubiera, ni vendrías. Ahí se ve la importancia de la electricidad.

—Pero ese es el desarrollo. Usted mismo ha planteado que lo demás es conformismo.

—Ese es el desarrollo de los países altamente contaminadores y el conformismo de los países que no tienen nada. Ni siquiera apagones, porque no tienen ni electricidad, pero no el nuestro.

No podemos dejarnos confundir, la situación de Cuba es única. Quizás sea por lo cercano que estamos de los Estados Unidos. Mira, el bloqueo ni nos ha vencido ni nos va a vencer, por muchas medidas que tomen. Pero nosotros tampoco hemos vencido al bloqueo, y tenemos que vencerlo. Por lo tanto, tenemos que cambiar.

Que hayamos dicho que Cuba casi no contamina, porque la cantidad del CO₂ que produce es casi la misma que el que sus bosques absorben, no significa que este-

mos de acuerdo con la quema del petróleo. Siempre hemos considerado que el petróleo y la hulla son minerales que la naturaleza ha elaborado durante millones de años y es una lástima quemarlos en pocos siglos. Las futuras generaciones nos tomarán como unos bárbaros, al no conservarlos como lo que son, materias primas de alto valor.

Consideramos, además, que en cualquier lugar donde se queme, el para mí mal llamado «combustible fósil», contamina igual y provoca el cambio climático, aunque el país donde se haga tenga un saldo neutro en la emisión a la atmósfera de gases de efecto invernadero. Además, nosotros tenemos la obligación de dar el ejemplo.

Mira, según mi opinión, el problema de la electricidad podemos dividirlo en dos: el estatal o público y el privado o residencial; o el no subvencionado y el subvencionado.

Vamos a empezar con el estatal, público o no subvencionado. En las entidades públicas, casi nadie quiere ahorrar, porque dicen que si ahorran, les rebajan la cuota.

Tampoco casi nadie quiere poner instalaciones que utilicen fuentes renovables de energía por el mismo motivo, porque si las ponen, les rebajan la cuota. Antes de decirte mi criterio sobre lo que debemos hacer, te voy a hacer una anécdota que me pasó a mí personalmente, así que la puedes contar sin problemas porque es verídica. Una vez voy a un laboratorio de un centro de investigaciones para hacerles una consulta sobre la absorción de la luz de diferentes pinturas. No eran todavía las 11 de la mañana. Cuando pregunté, el espectrofotómetro estaba roto. Había un frío tremendo. Los tres que estaban en el laboratorio llevaban chaqueta. Les pregunté por curiosidad por qué usaban el aire tan bajo. Me dijeron que como a las 11:00 a.m. había que apagarlo, para que durara el frío hasta las 12:00 m., ya que a esa hora abrían las ventanas y se iban a almorzar hasta la 1:00 p.m., cuando volvían a abrir el labora-

torio, pero sin aire acondicionado hasta las dos de la tarde, pues era cuando dejaban prenderlo de nuevo. Me pidieron que regresara dentro de 15 días que ya el espectrofotómetro estaría arreglado, pero que ellos tenían otros trabajos pendientes.

Efectivamente, volví a los 15 días, solo que, a las cuatro de la tarde, como me habían pedido. Allí estaba solo quien me iba a atender, el jefe del laboratorio. Me dijo que el equipo lo habían arreglado pero que no lo habían dejado bien, que se había roto de nuevo.

Ahí fue donde le dije lo mal que estaban haciendo, que, si querían ahorrar, no podían mandar a apagar los aires acondicionados de 11:00 a.m. a 2:00 p.m., que precisamente por eso estaba el espectrofotómetro roto, pues lo primero que hacía un aire acondicionado era enfriar el aire y secarlo, o sea, disminuir su humedad. Les expliqué que cuando a las 12:00 m. abrían las ventanas, entraba un aire caliente y húmedo que cuando llegaban a las placas frías de los equipos electrónicos, se condensaba el agua que traía el aire, lo cual provocaba daños en el equipo con el paso del tiempo. Sugerí, que, si querían ahorrar de verdad, lo primero que debían hacer era seleccionar los locales de los equipos y mantenerlos siempre secos; en el resto de los locales, si querían, podían apagar siempre los aires acondicionados.

Además, se debían cumplir con otras reglas de arquitectura bioclimática y Física ambiental (como siempre nos recuerdan Bruno Enríquez y Dania González). Allí se cumplían pocas, por ejemplo, los techos estaban cubiertos de mantas asfálticas. Había lugares acristalados con cortinas interiores de color oscuro. Usaban para la iluminación lámparas de luz fría de 40 W. Tenían refrigeradores dentro de locales con aire acondicionado. En algunos locales habían puesto techos falsos para disminuir su volumen de aire. En ningún lado utilizaban la ventilación natural. Por suerte habían mantenido los colores

claros tanto en las paredes exteriores como interiores.

Le dije al jefe del laboratorio todo lo que pensé que estaban haciendo mal hasta que llegó la hora de irse. El compañero que había tenido la amabilidad de atenderme, recogió algo, salimos y cerró la puerta. La sorpresa la dejaron para el final. Yo le dije que se le había quedado el aire acondicionado prendido y me respondió que no, pues el administrador le había dicho que tenían que dejar los aires acondicionados prendidos, para cumplir el plan de la electricidad, porque si no, les rebajaban la cuota.

No lo quería creer. ¿Dirigentes revolucionarios diciendo eso? ¿Despilfarro consciente y autorizado? ¡No lo podía creer!

Ahora veo por qué los centros de trabajo no quieren ahorrar, porque les rebajan la cuota. Ahora veo por qué los centros de trabajo no quieren poner nada que utilice las fuentes renovables de energía, porque les rebajan la cuota. Y si les rebajan la cuota por culpa de alguno de ellos y se quedan sin electricidad, lo botan por ineficiente.

—Eso es así. Yo vi botar a un energético de un municipio porque ahorró y después cuando le hizo falta, no la tenía. Bueno, y ¿qué proponen hacer ustedes?

—¿Qué proponemos hacer nosotros? Pues no rebajarle ni quitarle ninguna cuota a nadie, sino permitir que ese ahorro que han tenido con el aumento de la eficiencia o con el uso de las fuentes renovables de energía, lo puedan utilizar financieramente en otras cosas. Por ejemplo, si un centro de trabajo llega a ahorrar en el mes determinada cantidad (100 %), puede disponer del 60 % para invertir en fuentes renovables de energía, otro 20 % dárselo al organismo superior y 20 % restante gastarlo en lo que quiera, inclusive en el pago extra a los trabajadores. Si el ahorro de ese 60 % es poco, se puede ir guardando en el banco hasta que sea suficiente para determinada inversión.

Tú vas a ver que, si no le rebajas la cuota a nadie, la gente va a ahorrar y a invertir en sistemas fotovoltaicos, aerogeneradores y otras formas de uso de las fuentes renovables de energía.

Ahora vamos a pasar a los particulares, a la electricidad residencial o subvencionada, pues, aunque ambos problemas traten de la electricidad, los dos son muy diferentes. 🗨️

(Continúa en el próximo número).

*Académico, Presidente de Cubasolar.

E-mail: berriz@cubasolar.cu

**Periodista, miembro de Cubasolar.

E-mail: sol@cubasolar.cu

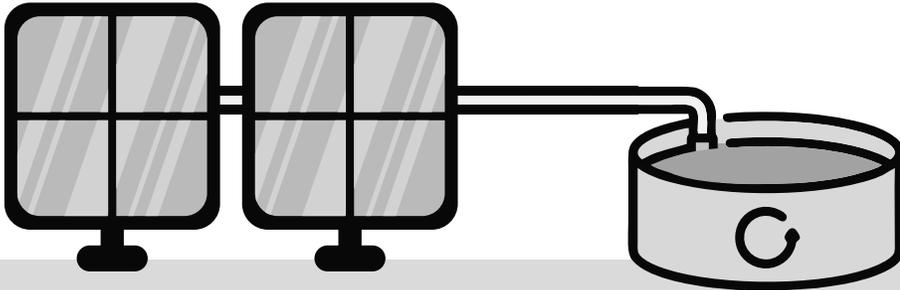


La hibridación con fuentes renovables de energía y su importancia para Cuba (IV)

Otros tipos de sistemas híbridos aplicables para Cuba

Por CONRADO MORENO FIGUEREDO*

8



EN ESTA sección trataremos el tema de otros sistemas híbridos diferentes al eólico-solar. Por supuesto que este es el más conocido y difundido en todo el mundo, pero existen otros que para Cuba resultan beneficiosos como los sistemas híbridos de biomasa con energía solar por la importancia que tiene la biomasa como fuente de energía en Cuba, principalmente la biomasa procedente de la producción de azúcar, dígame el bagazo o la paja de caña. A manera de recordatorio, en la Figura 1 se presentan las diferentes fuentes renovables de energía que se pueden encontrar en todo el mundo. En Cuba, por supuesto, las preponderantes son la solar, la eólica, la biomasa y la hidráulica, las cuales pudieran hibridarse unas con otras, unas con más posibilidades que otras como siempre ocurre. Ya vimos en el artículo anterior los sistemas híbridos eólico-fotovoltaicos. En esta oportunidad nos concentraremos en los sistemas solares-biomasa, dos fuentes de primera prioridad en nuestro país.

Como se expuso en el artículo anterior, la característica principal de la hibridación eólico-fotovoltaica es la complementariedad

de los perfiles de generación tanto diaria como anual. En la hibridación de la biomasa con la tecnología solar lo más importante no es la complementariedad sino el trabajo conjunto y armonioso para generar energía, dígame las sinergias generadas entre ambas. El resultado es superior al de cada fuente actuando aisladamente.

Como se conoce, los sistemas solares, tanto fotovoltaicos como solares térmicos, son variables durante el día con momentos de alta radiación y otros de radiación nula, lo que incide en que los factores de capacidad y rendimientos sean bajos con respecto a otras fuentes. Los sistemas basados en la combustión de la biomasa son despachables o gestionables, de igual manera que una planta térmica basada en combustibles fósiles. Su posibilidad de generación cambia por la capacidad de suministro del combustible (biomasa) o por las regulaciones establecidas con respecto al tiempo de funcionamiento. Nuestra bioeléctrica Ciro Redondo es un ejemplo de un sistema basado en la biomasa, en este caso, biomasa cañera en el primer nivel y otros recursos forestales como el marabú en el segundo nivel.

FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA



Fig. 1. Fuentes renovables de energía (FRE).

La biomasa como fuente de energía en Cuba

En Cuba coexisten varias fuentes renovables de energía que se proyectan como las más prometedoras: la biomasa cañera y no cañera, la energía solar y la eólica (Figura 1). Lo que no se discute es que la biomasa es una de las principales fuentes de energía en Cuba. La biomasa cañera tiene el primer lugar con el mayor potencial energético y hay otras que juegan un papel preponderante en la escala local y desde el punto de vista de protección del medioambiente, dígame los residuos procedentes de los bosques naturales y de los bosques energéticos creados por el hombre, además de los residuos agroindustriales y los residuos sólidos urbanos.

Esta es una solución para Cuba real y sustentable. Además de ser una FRE despachable o gestionable, disminuye la contaminación ambiental.

En nuestro país existe la posibilidad de generar electricidad empleando además de la biomasa cañera en las *bioeléctricas*, la biomasa forestal, así como los residuos agroindustriales. Estos últimos son una fuente de contaminación ambiental por lo complicado de su degradación biológica, por lo que es recomendable para la generación de electricidad por diferentes medios, como es el caso de los ciclos térmicos en la gasificación.

Tanto los residuos forestales y agrícolas como los industriales, en muchos casos pueden ser usados como fuente de energía para la producción de electricidad convirtiéndolos en biogás. En este caso se encuentran los residuos de la industria azucarera, las destilerías de alcohol y los provenientes de la cría de cerdo. Las turbinas auto derivadas o auto derivativas son las más adecuadas para trabajar simultáneamente con el sol o el viento por su flexibilidad y su posibilidad de emplear biogás como combustible en aras de alcanzar un equilibrio en el suministro o en las redes eléctricas, al poder responder rápidamente cuando otras energías renovables como la solar y la eólica no están disponibles. Estas son turbinas de gas de aeronaves existentes y son más pequeñas que las turbinas de gas industriales, se apagan y encienden con mayor flexibilidad y por tanto manejan los cambios de cargas que introducen las fuentes renovables de energía intermitentes.

Por último, existe también la posibilidad de emplear los desechos sólidos urbanos, principalmente en las capitales provinciales como en La Habana.

La generación con biomasa cañera

Desde hace 40 años (años ochenta), los centrales azucareros cubanos se sincronizaron al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) implementándose la cogeneración empleando el bagazo como combustible, de esta forma se eliminaron los quemadores de fuel-oil

que funcionaban en las calderas y se logró el autoabastecimiento de electricidad de los centrales azucareros, esto bajo la administración de la empresa Azcuba.

Las bioeléctricas surgieron como proyectos con posterioridad y son plantas dirigidas a aprovechar las potencialidades energéticas de la biomasa de la caña de azúcar, con mayor eficiencia que la que se produce en los centrales azucareros tradicionales, lo que introduce mejoras en su sistema térmico. Constituyen un programa de alto interés a nivel mundial. Estas plantas se construyen aledañas a los propios centrales azucareros.

La combustión en las bioeléctricas pasa por la selección correcta de tres elementos componentes: la caldera, la turbina y el generador de electricidad, básicamente los dos primeros. Además, otros elementos importantes en las bioeléctricas son el agua a emplear para proteger las incrustaciones en la caldera y la turbina, el pre secado de la biomasa antes de llevarla a la caldera y el marabú de los alrededores de la bioeléctrica.

Las bioeléctricas se planean que trabajen en tiempo de zafra, 150 días con bagazo y en tiempos de no zafra otros 150 días con marabú, para llegar a un total de aproximadamente 300 días al año.

La lógica indica que una bioeléctrica empleadora de la biomasa cañera pudiera hibridarse con una central termosolar o con un sistema fotovoltaico para complementar el producto final de la bioeléctrica, la electricidad.

En resumen, la bioeléctrica es una planta productora de electricidad que emplea la biomasa cañera y la biomasa forestal (marabú u otra) para producir el vapor en una caldera que combustiona biomasa. Si se constituyen sistemas híbridos biomasa – solar, la hibridación de ambas tecnologías (la biomasa y la solar) daría lugar a dos soluciones de interés:

1. la hibridación de centrales termo solares con calderas de biomasa

2. la hibridación de plantas fotovoltaicas con calderas de biomasa.

Podemos ver que los sistemas híbridos se justifican sencillamente por las ventajas y desventajas de cada fuente por separado.

1. La energía solar solo se puede aprovechar en determinadas horas del día, pero con la energía proveniente de la biomasa se alcanza una disponibilidad las 24 horas del día sin duda alguna, no exclusivamente en las horas en que existe radiación solar.
2. Porque se logra una provechosa aplicación del Decreto–Ley 345, dirigido al desarrollo de las fuentes renovables de energía impulsa el uso de estas.
3. En el caso de cualquier tipo de biomasa se crean empleos en el entorno, además, con el empleo de la biomasa forestal se evitan los incendios forestales cada vez más frecuentes.
4. La independencia económica se ve beneficiada al ser dos fuentes de energía nativas y naturales.

Veamos cada una de estas dos variantes, a las que le agregaremos los sistemas híbridos con almacenamiento y su fundamentación.

1. Hibridación de centrales termosolares con calderas de biomasa

Una central termosolar o planta térmica solar similar a una planta termoeléctrica clásica donde se emplea un combustible fósil para producir el vapor en la caldera, es igualmente una instalación industrial en la que se cambia el combustible; en este caso es la radiación solar la cual calienta el agua y, por medio de un ciclo termodinámico, se aprovecha su potencia para mover un alternador que genera electricidad a través de una turbina. Esto se logra mediante espejos parabólicos, los cuales concentran los rayos solares sobre

el fluido térmico, haciendo que este alcance temperaturas de hasta 500 y logre generar vapor suficiente para mover una turbina.

Además, las plantas termosolares pueden incorporar o no sistemas de almacenamiento térmico:

- Termosolares sin almacenamiento térmico: Su perfil de generación estaría necesariamente asociado a las horas de sol, y resultaría análogo al de las plantas fotovoltaicas sin baterías.
- Termosolares con almacenamiento térmico: Son capaces de almacenar durante horas los excedentes térmicos producidos en momentos de máxima irradiación, ya sea mediante sales fundidas, aceites térmicos o almacenamiento directo de vapor, para su posterior conversión a electricidad. El almacenamiento térmico significa calentar o enfriar un medio para usar esta energía cuando se necesite.

No obstante, en cualquier caso, las centrales termosolares requieren de altos niveles de irradiación para una operación óptima, llegando incluso a parada en días nublados; presentan ineficiencias en sus arranques y paradas y requieren una gran superficie disponible en sus emplazamientos.

Estos inconvenientes podrían ser en gran medida mitigados mediante la hibridación de las centrales termosolares con calderas de biomasa, las cuales permitirían transferir energía térmica al fluido portador de calor de la instalación que emplea la caldera de biomasa (la bioléctrica).

La hibridación con biomasa de las plantas termosolares aumentan el tiempo de operación de la planta al 150 %. De esta manera, un elemento energético no gestionable como es una planta termosolar basada en la concentración solar se transforma en gestionable, dado que la planta puede seguir produciendo en horario nocturno o en días

sin sol. Estas plantas convertidas en gestionables aseguran mayor estabilidad en el sistema y el equilibrio entre generación y consumo.

De esta forma, la instalación híbrida podría generar electricidad mediante la combustión de biomasa incluso cuando no se disponga de irradiación solar.

Entre las ventajas de esta hibridación destacan:

- Reducción de la dependencia del recurso solar.
- Reducción de las paradas producidas por la aparición de nubosidad en la instalación y mejora del rendimiento térmico mediante el sobrecalentamiento del vapor.
- Posibilidad de trabajar en régimen continuo de operación, utilizando la energía solar durante el día y la combustión de biomasa durante la noche.
- Reducción del número de arranques/paradas de la turbina de vapor, mejorando su eficiencia, alargando su vida útil.
- Reducción de los costos de mantenimiento.
- Mejora de la capacidad de gestión de la producción.

Esta no es una tecnología muy difundida y apenas comenzó hace 10 años con su primera instalación. En 2013, la compañía española Abantia Group, localizada en Barcelona, la Corporación Comsa Emte, también barcelonesa, y el Instituto Catalán de Energía, invirtieron 160 M€ para la instalación en el municipio Les Borges Blanques (Lleida) de la primera planta híbrida a nivel mundial, que combina biomasa y termosolar (colectores parabólicos). Esta planta cuenta con dos calderas de 20,5 M, una potencia de 22,5 MW y una capacidad de generación de 98 GWh/año, equivalente a 27 000 viviendas

de la zona, y supone un aporte de 24 590 toneladas anuales de dióxido de carbono.

Gracias a esta hibridación, esta planta proporciona energía las 24 horas del día al alcanzar un mayor aprovechamiento de la instalación, ya que la captación solar durante las horas de sol, mediante un colector cilíndrico parabólico, se complementa durante la noche con el funcionamiento de la caldera con biomasa.

La empresa española ENCE (Energía y Celulosa) inauguró en 2020 una instalación híbrida (termosolar y biomasa) en Puertollano. Esta central termosolar cuenta con una instalación de 90 MW, y por sí sola funciona unas 1500 horas al año; con la instalación de biomasa aumenta hasta 3800 horas/año de la instalación. Vale destacar que:

- En 2018, ENCE compró a Iberdrola el 90 % de una planta termosolar de 50 MW por 140 M€.
- En 2020, ENCE ha inaugurado una planta de biomasa colindante de 50 MW y 325 GWh/año, para la que ha invertido unos 40 M€.

Según ENCE, el potencial de hibridación de ambas tecnologías podría pasar de 68 GWh termosolares a 190 GWh de biomasa y termosolar. Además, ha manifestado la intención de hibridar otras tres plantas termosolares en Andalucía, que suman 75 MW.

2. Hibridación de fotovoltaicas con calderas de biomasa

Como se conoce, la gran desventaja de la energía solar fotovoltaica es que no es una energía constante, fluctúa durante el día mientras que por las noches no está disponible. Ya se describió una solución: los sistemas híbridos eólicos – fotovoltaicos, otra solución es la hibridación con la biomasa.

La bioeléctrica Ciro Redondo, después de muchas dificultades ya entró en operación el pasado mes de marzo. La central está proyectada para quemar bagazo de caña y

otras biomásas, como el marabú, pero un sinnúmero de dificultades vinculadas a las máquinas cosechadoras y otras relacionadas con el abastecimiento de la materia prima necesaria la ha paralizado en varias ocasiones. La planta está diseñada para producir 60 MW y ahorrar a Cuba unos 100 000 barriles de petróleo anuales. En estos momentos aporta unos 20 MW solamente.

La hibridación de biomasa con fotovoltaica se fundamenta en que la planta de biomasa, de generación gestionable, complementa a la fotovoltaica durante los periodos sin recurso solar. Es el caso de una bioeléctrica hibridada con una central fotovoltaica.

También, la inestabilidad de la bioeléctrica Ciro Redondo quizás se viera disminuida por la sinergia con la fotovoltaica, y en momentos en que el suministro de bagazo o marabú se complicara por diferentes motivos, la fotovoltaica pudiera cubrir esos baches inevitables hasta el momento. Es decir, que la comentada sinergia entre ambas fuentes entraría a trabajar positivamente.

En un análisis de las instalaciones a nivel mundial se llega a la conclusión de que en cuanto a proyectos híbridos como estos, conectados a la red eléctrica, se ha encontrado un menor número de instalaciones que de proyectos de biomasa y termosolar analizados anteriormente, para los cuales, como se ha descrito, la hibridación genera favorables sinergias. No obstante, sí se visualizan más cantidad de instalaciones híbridas con fotovoltaica para aplicaciones no conectadas a la red, destinadas al suministro de grandes consumidores industriales, o se destinan a la electrificación de zonas rurales y el abastecimiento en sistemas energéticos aislados. En estos últimos casos, para garantizar el suministro eléctrico, los sistemas híbridos suelen además emplear generadores diésel o almacenamiento como sistemas de respaldo.

Un ejemplo de hibridación eléctrica y térmica es la instalación de Cogeneración Biocen, S.A., ubicada en Burgos, España, que combina 5

MW de biomasa y 0,5 MW de fotovoltaica para satisfacer la demanda eléctrica y térmica (vapor, calor y frío) de la mayor planta de fabricación de cosméticos de L'Oréal, S.A. en España.

Con casi 2000 módulos fotovoltaicos las cubiertas de la central de cogeneración con una potencia de 500 kW eléctricos son capaces de producir la energía complementaria al sistema de cogeneración para llegar a conseguir la electricidad necesaria para la fábrica de L'Oréal.

3. Hibridación de tecnología renovable y almacenamiento

A pesar de las bondades de la hibridación, la inconstancia de las energías renovables no se erradica totalmente. Por ejemplo, pudiera suceder que en momentos determinados no haya sol ni viento y el suministro de energía se detendría. En este caso, como se conoce el almacenamiento ayuda a flexibilizar uno de los principales obstáculos de las fuentes renovables de energía, la intermitencia de generación a que están sujetas. Los sistemas de almacenamiento son fundamentales para

el futuro de las energías renovables. Como se ha descrito previamente, el perfil de generación de las tecnologías renovables como la eólica o la solar fotovoltaica depende de la disponibilidad del recurso natural no gestionable. Por el contrario, los sistemas de almacenamiento, aunque dependen de la generación renovable en su carga, son completamente gestionables en su descarga.

En consecuencia, al hibridar una o varias tecnologías renovables con una tecnología de almacenamiento, no solo se adquiere capacidad de gestión de la instalación, sino que también se incrementa su eficiencia, se aplanan su perfil de generación y se maximiza el aprovechamiento del recurso natural, pudiendo desplazar los excedentes de generación de momentos de máxima disponibilidad de recurso y baja demanda, a momentos de pico de demanda y escasa disponibilidad de recurso. En la Figura 2 se puede ver el comportamiento de la solar fotovoltaica cuando se emplea un sistema de almacenamiento. El fenómeno descrito anteriormente se puede observar en esta figura. 

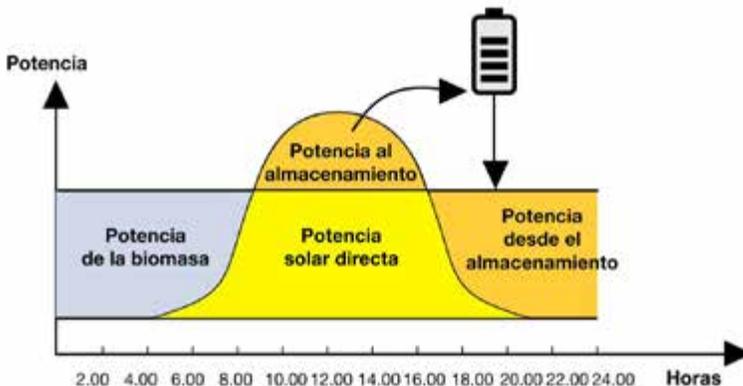


Fig. 2. Desplazamiento de la generación fotovoltaica mediante almacenamiento.

*Doctor en Ciencias, Vicepresidente de Mérito de la Asociación Mundial de Energía Eólica (WWEA). Miembro de la Junta Directiva Nacional Cubasolar. Profesor de Honor, Cujae. Centro de Estudios de Tecnologías

Energéticas Renovables (Ceter), Universidad Tecnológica de La Habana José A. Echeverría (Cujae).

E-mail: conradomor2014@gmail.com

Y se hizo la luz...blanca

*Cada paso hacia la iluminación:
un avance de la ciencia y la tecnología*

Por AUGUSTO A. IRIBARREN ALFONSO*

14



LA NECESIDAD del hombre de iluminarse en condiciones de oscuridad ha hecho que emplee técnicas que le permitan lograrlo. Primero fue mediante el fuego, que se desarrolló al uso de lámparas de aceite y otros combustibles, velas, etc. Con el advenimiento de la electricidad se usaron dispositivos incandescentes y luego la luminiscencia. Cada paso en la iluminación era un avance, pero la eficacia de cada nuevo invento, aunque mejoraba, era baja. A finales del siglo xx se comenzaron los trabajos sobre los diodos emisores de luz (LED) azul que se concretaron en dispositivos eficaces, eficientes y de alta emisión en este siglo xxi y que están basados en GaN y otros compuestos III-V relaciona-

dos. Estos diodos usados como medios de excitación de un fósforo permitieron que la mezcla aditiva de colores emitidos por el LED azul y la luminiscencia del fósforo sea luz blanca. En este trabajo se describen los fundamentos de los diodos, dispositivos primarios que permitieron la aparición de los diodos emisores de luz de colores en el visible, el infrarrojo y el ultravioleta, y que son dispositivos de donde se derivó el logro de LED azules. También se describe qué son los fósforos y cómo su combinación con los LED azules en un mismo dispositivo ha resultado en luz blanca intensa, de alta calidad, alta eficacia y eficiencia y bajo consumo de energía.

Para obtener luz debe ser suministrada otra forma de energía. Existen dos formas comunes de obtener luz: la *incandescencia* y la *luminiscencia*. La eficacia de lo que produce luz se mide por la relación entre el flujo luminoso que da la fuente de luz que se da en lumen (lm) y la potencia consumida que se da en watt (W), o sea, la eficacia se da en lm/W.

En sus comienzos el hombre empleó solo la incandescencia que se manifestó directamente con el fuego, mediante la combustión de diversos materiales como fogatas y teas con madera, velas, lámparas de aceite o gas, quinqués, etc. Sin embargo, aunque estos artefactos por combustión fueron mejorando y cada vez parecían un gran paso, la eficacia y calidad de la iluminación era muy baja. Una antorcha, una vela o una lámpara de aceite poseen una eficacia tan baja como

0,5 lm/W o menos. Una lámpara de queroseno que surgió en el siglo XVII puede tener una eficacia de alrededor de 10 lm/W.

Luego apareció, o se empezó a producir y aprovechar, la electricidad, y llegaron las bombillas eléctricas que también tuvieron mejoras. Pero las bombillas eléctricas trabajan por incandescencia de un filamento metálico, que se calienta al paso de la corriente eléctrica. Sin embargo, la luz que emiten estas bombillas tiene un componente visible, aunque también tiene un componente muy alto de radiación infrarroja que llega al 90 % que no es útil a la iluminación, genera calor y por tanto es energía desperdiciada. Así resulta que su eficacia, aunque es mejor que en la combustión, también es relativamente baja y está en alrededor de 16 lm/W.

No es hasta el segundo cuarto del siglo XX que se empezó a aprovechar la otra forma de iluminación, la *luminiscencia*. La *luminiscencia* ocurre cuando determinados materiales absorben energía de distintos tipos y parte de esta energía es emitida en forma de luz. Este fenómeno está basado en transiciones ópticas de un electrón excitado en la banda de conducción que posee mayor energía hacia la banda de valencia, o a niveles de energía intermedios en la banda prohibida que poseen menor energía. La diferencia entre energías es la que determina la luz que se emite. Como no interviene el calor para producirla, la luminiscencia es llamada también *luz fría* y es el

principio de las lámparas fluorescentes. Estas funcionan a partir de la excitación de una fina capa de una sustancia llamada fósforo (y no confundir con el elemento fósforo con símbolo P) que recubre el interior del tubo, por la radiación ultravioleta proveniente de la ionización de gas de mercurio a baja presión dentro del tubo. La eficacia de las lámparas fluorescentes es de 50 a 100 lm/W.

Los diodos

Los semiconductores son materiales que poseen un ancho energético de la banda prohibida E_g , llamado usualmente gap, entre el tope de la banda de valencia y el fondo de la banda de conducción en un rango aproximado entre 0,5 eV y 4 eV, aunque puede extenderse algo más. Este rango incluye la región de luz visible que está entre 1,65 eV para el rojo y 3,25 eV para el violeta. Se pueden preparar semiconductores en que haya abundancia de electrones cuasilibres que se denominan *tipo n*, aunque se mantenga el equilibrio electrónico. Para ello solo es necesario introducir un elemento o impureza que posea más electrones que los que se aparearían en el semiconductor. Si se introduce una impureza que posea menos electrones de los que se aparean quedaría un enlace sin satisfacer, o sea, un hueco. Los semiconductores que poseen exceso de huecos se denominan *tipo p*. La Fig. 1a bosqueja ambos tipos de semiconductores.

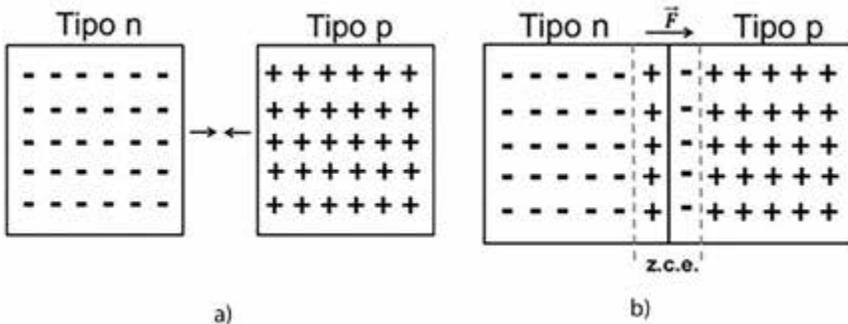


Fig. 1. Esquema de dos semiconductores tipo n y p separados y su exceso propio de portadores de carga, electrones (-) y huecos (+) (a) y de ambos semiconductores unidos (b).

Si se unen ambos tipos de semiconductores, los portadores de carga en exceso, surge la *unión p-n*. En ese caso ocurre un desequilibrio local de cargas en la unión debido a la difusión de las respectivas cargas hacia el material que es deficitario de ellas, lo que induce la aparición de un campo eléctrico en sentido contrario a la difusión de las cargas. Este campo eléctrico aumenta mientras más portadores se difunden hasta que es tan alto que detiene la difusión de las cargas, como se ilustra en la Fig. 1b. Esta región de la unión p-n con cargas contrarias a las correspondientes al tipo de material se denomina zona de carga espacial (z.c.e.). Así se ha creado un diodo que constituye uno de los principales logros de la inventiva humana de mediados del siglo xx y es la base de toda la tecnología de la electrónica anterior y actual.

Desde el punto de vista energético el equilibrio de ambos materiales ocasiona que se forme un escalón de energía entre la parte tipo p y la tipo n como se representa en la Figura 2. Un electrón en la parte tipo n no puede por sí solo vencer el escalón de

energía para llegar a la parte tipo p. Igual ocurre con los huecos de la parte tipo p hacia la tipo n.

Los diodos emisores de luz

En la banda de conducción de un diodo se pueden inyectar electrones. Eso se logra mediante la denominada polarización directa, o sea, aplicando una tensión positiva a la parte tipo p y negativa a la parte n. En la polarización directa el escalón energético disminuye. Así los electrones pueden adentrarse más en la zona de carga espacial desde la parte tipo n y lo mismo ocurre con los huecos desde la parte tipo p. A determinada tensión eléctrica los electrones y los huecos llegan a encontrarse en la misma posición física por lo que se favorece la recombinación del electrón hacia el hueco como se muestra en la Figura 3. De esa manera los electrones pierden el exceso de energía que traen en forma de radiación o luz. Esta forma de luminiscencia a partir de la inyección de portadores de carga se denomina electroluminiscencia y el dispo-

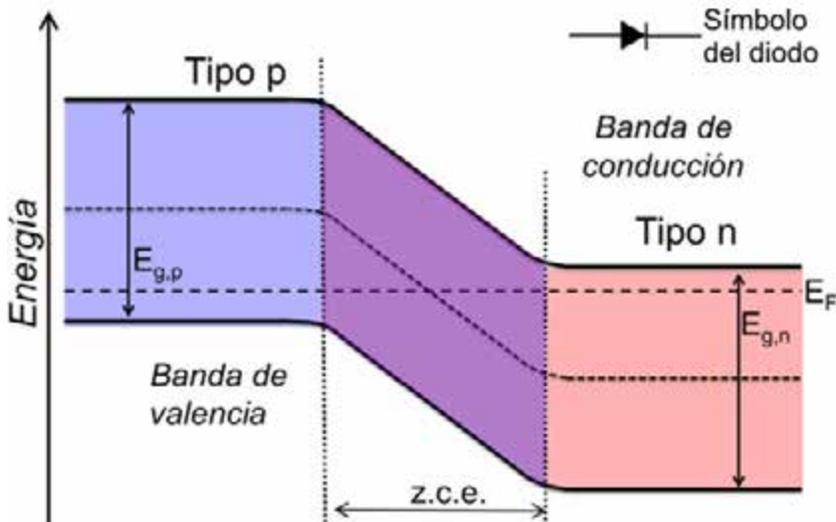


Fig. 2. Diagrama de bandas de una unión p-n. $E_{g,p}$ y $E_{g,n}$ son los anchos de energía de la banda prohibida de las partes p y n.

sitivo se denomina diodos emisores de luz (LED por sus siglas de Light Emitting Diode). En la práctica los LED son algo más complejos para aumentar su eficiencia de emisión.

Como la energía que pierde el electrón al recombinarse depende de la energía del gap del material, la luz es de una energía $h\nu \leq E_g$, dada usualmente en eV, o su equivalente en longitud de onda λ , dada en nm, o sea, los LED pueden emitir en una sola energía o longitud de onda y si es en la región visible en un color específico. La Tabla 1 muestra los principales materiales de las zonas activas de los LED y su emisión. Estos LED tienen su principal uso como indicadores y se aprecian en cualquier equipo electrodoméstico, pero también se utilizan en combinación con otros dispositivos y pueden servir como optoacopladores, contadores, etc.

Dado que el blanco es la adición de todos los colores, un LED individual no puede emitir luz blanca. Según el sistema RGB el blanco está formado por los colores rojo, verde y azul y una posible solución ya empleada es el uso de tres LED de esos colores. Pero esta

es una variante costosa que introduce dificultades tecnológicas adicionales. Entonces, para lograr un dispositivo que alumbrase con luz blanca y con altas eficacia y eficiencia se buscó otra variante.

Tabla 1. Materiales con que se construyen los LED de diferentes colores

Color de emisión	Materiales
Infrarrojo 	GaAs, AlGaAs
Rojo al amarillo 	AlGaAs, GaAsP, AlGaInP, GaP
Verde 	GaP, AlGaInP, AlGaP, InGaN/GaN
Azul al UV cercano 	ZnSe, InGaN, AlN, AlGaIn, AlGaInN

Los LED azules

Los LED azules y ultravioletas de altas eficacia y eficiencia son una inventiva de este siglo XXI. «Por la invención de diodos

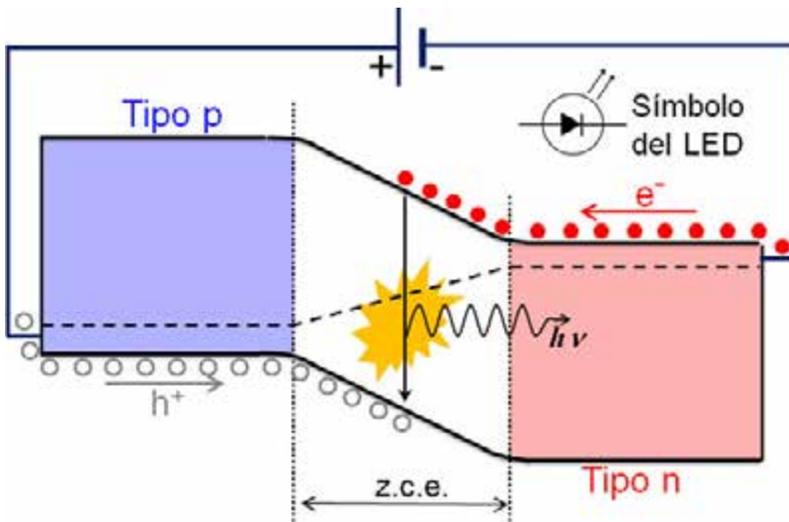


Fig. 3. Esquema del proceso de recombinación de portadores de carga inyectados y emisión de luz.

emisores de luz azul eficientes que ha posibilitado fuentes de luz blanca ahorrativas y brillantes» recibieron en 2014 el Premio Nobel de Física los investigadores Isamu Akasaki, Hiroshi Amano y Shuji Nakamura. La Figura 4 muestra un esquema de un LED azul polarizado en directa. El semiconductor que hace la zona activa es el $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ tipo p con gap de 2.8 eV (≈ 450 nm) que es la energía del color azul. En el LED la zona activa de $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ está flanqueada por AlGaIn y GaN que poseen gaps de 3.4 eV ($\lambda \approx 365$ nm) para el GaN y 6.2 eV ($\lambda \approx 200$ nm) para el AlN y tienen las funciones de conducción eléctrica y de confinar las cargas eléctricas en la zona activa donde se recombinan produciendo la emisión azul. Son estos LED azules los que han hecho posible la iluminación blanca de altas eficacia, eficiencia y calidad y bajo consumo energético. Para ello los LED azules se han combinado con fósforos.

Los fósforos

Los fósforos son compuestos que exhiben luminiscencia bajo la acción de una radiación electromagnética, principalmente radiación de alta energía como del azul al ultravioleta.

Estos compuestos están basados en sulfuros, sulfatos, fosfatos, silicatos, aluminatos, vanadatos y otros aniones en sales de metales incluyendo las tierras raras. Ellos han tenido diversos usos como los tubos de rayos catódicos (CRT por sus siglas en inglés) en osciloscopios y monitores monocromos en color verde, televisores antiguos en blanco y negro, pantallas antiguas, lámparas de mercurio y otros.

En iluminación resaltaban hasta hace muy poco las lámparas fluorescentes y las lámparas fluorescentes compactas que usan fósforos de la manera que se explicó antes. Las lámparas fluorescentes más recientes utilizan una mezcla de fosfato y tungsteno con tierras raras que poseen bandas de emisión distribuidas en el espectro de la luz visible y dan buena calidad de iluminación.

Uno de estos fósforos es el $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$, también denominado YAG:Ce (de las siglas de *yttrium aluminium garnet*) que tiene luminiscencia en parte del rango visible bajo la acción de luz azul. Es el YAG:Ce el fósforo que actualmente se usa en combinación con los LED azules para producir luz blanca, aunque se estudian otros fósforos.

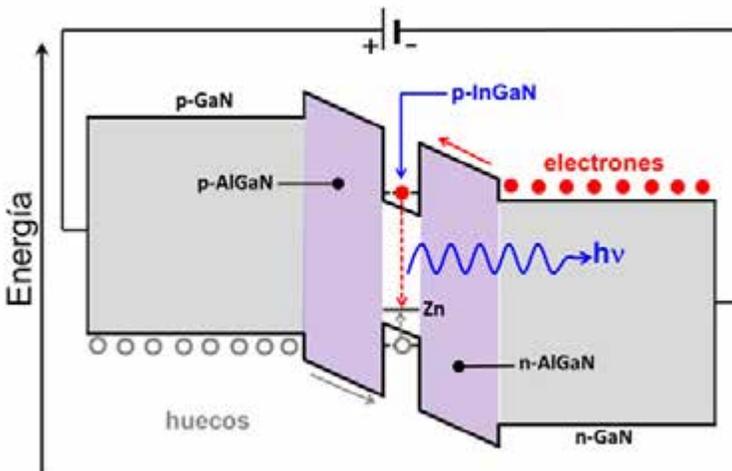


Fig. 4. Esquema de un LED azul.

La luz blanca

Un esquema de un dispositivo emisor de luz blanca con LED se representa en la Figura 5a, donde se ilustra que el fósforo YAG:Ce, de color amarillo, se dispersa en un compuesto transparente que se sitúa sobre el LED. El espectro de emisión combinado del LED azul

centrado en los 450 nm y el fósforo que se observa en longitudes de onda mayores que esa corresponde a la respuesta luminiscente del YAG:Ce, se muestra en la Figura 5b. La eficacia de emisión de una lámpara LED de emisión blanca llega a los 300 lm/W. La Figura 6 muestra el interior de una lámpara LED

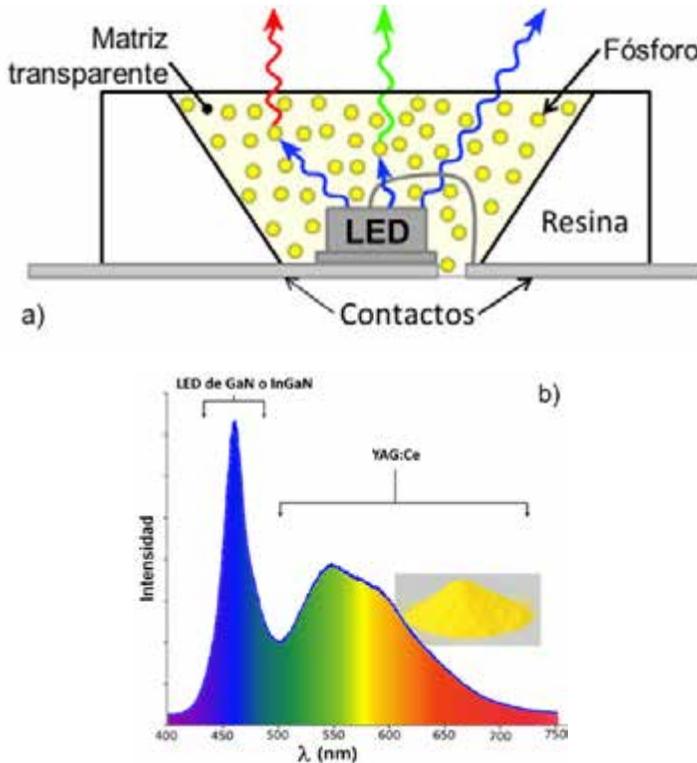


Fig. 5. Esquema de un dispositivo emisor de luz blanca con un diodo de luz azul y un fósforo (a) y espectro de emisión combinado del LED y el fósforo (b).



Fig. 6. Interior de una lámpara LED y ampliaciones de las vistas superior y lateral de los dispositivos que la componen. A la derecha se muestran otros dispositivos que usan iluminación LED.

de tubo, además de un acercamiento a uno de los dispositivos LED de iluminación que la componen. También se muestran imágenes de otros dispositivos LED blancos.

El ahorro, las ventajas y las desventajas

Una comparación de los dispositivos LED de luz blanca con sus antecesoras, las lámparas fluorescentes, permite valorar el alcance de los primeros. En cuanto a tiempo de trabajo, las lámparas LED pueden tener una duración que ronda las 50 000 horas que es equivalente a más de 5 años encendidas ininterrumpidamente, mientras que las lámparas fluorescentes alcanzan solo 10 000 a 20 000 horas. Técnicamente y de instalación las lámparas fluorescentes tienen la gran desventaja de necesitar un balastro electrónico, mientras que las lámparas LED operan sin él. Por otra parte, la cubierta o tubo de una lámpara LED es plástica, lo que le confiere menos fragilidad y peso, además de no requerir hermeticidad, ni usar gases de mercurio como las fluorescentes. En cuanto

al consumo, por ejemplo, una lámpara fluorescente de tubo mediana T8 consume 20 W, mientras que una lámpara LED T8 del mismo tamaño consume solo 9 W, o sea, menos de la mitad y su iluminación es bastante mejor. En dispositivos portátiles, como linternas, el bajo consumo de los dispositivos LED le permite mucho mayor tiempo de uso por mayor tiempo de duración de la carga de las baterías y una iluminación muy alta. La mayor desventaja de las lámparas LED en la actualidad es su precio.

La iluminación blanca LED ha tenido otros usos aparte de la propia iluminación. Entre ellos está su uso en los invertidores en que al imitar la luz solar ayudan a la fotosíntesis o en la retroiluminación o *backlight* de las pantallas actuales. ☺

* Doctor en Ciencias Físicas, Investigador Titular. Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales, Universidad de La Habana.

E-mails: a_iribarren@yahoo.com, augusto.iribarren@gmail.com



ECO SOLAR

**REVISTA CIENTÍFICA
DE LAS FUENTES
RENOVABLES
DE ENERGÍA**



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

Mejoras en la estimación de las sostenibilidades de la generación eléctrica en Cuba

Improvement on Estersability Estimation of Power Generation in Cuba

E. Oscar Wismann-Rodríguez
Centro de Estudios en la Información y Desarrollo de la Energía (CIDE/INTE)
Instituto Nacional de Energía, Epistemología y Metodología (INTE)

Resumen
Determinar la importancia de la determinación de las sostenibilidades de las fuentes de energía es un reto que se debe enfrentar en el mundo actual. El objetivo de este artículo es mejorar la estimación de las sostenibilidades de las fuentes de energía renovables y contribuir a mejorar el desarrollo sostenible. Actualmente, en muchos países se ha utilizado el método de la estimación de las sostenibilidades de las fuentes de energía renovables y se han obtenido resultados satisfactorios, no obstante, se requiere de un método más preciso y que permita la estimación de las sostenibilidades de las fuentes de energía renovables para el desarrollo sostenible.

El objetivo de este trabajo es la estimación de las sostenibilidades de la generación eléctrica en Cuba para los casos de energía renovable y se obtienen los datos de las fuentes de energía renovable en la estimación de las sostenibilidades de las fuentes de energía renovable y se obtienen los resultados satisfactorios, no obstante, se requiere de un método más preciso y que permita la estimación de las sostenibilidades de las fuentes de energía renovable para el desarrollo sostenible.

Palabras clave: El desarrollo, sostenibilidad, generación eléctrica.

Abstract
Determination of the sustainability of renewable energy sources is a challenge in the world. The objective of this article is to improve the estimation of the sustainability of renewable energy sources and contribute to the development of sustainable. Currently, in many countries the method of the estimation of the sustainability of renewable energy sources has been used and satisfactory results have been obtained, however, a more accurate method is required that allows the estimation of the sustainability of renewable energy sources for sustainable development.

The objective of this work is the estimation of the sustainability of the electricity generation in Cuba for the cases of renewable energy and the data of the renewable energy sources in the estimation of the sustainability of renewable energy sources and the results are satisfactory, however, a more accurate method is required that allows the estimation of the sustainability of renewable energy sources for sustainable development.

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

VERBO Y ENERGÍA

*La inmutable armonía
de la naturaleza...*

Por JORGE SANTAMARINA GUERRA*

También

LA INMUTABLE armonía de la naturaleza esconde, tras su pátina a veces apacible, la continua, despiadada lucha por sobrevivir. En ello radica su perpetuo equilibrio. Todos matan y todos finalmente sucumben, todos. Animales contra animales y plantas, y estas inclusive contra otras plantas. Es un eterno matar y morir, la vida. La apacible escena pastoril es solo una imagen humana, virtual, no real. La serena belleza de un jardín, colorido e inocente, o inclusive lírico como se le ha llegado a mimar, es solo otra apariencia. Por minúsculo que sea, todo escenario natural es un coliseo de feroces enfrentamientos con la mano del César siempre vuelta hacia abajo. Con

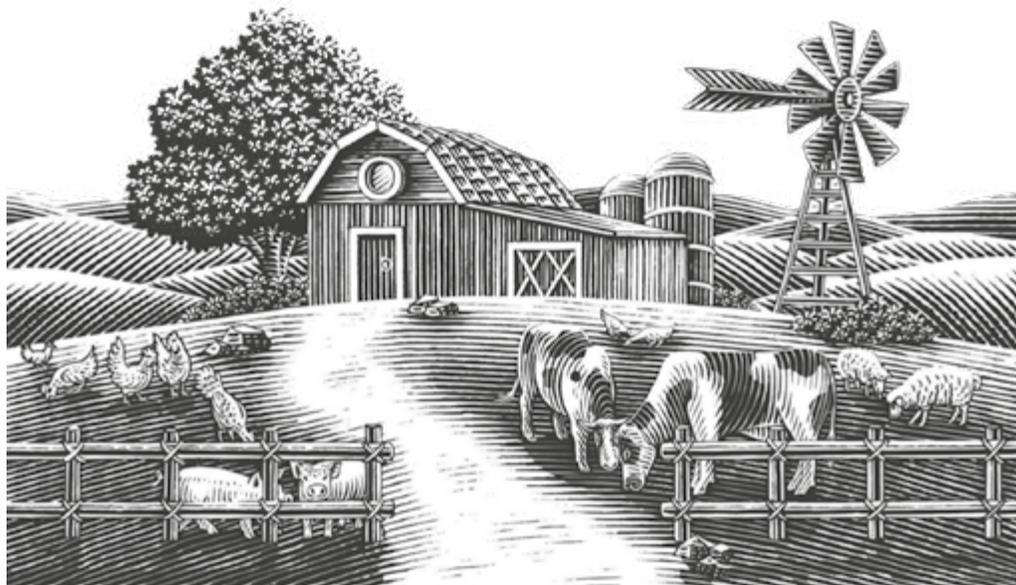
sus árboles y sus frutos, con sus fantasmas y hasta con su poesía, La Finca Isla también lo es.

Gallinas

Con la mejor intención y al parecer con buen juicio, me recomendaron que las dos ocas recién llegadas a La Finca Isla, y los dos patos, no los mantuviera junto con las gallinas. Separados, todas las hembras pondrán más huevos y lograrán mayores crías. Sin embargo, pasé por alto la sugerencia; además, ya para ese momento yo había advertido que las ocas y los patos afinaban sus respectivas personalidades en medio del predominio pollero y continuaban siendo orgullosas ocas y patos, sin alterar sus vidas y conservando hasta sus manías. También hay personas así, que aún inmersas en el más apabullante gallinero que les depare la vida logran seguir siendo tozudamente lo que son; mientras que otras, por el contrario, creo que muchas, dejan amodorrar sus espíritus en cualquier pollero del camino, y allí se acomodan a ser, sencillamente, gallinas. 🐔

*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



Mujer y Energía

Utilidad de la virtud



Nombres y apellidos:
Mirella del Carmen Pérez Pérez

Lugar de nacimiento:
La Ferrolana, La Sierpe, Sancti Spiritus

Estudios alcanzados:
9^{no} grado

Ocupación actual:
Campesina

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

—Nací y crecí amando la tierra; mis aportes han sido desde mi infancia haber vivido en el campo y producir alimentos sanos, sobre todo la cría de animales que me llena tanto de satisfacción y alegría,

primero con mis padres y hermanos y luego con mis hijos, mi esposo y mi nieta. Somos defensores de la importancia de proteger y conservar el medioambiente como nuestra mayor fuente de riqueza, de la agricultura campesina por su sabiduría ancestral acumulada, y de las posibilidades que da hacer uso de los recursos que tenemos todos a la mano para obtener productos que dan vida.

Vivimos en una finca con alto potencial, desde hace muchos años tenemos nuestro molino de viento que nos abastece de agua la vivienda y para dar de tomar al ganado; también instalaremos un ariete hidráulico con el apoyo de la Finca del Medio, vecina nuestra. Próximamente podremos disfrutar de la energía fotovoltaica para mejorar nuestra eficiencia energética, a partir del apoyo del proyecto Biomas Cuba con un sistema fotovoltaico para alumbrado de

la vivienda y con otro sistema de riego fotovoltaico que nos facilitará el proyecto CLIM@S «Creación de capacidades para la resiliencia climática y la agroenergía desde el liderazgo de las mujeres en el municipio Taguasco» para producir, sobre todo plantas oleaginosas y aceites comestibles, a partir de un proceso también de transición agroecológica.

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

—Yo logro el balance entre mi trabajo y la responsabilidad con mi familia planificando cada día mis actividades, de forma tal que pueda atender ambas cosas sin descuidar ni lo uno ni lo otro, también motivando a mi familia a que participen activamente en los cuidados del hogar y la finca, y que todos podamos sentir responsabilidad y motivación al hacerlo en conjunto.

— **¿Qué obstáculos has tenido que superar?**

Son muchos los obstáculos que como familia tenemos que superar cada día. La situación económica y la escasa disponibilidad de recursos para poder producir alimentos y hacer vida en el campo es crítica, por eso consideramos que el enfoque agroecológico realmente puede ayudarnos a hacer más eficientes los recursos de que disponemos, pero siguen siendo necesarios recursos e infraestructura, tecnologías apropiadas e incentivos de diversa índole; es por eso que el apoyo desde su posibilidad en lo local puede favorecer que tanto nosotros como otras familias campesinas puedan sentir el estímulo de hacer las cosas diferentes y mejor para todos.

— **Principales satisfacciones...**

Mi principal satisfacción es ver a mi familia feliz, ver a mis animales prosperar y mis plantas crecer en el campo con salud y vigor.

— **¿Qué te gusta hacer en casa?**



—Me gusta cocinar y tender unos cordeles de ropa hervida y con buen olor.

— **¿Tus entretenimientos favoritos?**

—Mis entretenimientos favoritos son sentarme en mi portal y disfrutar de una rica taza de café, ver a mi nieta jugar y ser feliz a mi lado y respirar el aire mañanero.

— **Alguna anécdota relacionada con tu papel de género...**

—Por ser mujer me siento realizada en mi papel como campesina, sin pensar que no puedo hacer algo por ser mujer, sino lo contrario, que siempre se puede.

— **Palabra favorita...**

—Mis palabras favoritas son paz y amor.

— **Palabra que rechazas...**

—No puedo.

— **Lo que más amas...**

—Lo que más amo es a mi familia y mi vida natural y tranquila.

— **Lo que aborreces...**

—Aborrezco a las personas que obstaculizan tus ideas.

— **¿Qué otra ocupación hubieses querido realizar?**

—Hubiese querido ser costurera.

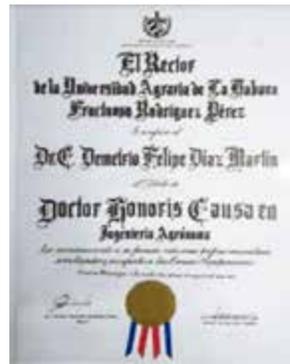
— **Algún consejo...**

—Nunca digas no puedo, sigue adelante, el que siembra recoge.👍

Reconocimiento al Dr. C. Demetrio Felipe Díaz Martín



RECIENTEMENTE el Dr. C. Demetrio Felipe Díaz Martín, Ingeniero Agrónomo y Dr. C. Agrícolas, Profesor Titular y Consultante Profesor de Mérito ha recibido dos altos galardones en actos solemnes: La Orden Lázaro Peña de Primer Grado, en El Laguito, La Habana, el 27 de Abril de 2023, y el Título de Doctor Honoris Causa, en la Plaza América, Varadero, el 05 de Junio de 2023. Desde Cubasolar, lleguen al profesor Demetrio nuestras más sinceras, merecidas y cálidas felicitaciones por los honores recibidos.



PRINCIPALES ASPECTOS DE SU LOABLE TRAYECTORIA

Fundador de la Delegación Provincial de la Sociedad Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (Cubasolar) en Mayabeque y su presidente durante ocho años.

Coordinador del Grupo de Energía Alternativa y de la Sublínea de Investigación sobre Energías Renovables en la Agricultura.

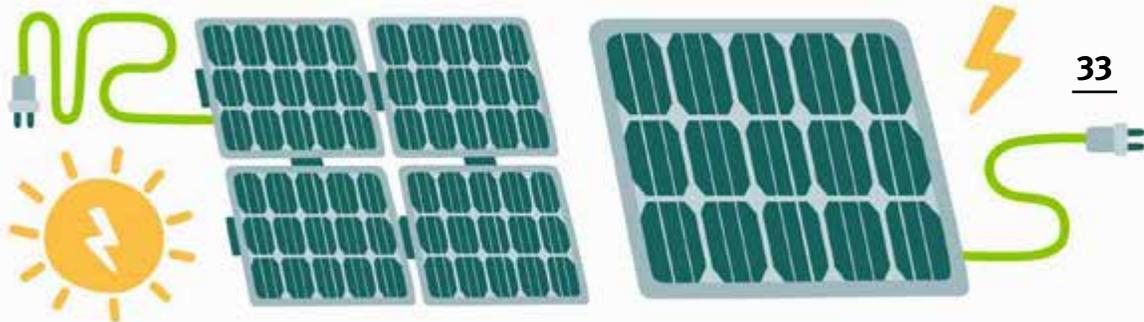
Presidente de la Comisión Nacional de la carrera de Ingeniería en Procesos Agroindustriales.

Profesor de la Asignatura Fuentes Energéticas, para Ingenieros Agrícolas, en la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez.

Municipio solar (II)

La matriz energética como elemento clave

Por OSNALDO M. CASAS VALDÉS*



EN ESTA parte II de la serie de artículos que dedicamos al Municipio solar, nos detendremos en los aspectos relacionados con la estructuración del plan para implementar esta estrategia dirigida al ahorro y aprovechamiento de la energía en las localidades.

Deben estructurarse tres etapas principales:

- Análisis, estudios y selección de las localidades.
- Preparación de las localidades y áreas, así como de los recursos.
- Ejecución de las actividades y tareas.

Para alcanzar el objetivo del Municipio solar se requiere realizar un estudio detallado y profundo de todos y cada uno de los consejos populares y barrios del territorio, donde se tomarán en cuenta, entre otros, los aspectos siguientes:

- Desarrollo económico y comercial
- Situación financiera

- Posibilidades de inversiones y crecimiento
- Estado social y nivel de vida
- Condiciones físico-geográficas
- Estado del sistema eléctrico

Una vez que se cuente con toda la información, se debe realizar un proceso de debate y análisis por la Asamblea Municipal del Poder Popular (AMPP), con el objetivo de determinar cuáles serán los consejos populares o barrios que iniciarían la transformación de su matriz energética. Algo muy importante a tomar en consideración es que el proceso para alcanzar el Municipio solar debe ser gradual y progresivo, según las posibilidades y condiciones reales existentes en el territorio.

Por tanto, el plan comprende:

- Selección de los territorios (localidad, barrio, consejo popular, uno o varios) que iniciarán la transformación.
- Estudios de factibilidad económica y de infraestructura.

- Preparación de las autoridades y ejecutores, así como de los posibles inversionistas.
- Crear las condiciones a partir de las obras a realizar y de las características del lugar.
- Involucrar a todas las formas de gestión y actores económicos, así como a la población en general.
- Establecer cronograma de trabajo para cada etapa y por tarea.
- Coordinación y organización de los recursos (incluye las negociaciones y gestión para acceder a estos).

Pretender abarcar todo el municipio en una primera etapa no sería viable, conllevaría a malgastar recursos financieros y materiales, a la vez que abortaría el fin de lograr la soberanía energética del territorio, lo que haría más costoso el proyecto.

Cada análisis que se realice debe considerar la factibilidad económica, centrado en el costo-beneficio, realizar estudios a mediano y largo plazos, con lo cual se pueda determinar la rentabilidad y sustentabilidad a partir del ahorro que genere el empleo de las energías renovables y de los aportes al bienestar social y el desarrollo económico del país.

Como en todo proceso, se debe ir evaluando sistemáticamente cada etapa y actividad del plan (en todo momento se deben considerar los gastos), y acometer los ajustes que de dicha evaluación se deriven.

Se precisa dar pasos que encaminen a nuevos proyectos e ideas con enfoques novedosos, alejados de sistemas trillados que nos llevan siempre al mismo lugar. Cada escalón debe ser superior, a fin de alcanzar los objetivos trazados.

Para explicar con un ejemplo y que se entienda mejor el sentido de lo expresado en el párrafo anterior, el país cuenta en estos momentos con alrededor de 72 parques solares, con una potencia total de aproximadamente

226 MW pico, como promedio; cada uno genera 3,2 MW pico, todos sincronizados al sistema electro-energético nacional. En este sentido se diluyen sin que su repercusión sea perceptible en la población, es decir, los kWh que producen no se les ve su beneficio de forma palpable.

Consideremos que estos 72 parques solares, con una generación de 226 MWp son equivalentes a una pequeña central termoeléctrica igual a las que contamos, o al menos a una de las unidades generadoras de las plantas termoeléctricas más grandes.

¿Por qué no se nota entonces la sustitución cuando una o varias de estas últimas se ven afectadas por roturas y averías?

Se acometen muchos proyectos con energía solar, algunos de gran importancia e impacto, pero a mi modesto juicio aislados y por lo general en instituciones estatales, donde incluso, cuando hay verdaderos y beneficiosos resultados, siguen sin causar el efecto que se necesita en la vida cotidiana de la comunidad, del municipio.

Para nada planteamos eliminar dichos proyectos, algunos con una verdadera carga de humanismo y justicia social, como es el caso de la electrificación de las poblaciones de las montañas que aún no poseen energía eléctrica. De lo que se trata es de aunar y concentrar esfuerzos y recursos para crear un proyecto abarcador y extensivo enmarcado en una comunidad (el municipio), que se constituya en experimento y tribute al desarrollo local. Desde esta iniciativa puntual se obtendrían las experiencias para perfeccionar y crear la verdadera matriz energética que se requiere.

Con la energía solar podríamos lograr un municipio en condiciones de brindar un estándar y calidad de vida de su comunidad muy elevada, cercana a la que aspiramos. Se contaría con un sistema energético capaz de suministrar toda y un poco más de la energía que se requiere para el funcionamiento de este territorio y por tanto

contribuiría significativamente a su desarrollo y evolución.

Sin ser apasionado, considero que sobre la base de un proyecto integrador y bien articulado estamos en condiciones de alcanzar el objetivo de contar con al menos un consejo popular o dos solarizados, en un determinado municipio, en el plazo de unos siete años, es decir para 2030, para de ahí comenzar el despegue hacia el municipio y luego hacia la provincia solar.

Se puede, a mi juicio y de forma escalonada, extender el experimento y proyecto a varios municipios, incluso con diferentes características y con una vida económica diferente, de manera que permita evaluar realmente los resultados del uso de estas energías en las comunidades. Dicha evaluación sería una guía para crear estrategias que permitan el financiamiento y la obtención de los recursos y todas las vías que permitan esto.

Un Municipio solar debe contar con sus edificios públicos (gobierno, partido, administración, organizaciones de masas y otros) electrificados por medio de la energía solar, así como el uso de las energías térmica y luminosa solar para muchas de sus actividades. Estas variantes serían utilizadas también por las escuelas en sus diferentes niveles y estructuras, incluso cuando en estas instituciones se encuentre personal

interno o seminterno contará con calentadores solares de agua.

En este sentido y con el objetivo de aprovechar al máximo las energías luminosa y térmica, se requiere cambiar incluso aspectos de la arquitectura de las nuevas construcciones y de las ya existentes. La recomendación que hacemos es ampliar las áreas de ventanales y utilizar cristal, de tal forma que la iluminación sea efectiva y natural en su interior, así como la instalación de sistemas de calentadores solares, el empleo de la aerotermia y de luminarias de alta eficiencia como las LED, lo que incidirá de forma significativa en el ahorro.

Se usaría la energía solar también en las instituciones de la salud pública, hospitales, policlínicos, consultorios, red de farmacias, instalaciones sociales en general y de servicios, establecimientos comerciales, industriales y productivos, tanto de gestión estatal como no, por lo que es necesario mostrar las ventajas y beneficios de las energías renovables.

La energía térmica no solo se emplearía en calentadores de agua, hay que extender su uso a la generación de vapor y otros servicios incluida la generación de electricidad, que puedan incrementar su gama, por ejemplo el montaje de saunas para la salud, empleo del vapor en diferentes industrias, servicios de tintorerías, con el empleo de equipamiento y tecnologías modernos y eficientes, entre otros, como la climatización, todo lo cual también se puede alcanzar mediante la innovación

Las industrias enclavadas en el territorio, desde las pequeñas hasta las grandes, incluido todo tipo de gestión económica, deberán emplear esta matriz energética y para ello deberán desarrollar y acometer las transformaciones necesarias para el nuevo escenario. Las de nueva creación tienen necesariamente que ser solares. Existen, por ejemplo, sistemas de bombeo de agua que trabajan sin baterías y su



La energía fotovoltaica trasciende al ámbito comunitario.

funcionamiento cubre las horas solares, ello permite bombear agua desde casi cualquier lugar y, en dependencia de la potencia de la bomba, se debe adecuar el controlador y la potencia energética instalada.

La energía térmica no solo se emplearía en calentadores de agua, hay que extender su uso a la generación de vapor y otros servicios incluida la generación de electricidad, que puedan incrementar su gama, por ejemplo, el montaje de saunas para la salud, empleo del vapor en diferentes industrias, servicios de tintorerías, con el empleo de equipamiento y tecnologías modernos y eficientes, entre otros como la climatización, todo lo cual también se puede alcanzar mediante la innovación.

Otro punto interesante relacionado con el tema es la Aerotermia, que consiste en bombas de calor que extraen la energía ambiental contenida en el aire mediante un ciclo termodinámico para aportar calefacción en invierno, refrigeración en verano y agua caliente todo el año. Es una tecnología que une electricidad, mecánica y térmica para aprovechar la energía ambiental del aire exterior.

Estas bombas de calor basan su funcionamiento en la utilización de la energía térmica contenida en el aire, la cual se origina a partir de la radiación solar que produce el calor que se almacena en el aire, para calentar o enfriar el agua en una instalación, «la bomba de calor». Este calor contenido en el aire (energía renovable), con un pequeño consumo eléctrico del compresor, es capaz de transformarse en agua caliente.

Estos sistemas brindan como principales beneficios:

- **Económico:** La bomba de calor es capaz de ahorrar hasta el 75 % de la energía requerida por la instalación, con lo cual se reducen los costes de electricidad.

- **Rendimiento:** Equipos altamente eficientes; cada kW consumido multiplica hasta cinco veces su poder calórico
- **Fuente renovable:** Respetuosa con el medioambiente, fuente de energía gratuita disponible en la naturaleza y sistemas de recuperación del aire y los fluidos no contaminantes.
- **El Coeficiente de Potencial Calórico (COP)** se calcula por la relación entre la energía térmica cedida y la eléctrica consumida.

$$COP = \frac{\text{Energía Térmica Cedida}}{\text{Energía Eléctrica Consumida}}$$

Explicaremos el parámetro anterior con el ejemplo siguiente: Si una bomba de calor tiene un valor de COP = 4, quiere decir que dicha bomba consume 3 kW de energía eléctrica y cede 12 kW de energía calorífica.

Otro aspecto muy importante a tener en cuenta es el combustible, pues hay un elevado consumo de recursos de este tipo en el transporte tradicional. En el Municipio solar se debe promover y generar una movilidad eléctrica y solar significativa. Ello se lograría con el estímulo a particulares y estatales a la adquisición de medios de transporte, para todo tipo de actividades, que sean eléctricos, para lo cual se deberán crear las condiciones para su venta en este territorio.

Además se debe crear una red intra-municipal de transporte masivo eléctrico, considerando que puedan participar las formas de gestión no estatales en este proyecto. Por último se deben diseñar las estaciones o centros de servicios de recarga de este tipo de transporte a partir de la utilización de paneles solares fotovoltaicos, es decir, servicentros o Cupet, como se conocen popularmente, pero solares, donde el combustible que se brinde sea la electricidad generada por los paneles fotovoltaicos y acumulada para la recarga de los vehículos eléctricos.



Tecnologías como los calentadores solares con un futuro promisorio en las comunidades.

Al respecto, de la red intra-municipal de transporte masivo es muy importante entender cuánto puede beneficiar al sistema de transporte público de la ciudad, pues esta red consiste en crear un sistema de transporte interno que enlace todos los consejos populares y barrios principales de los municipios, incluidos los denominados centros neurálgicos por su nivel de actividad social, comercial y de servicios, mediante uno o varios circuitos bien concebidos y diseñados y con el uso principal y casi exclusivo de vehículos eléctricos (microbuses, triciclos de 6 personas y otros); con lo cual se disminuiría el movimiento de personas que utilizan el transporte inter-municipal público para una o dos paradas dentro del propio municipio.

A modo de ejemplo: en el municipio Diez de Octubre, muchas personas para desplazarse de La Víbora hasta La Esquina de Toyo (zona comercial muy popular) , hoy utilizan las rutas de P6, P8 y P9, para solo dos paradas y menos de 5 km de distancia; pero sucede que la geografía del territorio (grandes elevaciones) dificulta hacer el recorrido caminando y con ello se abarrotan estas rutas. Igual ocurre con las rutas 69 y 174 para movimientos internos entre La Víbora y Lawton o viceversa. A lo que queremos llamar a la atención es que constituiría un significativo alivio contar con dicha red intra-municipal, pues las

personas la utilizarían dejando de abarrotar las rutas mencionadas mencionadas. La iniciativa contribuiría al mejor desempeño del transporte público y al ahorro por concepto de consumo de combustibles y otros moto-recursos que en el vehículo eléctrico no están presentes o son pocos.

Aunque se plantea que el proceso para alcanzar el Municipio solar debe iniciar por un consejo popular o barrio, ello no implica que no se puedan diseñar otras estrategias, como por ejemplo, crear una o varias estaciones o terminales con los medios necesarios para la recarga de vehículos eléctricos para el transporte de pasajeros intra municipio, desde donde inicien los recorridos. Las estaciones pudieran estar en un barrio o consejo popular que no sea el seleccionado para la transformación energética, pero que por su ubicación garantice la eficiencia de determinado circuito de transportación, así mismo pudiera ser para la recogida de basura e higienización del territorio.

Como forma de estimular las acciones en la solarización del territorio y encaminado a estimular la economía municipal, principalmente de servicios, se debe establecer un vínculo donde la ubicación de determinadas obras, como podrían ser una cafetería o restaurante cercanos por ejemplo, a una estación de recarga de vehículos eléctricos, constituyendo así una atracción de clientes de ambas partes. Pudieran ser varios negocios que se beneficien mutuamente y esta misma filosofía se puede aplicar a muchas actividades, lo cual estimula el crecimiento económico en el área.👍

(Continuará...)

*Dr. C. Miembro de Cubasolar.

E-mail: omc.valdes@gmail.com

Instalación de una planta de biogás generadora de electricidad conectada a la red eléctrica nacional (II)

Desafíos actuales para el manejo del biogás

Por JOSMEL RUÍZ PONCE DE LEÓN*



COMO vimos en la primera parte de esta serie de artículos, el biogás es una fuente renovable de energía que puede ser útil para las grandes aplicaciones energéticas. Sus ventajas radican en que se puede comprimir y almacenar directamente como el gas natural compatible con la red de gas actual, no es necesario adaptarla, es más limpio que cualquier otro combustible fósil y su impacto al medioambiente es considerable porque reduce la tala indiscriminada de árboles y evita la deforestación (lo que es un beneficio a nivel global) y contribuye además a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

En este artículo se expondrá un análisis sobre la experiencia en la instalación de una planta generadora de electricidad a biogás conectada a la red eléctrica nacional, ubica-

da en la región central de Cuba y su impacto en el ecosistema.

Consideraciones de diseño

Esta instalación se utiliza para dos actividades fundamentales: el tratamiento de los residuales generados por el centro y la producción de energía eléctrica con un grupo electrógeno a biogás de tipo conexión a red.

Se construyó un biodigestor de tipo continuo de desplazamiento horizontal con un sistema de laberinto en su interior para maximizar el tratamiento de los sólidos contenidos en el residual, con una capacidad volumétrica de 50 m³ (Figura 1).

Se instalaron balsas de acero reforzado para almacenar el biogás producido durante las horas en que no se consuma (Figura 2).



Fig. 1. Biodigestor de tipo continuo.



Fig. 2. Depósito de almacenamiento.

Se construyeron tres lagunas de oxidación en las cuales se desarrolla una población microbiana compuesta por bacterias, algas unicelulares y otros microorganismos que eliminan los patógenos relacionados con las materias orgánicas (Figura 3).

Se cimentó un lecho de secado para secar los lodos mediante la evaporación del agua que existe en estos y para obtener el biosólido, lo cual influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Figura 4).



Fig. 3. Lagunas de oxidación.



Fig. 4. Lecho de secado.

Para comprimir el biogás se instalaron dos compresores de cuatro etapas (Figura 5).

Se ubicó un gasómetro a biogás que se utiliza como acumulador para su posterior uso (Figura 6).



Fig. 5. Compresores.



Fig. 6. Gasómetro.

Se montó una bomba impulsora a biogás a la salida del gasómetro, para llevarlo a la entrada del grupo electrógeno a biogás de tipo conexión a red (Figura 7).



Fig. 7. Bomba impulsora a biogás.

Se instaló una bomba centrífuga que es capaz de extraer el gas del biodigestor y mantener la presión de trabajo del grupo electrógeno a biogás de tipo conexión a red, sin utilizar el gas comprimido en las balas que quedaría como reserva (Figura 8). Se construyeron dos filtros criollos cuyo contenido es de virutas de hierro, que a través de un proceso de oxidación elimina el azufre contenido en el biogás (Figura 9).



Fig. 8. Bomba centrífuga.



Fig. 9. Filtro criollo.

Se dispuso montar una bomba sumergible de residuales a la entrada del biodigestor para el efluente porcino (Figura 10).



Fig. 10. Bomba sumergible de residuales.

Se acopló un grupo electrógeno a biogás de tipo conexión a red marca SCANIA, con una potencia nominal 330 kVA, con una potencia instalada de 264 kW y entrega una energía diaria de 1056 kWh, para un régimen de trabajo de 4 h en el día (Figura 11).

Se procedió a montar un medidor electrónico bidireccional trifásico (P2000T) para inyectar la energía sobrante a la red eléctrica nacional, lo que dio cumplimiento al Decreto Ley 345 (Figura 12).



Fig. 11. Grupo electrógeno a biogás de tipo conexión a red.



Fig. 12. Medidor electrónico bidireccional trifásico (P2000T).

Conclusiones

Las plantas generadoras a biogás han marcado una pauta muy importante en nuestro país para los productores, ya que pueden generar energía fiable y flexible las 24 h del día y apoyar la infraestructura local, por eso es vital seguir impulsando esta fuente renovable de energía como una fuente viable hacia el futuro.👍

*Miembro de Cubasolar. Especialista A. Aprovechamiento y Uso Racional de la Energía. Dirección de Infraestructura y Vivienda, La Habana, Cuba.

E-mail: josuanyponce@gmail.com

Un Movimiento atemperado a los actuales tiempos

Agua, energía, alimentación y sociedad en el contexto del desarrollo local

42

Por JOSÉ ANTONIO GUARDADO CHACÓN*



EN DIFERENTES escenarios y artículos hemos defendido el uso adecuado de los residuos orgánicos y su incidencia en la vida de los seres humanos en el Planeta. De igual manera hemos visto la energía, el agua, la producción sana de alimentos, el medioambiente y la sociedad como algo inseparable del desarrollo local. Por estas razones entre otras, fortalecer el Movimiento de Usuarios del Biogás (MUB) como un actor del desarrollo local dentro de la Sociedad Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía (FRE) y el Respeto Ambiental (Cubasolar) es y será primordial para los actuales y futuros usuarios del biogás. En correspondencia, el Movimiento ha sido atemperado a los nuevos tiempos y retos que enfrenta el país. Para ello y tomando en consideración la complicada situación por la que atraviesa la nación, que no ha permitido la celebración del XI Encuentro Nacional de Usuarios del Biogás (ENUB) las veces en que se ha programado desde el año pasado, se decidió cambiar la modalidad y desarrollar dicho evento en todos los territorios posibles y localmente. En la Tabla 1 aparecen los lugares y fechas en las que se realizaron dichos encuentros.

Es significativo señalar que, en la mayoría de los encuentros celebrados, se dieron a conocer los temas previstos en el XI ENUB, para celebrarse en Bayamo, Granma. Para ese entonces (octubre del 2022), se previó el programa general siguiente:

Agenda del programa general

- Bienvenida al XI encuentro del MUB para el II periodo.
- Por el Gobierno o autoridad de la localidad y los esposos Turrini (estos últimos por carta que dejaron al efecto).
- Conferencia central del XI ENUB para el II periodo, impartida por Luis Bérriez Pérez, presidente de Cubasolar.

Debates

Estrategia del MUB para el II periodo impartida por José A. Guardado Chacón, coordinador nacional del MUB.

Actividades e iniciativas del MUB para el II periodo, efectuadas por instituciones y colaboradores del MUB.

Trabajos técnicos y de autoabastecimiento en el marco del desarrollo local, con la autoría de participantes en el Taller.

Tabla 1. Lugares y fechas en las que se desarrollaron los encuentros provinciales en el marco del XI ENUB durante abril-junio de 2022

No	Actividades y tareas	Fecha	Lugar
1	XI ENUB Villa Clara	21/04/2023	Taguayabón y Camajuaní, provincia de Villa Clara
2	XI ENUB Artemisa (Parte I)	27/04/2023	Comunidad El Establo, provincia de Artemisa
3	XI ENUB Holguín	11/05/2023	Holguín, provincia de Holguín
4	XI ENUB Santiago de Cuba	12/05/2023	Palma, provincia de Santiago de Cuba
5	XI ENUB Guantánamo	16/05/2023	Guantánamo, provincia de Guantánamo
6	XI ENUB Camagüey	24/05/2023	Jimaguayú, provincia de Camagüey
7	XI ENUB Ciego de Ávila	27/05/2023	Ciudad Ciego de Ávila, provincia de Ciego de Ávila
8	XI ENUB Pinar del Río	29/05/2023	Los Palacios, provincia de Pinar del Río
9	XI ENUB Pinar del Río	30/05/2023	Pinar del Río, provincia de Pinar del Río
10	XI ENUB Artemisa (Parte II)	31/05/2023	Candelaria, provincia de Artemisa
11	XI ENUB Granma	02/06/2023	Bayamo, provincia de Granma
12	XI ENUB Matanzas	13/06/2023	Indio Hatuey, provincia de Matanzas
13	XI ENUB Las Tunas	23/06/2023	Ciudad Las Tunas, provincia de Las Tunas
14	XI ENUB La Habana	25/06/2023	Municipio Regla, provincia de La Habana

Las discusiones e intercambios se centran en los problemas propios de la localidad, en las que se lograron importantes resultados. Algunos de estos espacios donde se desarrollaron los talleres en el marco del Undécimo Encuentro Nacional de Usuarios del Biogás y otras Fuentes Renovables de Energía (XI ENUB).

Por la importancia que tienen tanto la estrategia del MUB para este segundo periodo, así como enfatizar en las principales diferencias entre la Economía Circular (EC), Agroecología (AGE) y Sistemas de Tratamiento a Ciclo Cerrado (STCC), se indican en las figuras 1 y 2, respectivamente, tanto dicha estrategia como las citadas diferencias a criterio del autor.

Por último, los acuerdos principales tomados en la nueva modalidad en que se realizaron los talleres en el contexto del XI ENUB, se resumen a continuación:

- La aplicación de los sistemas de tratamiento con biogás denominados «Sistemas de tratamiento a ciclo cerrado», constituyen una alternativa factible y sostenible en el tiempo, toda vez que la suma de los efectos económicos (directos e indirectos), a partir de las valoraciones e intercambios expuestos en los talleres desarrollados en el marco del XI ENUB, así lo corroboraron. De igual forma los recursos para su mantenimiento y explotación son mayoritariamente de producción nacional y fácil obtención. Esto último, unido a la preparación y capacitación que adquieren los usuarios con su acción participativa, le confieren al biogás su carácter de sostenibilidad.
- La aplicación del biogás a pequeña y mediana escalas, puede aportar a la solución de problemas ambientales, al ahorro de agua, producción de energía y alimentos, en los niveles municipal, provincial y nacional.
- Los recursos locales con el empleo de las FRE, son suficientes para lograr el potencial energético necesario, y contribuir de esta manera al desarrollo local sostenible.

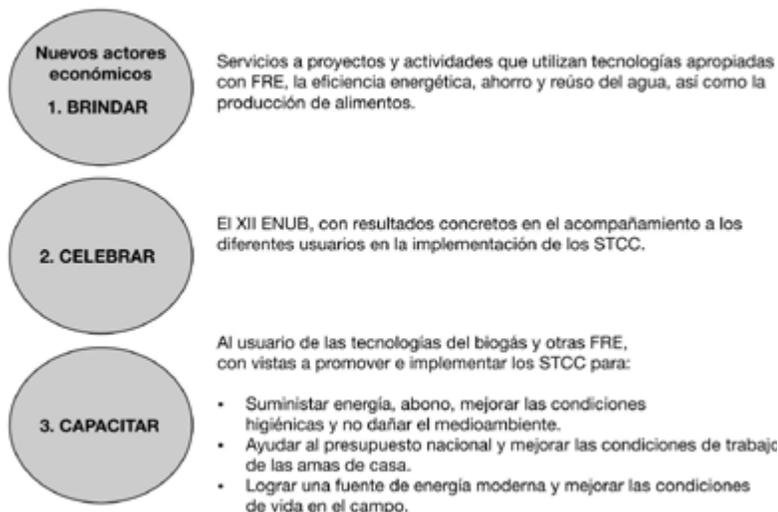


Fig. 1. Estrategia del MUB dada a conocer en los talleres del ENUB.

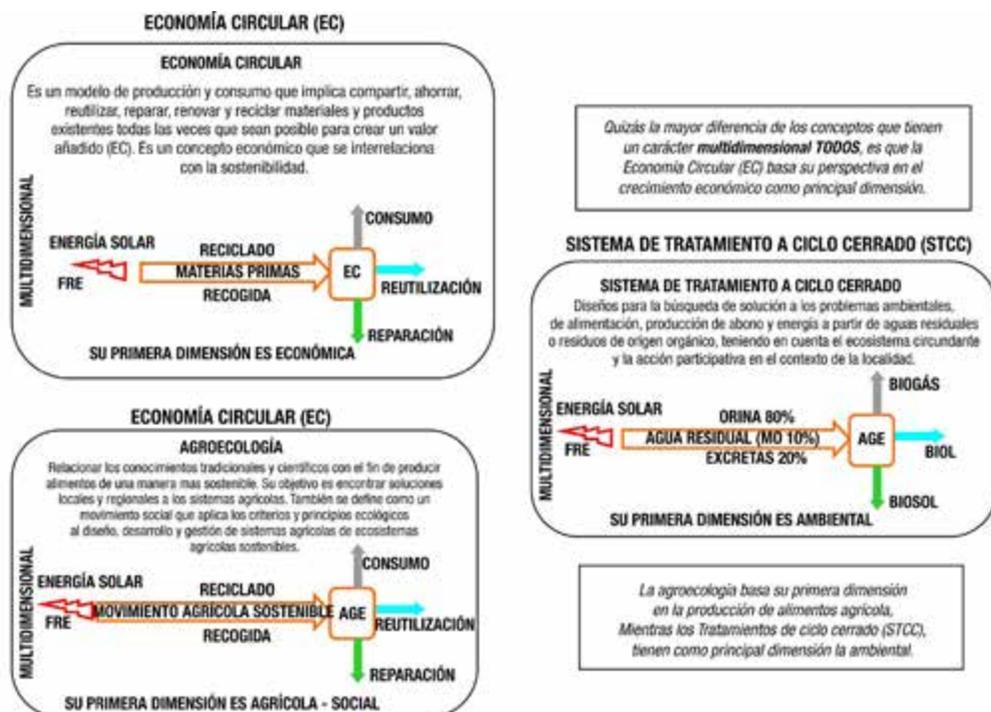


Fig. 2. Diferencia entre Economía Circular, Agroecología y Sistemas de Tratamiento de Ciclo Cerrado.

* Dr. C. Miembro de la Junta Directiva de Cubasolar.
Coordinador del MUB.
E-mail: guardado@cubasolar.cu



Casabe, de la tierra a la mesa

Alimento que vincula la historia, la tradición y la identidad cultural de la región

Por MADELAINE VÁZQUEZ GÁLVEZ*

EL CASABE es un alimento tradicional y emblemático en muchas culturas del Caribe; su consumo tiene profundas raíces históricas en la región. A pesar de los complejos procesos de transculturación alimentaria, se ha mantenido como símbolo de identidad y soberanía.

Antecedentes

La etimología de la palabra «casabe» proviene del idioma taíno «kasabi», término que fue adaptado y adoptado por los europeos, que dio origen a la acepción que conocemos hoy en día. El casabe es un tipo de torta plana y crujiente hecha a base de yuca (*Manihot esculenta*, variedad agria), un tubérculo que es abundante en la región del Caribe. Es una planta de la familia *Euphorbiaceae* y su raíz es la parte comestible.

Los autores Monserrat Gispert Cruells y Alberto Álvarez de Zayas, en su libro *Del*

Jardín de América al mundo, refieren lo escrito por Gonzalo Fernández de Oviedo y Valdés (1478-1557), cronista, explorador y escritor español, en el capítulo V de su obra *Historia general y natural de las Indias*. Aquí Fernández de Oviedo describe en detalle el cultivo tradicional de la yuca y la elaboración del casabe; sobre esto último señala:

... para hacer pan de ella, que llaman cazabe, rallánla, y después aquello rallado, extrújanlo en un cibucán, que es una manera de talega, de diez palmos o más de luengo, y gruesa como la pierna, que los indios hacen de palma, como estera tejido, y con dicho cibucan torciéndole mucho, como se suele hacer cuando de las almendras majadas se quiere sacar la leche, y aquel zumo (hyen) que salió de esta yuca, y es mortífero (...) después de sacado el dicho zumo o agua de la yuca, y que queda como un salvado

liento (catibía húmeda), y ponen al suelo una cazuela de barro llana (burén) del tamaño que quieren hacer el pan, y está muy caliente, y no hacen sino desparcir de aquella cibera exprimida muy bien, sin que quede ningún zumo en ella, y luego se cuaja y se hace una torta del gordor que quieren, y del tamaño de la dicha cazuela en que la cuecen, y como está cuajada, sácanla y cúranla poniéndola muchas veces al sol, y después la comen, y es un buen pan (...). Este pan de cazabe se sostiene un año y más y lo llevan de unas partes a otras muy lejos, sin se corromper ni dañar (...) la hay en gran cantidad en las islas de San Juan y Cuba y Jamaica y La Española...

Gispert Cruells y Álvarez de Zayas citan también a Fray Bartolomé de las Casas:

Para rallar la yuca usaban generalmente el guayo hecho de una piedra lisa, o laja forrada con la piel áspera del pez llamado levisa, produciendo la yuca rallada en este tipo de guayo el mejor casabe, al que llamaban jabjao. Antes de rallar la yuca se le quitaba la cáscara raspándola con una concha a la que llamaban cauara...

La Dra. C. Leidy Casimiro Rodríguez refiere que en Cuba el casabe se elabora de la forma siguiente:

El primer día se pela la yuca, eliminando la corteza y se ralla hasta obtener una harina húmeda conocida como «catibía»; esa masa se pone en un recipiente que le llaman en la zona oriental del país (en términos indígenas) «macuto», recipiente tejido de yarey que se pone en una prensa para extraerle el líquido, el cual es muy tóxico y rico en almidones. Un día después ya seca esa harina, se muele nuevamente y se cierne, en unos recipientes llamados «toya», lo tiran y lo desmenuzan para sacarle los grumos y se pasa por un jibe tejido a mano hecho de yarey, y de ahí sale la harina y se lleva a un

jibe más fino. El burén tiene dos redondeles y una plancha más larga; en un jarrito se da la medida del grueso de una torta de superficie uniforme. Después de cocida la torta por ambos lados, esta puede ser secada al aire libre expuesta al sol, o sobre un cinc caliente. La humedad del casabe debe estar alrededor de 12 % para evitar su enmohecimiento; de esta forma es muy útil, pues se puede guardar sin peligro de descomposición.

En resumen, este proceso tradicional es laborioso y requiere habilidad para obtener un casabe de alta calidad. Resulta muy importante exprimir la yuca rallada para eliminar sus toxinas. La forma artesanal de hacer casabe está arraigada en la historia y cultura de las comunidades que lo han producido durante siglos, y sigue siendo apreciada por su autenticidad y valor culinario.

Bondades del casabe

Aunque algunos cronistas de Las Indias aludieron al sabor insípido del casabe, son diversas las razones que sustentan su trascendencia hasta nuestros días. Se considera un alimento básico en la dieta de diversas culturas caribeñas, especialmente en comunidades indígenas y en áreas rurales. Algunas de sus cualidades radican en su durabilidad y capacidad para ser almacenado durante largos periodos sin perder su calidad, lo que lo convierte en una opción valiosa para la nutrición familiar y la diversificación del menú.

Por otra parte, el proceso de elaboración del casabe es una tradición que ha sido transmitida de generación en generación. Se caracteriza por su versatilidad culinaria, ya que puede consumirse solo como un *snack* crujiente, o utilizarse como base para otros platos. Puede acompañar sopas, guisos, salsas, carnes, pescados y quesos, entre otros alimentos. Se sirve también dulce, con mermeladas, jaleas, miel, chocolate o dulce de coco, según la preferencia alimentaria de las personas.

En muchas culturas caribeñas, el casabe es una parte integral de festividades y celebraciones. Puede ser servido en ceremonias religiosas, bodas, fiestas y eventos culturales. Su presencia en estas ocasiones refleja su importancia en la identidad cultural.

En algunas áreas del Caribe el casabe también se ha convertido en un producto comercializable en la esfera del turismo. Los visitantes pueden comprar casabe como recuerdo o disfrutarlo en restaurantes y mercados locales como una experiencia culinaria auténtica de la región.

Sin duda, su producción, comercialización y consumo significan un gran desafío para lograr la sostenibilidad alimentaria.

El casabe en Cuba: historia y actualidad

La historia del casabe en Cuba tiene profundas raíces en la cultura y la alimentación de la Isla. Los pueblos indígenas de Cuba ya producían y consumían casabe desde mucho antes de la llegada de los colonizadores europeos. Este alimento tenía una gran importancia en la dieta de los taínos y otros grupos originarios de la Isla, ya que la yuca era un cultivo esencial para su subsistencia. Con la llegada de los colonizadores españoles, el casabe siguió siendo un alimento fundamental en la dieta. De esta forma se convirtió en una parte integral de la comida de los colonizadores y los esclavos africanos traídos a la Isla, así como de las poblaciones indígenas que sobrevivieron.

Sin embargo, a lo largo del tiempo la dieta en Cuba comenzó a cambiar debido a diversas influencias, incluyendo la introducción de nuevos alimentos por parte de los colonizadores y la creciente diversidad cultural. La caña de azúcar, el arroz y otros cultivos se convirtieron en elementos importantes de la alimentación, y el casabe empezó a perder relevancia en la dieta diaria. Gradualmente comenzó la importación de harina de trigo, así como el acceso a una variedad más amplia de alimentos procesados, lo que, combinado con factores socioeconómicos, llevó a una disminución en la producción y el consumo de casabe en el territorio nacional.



LASAÑA YUCASABI
Ingredientes para una ración:

Torta de casabe de 15 cm (90g c/u)	3 unidades
Carne de cerdo molida	200 g
Queso rallado	300 g
Salsa tomate	50 ml
Cebolla	½ unidad
Ajo	2 dientes
Aceite	20 ml
Sal	20 g
Canela	6 g
<i>Para la Crema Bechamel</i>	
Harina de yuca	150 g
Agua	1 L
Sal	5 g
Nuez moscada	½ cucharadita

PROCEDIMIENTO:

1. En un sartén colocar el aceite, sal al gusto, el ajo cortado en láminas y la cebolla.
2. Cuando las especias estén doradas incorporar la carne de cerdo molida y remover hasta cocinar por 10 min aproximadamente.
3. Hidratar las tres láminas de casabe con agua con sal (con una brocha de silicona untar de salsa de tomate a cada torta).
4. Poner en un recipiente de barro la primera torta previamente trabajada, colocar la carne de cerdo cocinada, el queso rallado y la crema Bechamel al gusto.
5. Repetir esta operación con la segunda torta.
6. Hidratar la tercera torta, con salsa de tomate y añadir queso al gusto.
7. Llevar al microondas y mantener un minuto hasta gratinar.
8. Para la presentación, cortar en cuatro partes y servir sobre tabla de madera.
9. Decorar al gusto.

Nota: Cortesía de la chef Yansami Gómez Padrón, del restaurante Yucasabi.

Aunque el casabe todavía es parte de la gastronomía cubana y se puede encontrar en algunas zonas rurales y en contextos tradicionales, su consumo ha disminuido significativamente a lo largo de los años. La pérdida de interés en su producción y consumo es un reflejo de los cambios culturales y económicos que han afectado al país y a muchas otras partes del mundo.

En la actualidad existen iniciativas por parte de algunos grupos y organizaciones para revitalizar y preservar las tradiciones culinarias y alimentarias, incluido el consumo de casabe. Estos esfuerzos buscan mantener viva la conexión con las raíces culturales y resaltar la importancia histórica de este alimento en la identidad cubana.

Domingo Cuza Pedrera, máster en gestión turística y periodista gastronómico, nos comenta que la comunidad El Padrón, en Bayamo, cuenta con más de 100 años de tradición en la elaboración del casabe. Existen alrededor de 29 burenes y la venta de casabe es el sustento económico por excelencia de la mayoría de las familias. Aún se mantiene el uso de elementos patrimoniales como son: el pisón, el jibe, la toya, la escobilla, la patarica y el burén. Se ha modernizado solamente la ralladora, que es eléctrica. En esa comunidad existe una persona encargada de elaborar las escobillas y los jibes. El casabe de esta región se hace sin ningún producto, aunque si el cliente lo desea los casaberos le añaden sal, azúcar, dulces, carnes, aceites, especias, o cualquier otro ingrediente, pues como suelen decir «el casabe sabe a lo que usted le eche». También forma parte de la tradición de la región la transmisión de conocimientos de generación en generación. La mayoría de los casaberos refieren haber aprendido esta tarea mirando o siendo enseñados por sus padres, abuelos, suegros o cuñados. Es normal que cuando alguien que no es de ese pueblito contrae matrimonio con un residente, aprenda casi con carác-

ter obligatorio a confeccionar el casabe. En Bayamo también se han integrado dos proyectos donde se elaboran y venden casabes, es el caso del Mesón La Cuchipapa que promueve la cocina regional bayamesa y el restaurante Manegua que desarrolla la cocina rural.

En 2015 el casabe subió a bordo del Arca del Gusto Internacional, propuesto por Casimiro Rodríguez. Esta iniciativa corresponde a Slow Food Internacional como vía de salvaguardar alimentos amenazados por la agroindustria o desde el punto de vista cultural. Recientemente abrió sus puertas el restaurante Yucasabi, situado en el casco histórico de La Habana Vieja, como centro para promocionar su consumo. Otros actores relevantes, como la Federación de Asociaciones Culinarias de la República de Cuba, el proyecto La Moneda Cubana, Joel Fontaine —fundador del proyecto Amigos del Casabe— y el propio Domingo Cuza en Bayamo realizan acciones para su reconocimiento nacional e internacional.

En resumen, el casabe es más que un simple alimento en el Caribe. Representa un vínculo con la historia, la tradición y la identidad cultural de la región. Su preparación y consumo siguen siendo prácticas importantes que conectan a las comunidades con su pasado y sus raíces. Aunque la modernidad ha impuesto otros patrones alimentarios, el valor del casabe es significativo en nuestros días, al ser un producto tradicional y de producción local. Estimular su consumo ayuda a disminuir la importación de alimentos, especialmente en Cuba, y a su prevalencia como alimento autóctono, contribuyente al logro de la soberanía alimentaria. 🍴

* Ingeniera Tecnóloga en la especialidad de Tecnología y Organización de la Alimentación Social. Máster en Ciencias de la Educación Superior. Árbitro de Slow Food Internacional.

E-mail: madelaine@cubasolar.cu

La revista Energía y Tú publica íntegramente un artículo sobre la vida del Dr. C. Daniel Stolik Novygrod, quien fuera un gran defensor de la aplicación de la energía fotovoltaica en Cuba y de las fuentes renovables de energía en general. Colaborador imprescindible de Cubasolar, autor de libros y artículos de nuestra editorial, con profundo pesar lamentamos su partida física.

La vida y legado del Dr. Daniel Stolik Novygrod*

Por CARLOS RODRÍGUEZ CASTELLANOS**



Dr. Daniel Stolik Novygrod (28.5.1940-14.9.2023). Era hijo de judíos emigrantes polacos que, huyendo del fascismo, se establecieron en Cuba a finales de los años treinta del siglo pasado. En los años cincuenta, siendo estudiante del Instituto de Segunda Enseñanza de La Víbora, se incorporó al MR 26.7 y participó en la lucha contra la tiranía batistiana.

Al triunfo de la Revolución trabajó un tiempo en el Ministerio de Relaciones Exteriores (Minrex) y después se incorporó al primer contingente de estudiantes cubanos que cursó estudios en la URSS. En 1966 se graduó de Física, con diploma de oro en la Universidad de Amistad con los Pueblos Patricio Lumumba de Moscú. Allí contrajo matrimonio con su compañera de toda la vida, Natasha, con la que después tuvo dos hijos: Suren y Danna.

En 1967 comienza a trabajar en la Escuela de Física de la Universidad de La Habana (UH), aún en fase de consolidación. Fue profesor de varias asignaturas, sub director de investigaciones y director.

Stolik lideró la organización de las investigaciones, el postgrado y la colaboración internacio-

nal, junto a Elena Vigil y otros compañeros. Fue miembro fundador del Partido Comunista de Cuba (PCC). De 1972 a 1975 realizó su doctorado en el Instituto del Acero y las Aleaciones de Moscú, con una tesis sobre Capas Delgadas.

A su regreso fue designado director de postgrado del Ministerio de Educación Superior (MES), responsabilidad que ocupó por más de 10 años. Desde allí inició la organización de los estudios de postgrado a nivel nacional. Fue el presidente fundador de la Sociedad Cubana de Física y la dirigió durante unos 10 años. Al concluir su trabajo en el MES (fue también representante en México por algunos años) se incorporó de lleno a promover la aplicación en Cuba de la Energía Solar Fotovoltaica, en lo que realizó un trabajo muy relevante, luchando tenazmente contra la ignorancia y la incomprensión. Los avances y proyecciones actuales de nuestro país y el liderazgo de la UH en este campo deben mucho al trabajo de Stolik, lo cual se reconoce ampliamente.

Su libro *Energía Fotovoltaica en Cuba* obtuvo varios premios nacionales. Profesor Emérito de la UH, recibió muchos reconocimientos y distinciones. Se destacó también por su afición a la música. Autor de numerosas composiciones, impartió cursos sobre Física y Música, escribió un libro y fundó la Cátedra que lleva este nombre.

Fue hasta el final de su vida un tenaz luchador y un creador, fundador, promotor siempre de lo nuevo y avanzado. Músico, físico y revolucionario cabal, excelente persona, de los que hacen falta.

*Tomado del Portal Cubadebate, del 14 de septiembre de 2023.

**Periodista de Cubadebate

Relatoría del III Taller Nacional de Sostenibilidad Energética

Importante encuentro para el enfrentamiento al cambio climático y cumplimiento de la Agenda 2030

50

Por JOSÉ LUÍS ABIJANA DAMIÉN* Y GUSTAVO E. FERNÁNDEZ SALVA**

ENTRE los días 14 y 23 de julio de 2023, convocado por la Sociedad de Ingenierías Mecánica, Eléctrica e Industrial (Simei) de la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de la Construcción en Cuba (Unaicc), Guantánamo, se realizó el III Taller Nacional de Sostenibilidad Energética, en la Ciudad de Guantánamo. Los temas del evento estuvieron vinculadas al desarrollo económico y social del modelo económico cubano, y al Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático (Tarea Vida) y cumplimiento de la Agenda 2030, con el objetivo de propiciar el intercambio de experiencias entre profesionales y técnicos de diversos sectores del país.

Participaron en el Taller 24 colegas, de ellos 19 hombres y 5 mujeres, con la representación siguiente por provincias:

- Guantánamo, 22 participantes (17 hombres y 5 mujeres).
- De otras provincias hubo 2 participantes hombres (1 presencial de Santiago de Cuba y 1 en modo virtual de Holguín).

Durante el encuentro se realizaron dos visitas técnicas: viernes 14 al Poligráfico Juan Marinello con la participación de 11 personas entre asociados y directivos, y el domingo 23 a la Pequeña Central Hidroeléctrica (PCHE) Guaso, con la participación de

15 personas. Dicha instalación o institución fue recientemente declarada «Mención anual de conservación 2023».

En la mañana y tarde del sábado 15 se desarrolló el Evento Técnico del Taller, en el teatro de la Empresa Eléctrica de Guantánamo.

La Sesión Técnica estuvo presidida por el ingeniero Ignacio Cuscó Bazzi, coordinador de programas de energía y transporte del Gobierno Provincial de Guantánamo, quien tuvo a su cargo las palabras de bienvenida del evento. Luego el M. Sc., Ing. Gustavo Fernández Salva, presidente nacional de Simei, presentó a las personalidades que nos honraron con su presencia: la arquitecta Esperanza Cuza Aliaga, presidente en funciones de la Junta Directiva Provincial de la Unaicc; el Dr. C. Yuris Rodríguez Matos, Vicerrector de Investigación y Posgrado de la Universidad de Guantánamo, la Ing. Yanelis Cutiño Massó, directora técnica de la Empresa Constructora Integral y su representante como Ministerio de la Construcción (Micons), el Lic. Joaquín Díaz Cantillo, director de la Empresa Eléctrica Guantánamo, el Ing. Edel Aldana Villar, director técnico de la antes mencionada entidad. Finalmente, el M. Sc. Ing. José Luis Abijana Damién, coordinador general del Taller y presidente de Simei Guantánamo, declaró oficialmente la apertura de la sección técnica del Taller,

que estuvo a cargo del M. Sc. Ing. Gustavo Fernández Salva.

Dio inicio la Sección Técnica con la Conferencia, presentada por el Profesor Emérito y Profesor Consultante, Dr. C. Luis Jerónimo García Faure de la Universidad de Oriente, titulada «Optimización de redes aisladas híbridas fotovoltaica - diésel para mayor rentabilidad y menor consumo de combustibles fósiles».

Seguidamente se presentaron doce ponencias que enriquecieron el evento por su alto contenido científico, con énfasis en el desarrollo local.

Culminada la Sesión Técnica, recibieron Diplomas de Reconocimiento: la Empresa Eléctrica Guantánamo, la Facultad de Ciencias Técnicas y la Universidad de Guantánamo, la Delegación provincial de Recursos Hidráulicos, INRH, Copextel S.A., la Onure Guantánamo y la filial Cubasolar Guantánamo. Todos estos organismos e instituciones fueron coauspiciadores en este Taller. Luego, se realizó la actividad de confraternización en la sede Unaiicc.

Informe de visitas técnicas:

1. Visita técnica al Poligráfico Juan Marinello día 14 de julio
2. Día del Ingeniero Panamericano (20 de julio)
3. Visita técnica PCHE Guaso, día 23 de julio

Historia de la PCHE Guaso

Esta Pequeña Central Hidroeléctrica fue iniciada el 11 de febrero de 1916 y puesta en marcha en 1917. El proyecto de planta y perfil de la tubería fue realizado por el ingeniero A. E. French, perteneciente a la Empresa Montreal Engineering Co. LTD, de Quebec, Canadá. El ingeniero French, fungió como director de obras y como maestro de albañilería Juan Payos (Pico).

Esta PCHE se convirtió en la suministradora de energía eléctrica de la ciudad de Guantánamo, del poblado de Jamaica y de varios ingenios azucareros a través de una

línea de 15 km de longitud con postes de acero y base de hormigón.

Con una potencia instalada en la actualidad de 1800 kW es la PCHE más antigua de Cuba en funcionamiento, con sus instalaciones civiles, hidráulicas, mecánicas y eléctricas originales.

Una visita a esta planta es un viaje al pasado, a los orígenes de la electrificación de la ciudad, allí no existe un transistor y mucho menos un microchip y sin embargo esta planta se mueve, o más apropiadamente genera. Esta hidroeléctrica es pues un museo vivo de la electricidad con sus máquinas y dispositivos que cumplieron ya más de un siglo.

En sus inicios esta planta contaba con dos unidades gemelas Westinghouse de 399,5 kW, con un voltaje de generación de 2,3 kV, que era elevado a 23 kV en dos transformadores de 500 kVA, conectados en delta en el primario y en estrella el secundario.

En el proyecto de la hidroeléctrica sus diseñadores previeron su ampliación y es así como entre los años 1926 y 1932 se adicionó la unidad No. 3 de 1000 kW dotada de una turbina de la Pelton Water Wheel y un generador General Electric, además de sustituir los transformadores originales por dos transformadores de 1000 kVA con relación de transformación de 2,3 kV / 33 kV.

Contrario a los que muchos pensaron en la época, la compañía propietaria de la obra era una empresa norteamericana «legalmente» establecida en Cuba, aspecto que se descubrió durante uno de los intentos de la alcaldía local de paralizar la obra, que provocó la intervención del vicecónsul norteamericano; así pues, esta planta también es un símbolo de las primeras manifestaciones del intervencionismo norteamericano en la industria energética cubana. No obstante, gracias al ingeniero Eduardo Chibás, padre del líder ortodoxo y director de la Compañía de Electricidad en ese entonces, se facilitaron los trámites para el inicio de la construcción de esta instalación entre 1915 y 1917.



PCHE Guaso, provincia de Guantánamo.

En abril de 1996, en cumplimiento del acuerdo No. 2714 del 26 de octubre de 1993 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros, se traspaşa la Pequeña Central Hidroeléctrica Guaso, de la Organización Básica Eléctrica Territorial Guantánamo perteneciente al Ministerio de la Industria Básica, al Complejo Hidroenergético Provincial Guantánamo, del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. En 2007 se traspaşa para el Minbas (hoy Minem), creándose la UEB Hidroenergía.

Las imágenes que se conservan en archivos de esos instantes testimonian el elevado grado de deterioro de la planta a causa de una persistente y notable falta de mantenimiento, que unido a la extensión de su ciclo de vida útil más allá de sus límites condujeron a la paralización de la instalación en mayo de 1996.

Posteriormente y gracias a la ayuda de los organismos y autoridades del estado y gobierno, así como otras ONG internas (Cubasolar) y foráneas, se fue revitalizando la planta hasta lograr mantener su vitalidad hoy con 105 años de funcionamiento y los integrantes de la visita técnica así lo pudieron apreciar, con sus tres máquinas funcionando. ¡Fuerte la viejita! ¡Merecido su ingreso al Club de los 120 años!

Esta PCHE recibió Mención Anual de Conservación y Propuesta a Monumento, en acto

celebrado en el Centro Fidel Castro en abril de 2023 y con la presencia del Ing. Antonio Guerrero Rodríguez, Héroe de la República de Cuba y presidente de la JDN Unaicc.

Queremos agradecer a las entidades coauspiciadoras, a los choferes involucrados, a sus jefes, a los trabajadores de la hidroeléctrica y de la UEB Hidroenergía, a los miembros de la Junta Directiva Provincial, de la Unaicc, y a todos aquellos que hicieron posible la realización de esta visita.

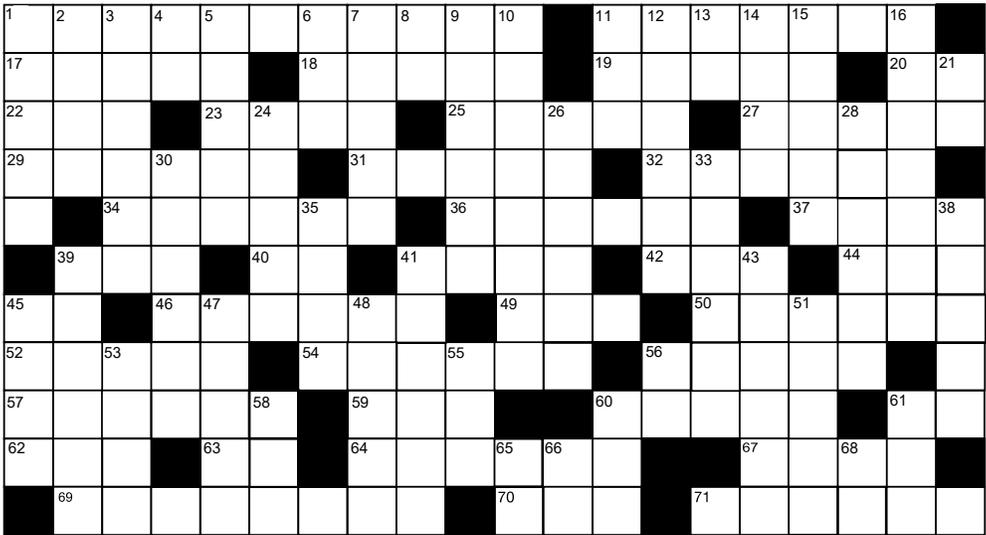
Resumen general del Taller: Se presentó una conferencia magistral y 12 ponencias más, con 23 participantes en las discusiones. Se realizaron dos visitas técnicas.

Agradecemos a todos los que, de una forma u otra, apoyaron y contribuyeron a la realización exitosa de este evento nacional.

* Máster en Ciencias, presidente de Simeí, Unaicc, Guantánamo. Coordinador General del III Taller Sostenibilidad Energética.

** Máster en Ciencias, presidente nacional de Simeí, Unaicc. Presidente del Comité Técnico del III Taller Sostenibilidad Energética.

E-mail: gfsalva2021@gmail.com



Por MADELAINE VÁZQUEZ GÁLVEZ

HORIZONTALES

1. Exploración de posibilidades futuras basada en indicios presentes. **11.** Acumulador de electricidad. **17.** Elemento químico metálico utilizado en la fabricación de paneles solares. **18.** Apéndice de los vertebrados acuáticos. **19.** Símbolo gráfico. **20.** Adjetivo posesivo de tercera persona (inv.). **22.** Ameos. **23.** Morado claro. **25.** Crepúsculo. **27.** Persona de un pueblo amerindio. **29.** Ion con carga positiva. **31.** Relativo a los virus. **32.** Lugar donde se venden artículos al por menor. **34.** Perjudicial para la salud. **36.** Esculpir. **37.** Gas de la atmósfera terrestre. **39.** De asar. **40.** Símbolo químico del sodio. **41.** Hermano de Abel. **42.** Animal vacuno. **44.** Artículo determinado. **45.** Apócope de papá (inv.). **46.** Centena. **49.** Pronombre personal. **50.** Náutico. **52.** Presumido. **54.** Embuste, trampa (pl.). **56.** Persona que habitó en la antigua Grecia. **57.** De atronar. **59.** Anillo. **60.** Sitio con vegetación en los desiertos. **61.** Símbolo químico del cobalto. **62.** Manojó de mies. **63.** Vocales de reír. **64.** Imprecedera. **67.** Originario. **69.** De asistir. **70.** Planta comestible de la familia de las crucíferas (inv.). **71.** Baile cubano

VERTICALES

1. Chapa. **2.** Composición en verso, del género lírico. **3.** Afeción del oído. **4.** Denota condición. **5.** Extremos. **6.** Sustancia alcalina constituida por óxido de calcio. **7.** Pieza metálica, larga y delgada, con cabeza y punta. **8.** Vocales de pie. **9.** De otorgar. **10.** Propio del nácar (fem.). **11.** Usado en las partituras para indicar que algo debe repetirse o está repetido. **12.** Delimitar. **13.** Tate. **14.** Entidad. **15.** Caballo o yegua de pelo mezclado de blanco, gris y bayo. **16.** De aunar. **21.** Interjección. **24.** Vano. **26.** Persona de un pueblo germánico (pl.). **28.** Romance. **30.** Inofensivo. **33.** De ir. **35.** Canto con que se arrulla a los niños. **38.** Fabulista de la Antigua Grecia. **39.** Indolencia. **41.** De coartar. **43.** Que contiene sal. **45.** Aspiración. **47.** Átomo o agrupación de átomos que adquiere carga eléctrica (pl.). **48.** Trasladar. **51.** Sonrisas. **53.** Después de. **55.** Personaje de la Biblia. **56.** Vocales de tea. **58.** Hermana de los padres de una persona. (inv.). **60.** Ave de la familia de los córvidos, de plumaje negro y pico corvo (inv.). **61.** Preposición que denota el medio, modo o instrumento. **65.** Consolantes de ralo. **66.** Negación. **68.** Pronombre personal

LA SOCIEDAD Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (Cubasolar) invita a profesionales de universidades, centros de investigación y entidades afines, a publicar en las revistas *Energía y Tú* y *Eco Solar*. Se evaluarán además propuestas de textos para publicaciones no periódicas. Las obras deberán ser inéditas y sin compromisos con otros sellos editoriales.

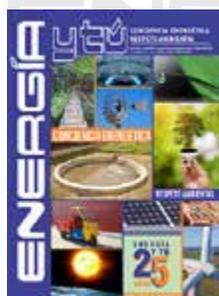
Diversos temas especializados han pasado a formar parte de nuestra identidad editorial, siempre desde la perspectiva de Cuba y América Latina, en cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU. Entre ellos: la soberanía alimentaria, la educación nutricional y la agricultura familiar sostenible, el estado del arte de las energías fotovoltaica y eólica y sus perspectivas en nuestro país, el desarrollo del biogás como fuente renovable de energía, la educación ambiental, la impronta de la mujer en las tareas energéticas y ambientales, el papel de territorios y localidades en el desarrollo sostenible, la arquitectura bioclimática y el respeto ambiental, entre otros.

Las contribuciones para las revistas se presentarán en español y el resumen también en inglés. Se evaluarán, preferiblemente, artículos, aunque podrán ser analizados otros tipos de textos relacionados con nuestras temáticas, como entrevistas y guías para el manejo de tecnologías. Los interesados enviarán su nombre, centro laboral, contactos y un resumen de la obra. 📧

Contactos

Madelaine Vázquez Gálvez
 madelaine@cubasolar.cu
 +53 72062061
 (de lunes a viernes, de 9 a.m. a 1 p.m.)
 www.cubasolar.cu
 @Cubasolar2030 (Twitter)
 Cubasolar.Redsolar (Facebook)

ANUNCIO SOBRE PUBLICACIONES



..... TALLER INTERNACIONAL



2024

cubasolar



LA SOCIEDAD Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (Cubasolar) ya está organizando su XV Taller Internacional Cubasolar 2024, a realizarse del 18 al 22 de noviembre de ese año, en la provincia de Holguín. El evento tendrá como objetivos avanzar hacia la construcción de un sistema energético sostenible basado en fuentes renovables de energía (FRE); propiciar la cooperación y transferencia de tecnologías; y promover el intercambio de experiencias y buenas prácticas entre especialistas e interesados en las temáticas de energía, agua, alimentación y desarrollo humano resiliente e inclusivo.

Sus principales temáticas son:

- Fuentes renovables de energía, medioambiente y desarrollo local sostenible.
- El abasto de agua y las fuentes renovables de energía.
- La soberanía alimentaria y las fuentes renovables de energía.
- Educación, cultura y comunicación energéticas.

- Fuentes renovables de energía, ciencia, tecnología e innovación.
- Avances y desafíos de la economía energética cubana en el ámbito local. Nuevos actores económicos.
- Medioambiente construido y desarrollo sustentable.
- Energía, desarrollo humano, soberanía y equidad social.
- Colaboración internacional y desarrollo energético sostenible.
- Movimientos y redes sociales para la transición energética justa en el contexto de Latinoamérica y el Caribe.

Comité Organizador

Dr. C. Luis Bériz Pérez,
presidente de Honor
M. Sc. Madelaine Vázquez
Gálvez, presidente
Ing. Dolores Cepillo Méndez
Ing. Otto Escalona Pérez
Dr. C. José A. Guardado Chacón
M. Sc. Alois Arencibia Aruca

Comité Científico

Dr. C. Conrado Moreno Figueredo
 Dra. C. Leidy Casimiro Rodríguez
 Dra. Cs. Dania González Couret
 Dr. C. José Antonio Guardado Chacón
 Dr. C. Joel Morales Salas
 Dr. C. Guillermo Saura González
 Dr. C. Roberto Sosa Cáceres

El Comité Organizador les reitera la invitación con la certeza de que lograremos los objetivos comunes en un clima de amistad y solidaridad. Esperamos contar con su presencia.

Contactos
 Madelaine Vázquez Gálvez; madelaine@cubasolar.cu
 Otto Escalona Pérez; otto@cubasolar.cu
 +53 72062061
 (de lunes a viernes, de 9 a.m. a 1 p.m.)
www.cubasolar.cu
 @Cubasolar2030 (Twitter)
 Cubasolar.RedSolar (Facebook)

RESPUESTA DEL CRUCIGRAMA

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

DIRECTOR GENERAL
 Dr. C. LUIS BÉRRIZ

DIRECTORA
 M. Sc. MADELAINE VÁZQUEZ

EDICIÓN
 Lic. YAHUMILA HIDALGO
 Ing. JORGE SANTAMARINA
 M. Sc. MADELAINE VÁZQUEZ

DISÑO Y COMPOSICIÓN
 ALEJANDRO ROMERO

CONSEJO EDITORIAL
 Dr. C. LUIS BÉRRIZ
 Ing. OTTO ESCALONA
 Ing. DOLORES CEPILLO
 Ing. MIGUEL GONZÁLEZ
 M. Sc. MADELAINE VÁZQUEZ

ADMINISTRACIÓN
 ROLANDO IBARRA

CONSEJO ASESOR
 Lic. RICARDO BÉRRIZ
 Dr. C. ALFREDO CURBELO
 Ing. JORGE SANTAMARINA
 Dr. C. JOSÉ A. GUARDADO
 Lic. BRUNO HENRÍQUEZ
 Dr. C. ANTONIO SARMIENTO
 Dr. C. CONRADO MORENO
 Dra. Cs. DANIA GONZÁLEZ
 Lic. JULIO TORRES

ENERGÍA Y TÚ, NO. 104
 OCT.-DIC., 2023

ISSN: (P) 1028-9925
 (D) 2410-1133
 RNP5 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) 72062061

E-MAIL:
eytu@cubasolar.cu
red.solar@cubasolar.cu

WWW.CUBASOLAR.CU

FACEBOOK
 CUBASOLAR.REDSOLAR

IMPRESIÓN
 UEB GRÁFICA CARIBE

DISTRIBUCIÓN GRATUITA
 DE 5000 EJEMPLARES
 A ESTUDIANTES,
 BIBLIOTECAS DE TODO EL PAÍS
 Y MIEMBROS DE CUBASOLAR

Energía, medioambiente y desarrollo sostenible

..... TALLER
INTERNACIONAL 
2024
cubasolar
.....

Web: www.cubasolar.cu / Facebook: Cubasolar.RedSolar