

## CONTENIDOS

### Ámbito Nacional

Importantes acuerdos sobre la "política de energía" en la educación superior

Apuestan en Las Tunas por el uso de la energía renovable

Modernizan línea de producción de paneles fotovoltaicos

### Globales

Aprobados instrumentos regulatorios para generación distribuida en Costa Rica

Solar Impulse 2 inicia su vuelo alrededor del mundo

Brasil beneficiará a productores de fotovoltaica con reducción impositiva

El Salvador inaugura primera factoría de módulos fotovoltaicos y led en Centroamérica

### La Propuesta del Mes

Influencia de los costos de capital en el costo del kWh FV. Actualización 2015

## Eventos

### ! IMPORTANTE

La información que se publica en el boletín no es responsabilidad de la editorial CUBAENERGÍA.

## EDITORIAL

Estimado lector:

*Alguna vez se ha preguntado: ¿Cuál pudiera ser el papel de la energía solar fotovoltaica en el desarrollo del país?*

*En Cuba, con un poco más de 110 000 km<sup>2</sup>, se recibe cada día una radiación solar equivalente a la que pueden producir cincuenta millones de toneladas de petróleo. O sea, la radiación solar que recibe en un solo día es mayor en su valor energético que todo el petróleo que consume durante 5 años. Dicho de otra manera; se recibe 1800 veces más energía solar que la del petróleo que consume.*

*El módulo fotovoltaico fabricado en Cuba tiene una eficiencia de 15 %. Un panel de 1 kWp genera 150 kWh mensual y ocupa solamente 7 m<sup>2</sup> de azotea.*

*Una vivienda promedio consume entre 150 y 200 kWh mensual. Si se cambian los equipos electrodomésticos por unos más eficientes, el consumo sería de entre 90 y 140 kWh.*

*Si a una casa eficiente promedio se le pone un panel fotovoltaico de 1 kWp, se convierte en una casa de energía positiva, o sea, que genera más electricidad que la que consume.*

*También es posible convertir los puntos consumidores de energía (escuelas, hospitales, comercios, frigoríficos, cooperativas, pequeñas industrias locales, etc.), en puntos de energía positiva, o sea, donde la energía que se produzca sea mayor que la que se consume. De esta forma, Cuba sería cada vez más independiente.*

*Le invitamos a consultar el presente número para que conozca más de energía solar fotovoltaica de Cuba y el mundo.*

Dr. Luis Bérrez Pérez

Presidente de CUBASOLAR

### REDACCIÓN **renovable.cu**

**CUBAENERGÍA**, Calle 20 No 4111 e/ 18A y 47, Miramar, Playa, Ciudad de La Habana, CUBA. Teléfono: 206 2064. [www.cubaenergia.cu/](http://www.cubaenergia.cu/)  
**Consejo Editorial:** Lic. Manuel Álvarez González / Ing. Anaely Saunders Vázquez. **Redactor Técnico:** Ing. Antonio Valdés Delgado. **Edición:** Lic. Dulce María Medina García  
**Compilación:** Grupo de Gestión de Información. **Maquetación:** Lic. Marianela Parés Ferrer. **Diseño:** D.i. Miguel Olano Valiente. **Traducción:** Lic. Odalys González Solazabal.  
RNPS 2261

## Ámbito Nacional



### IMPORTANTES ACUERDOS SOBRE LA “POLÍTICA DE ENERGÍA” EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

5/3/2015

<http://www.mes.gob.cu/index.php/component/content/article/51-ultima-hora/289-importantes-acuerdos-sobre-la-politica-de-eficiencia-energetica-en-la-educacion-superior>

El tema fue tratado en el “Primer Taller Nacional de la Red de Energía del Ministerio de Educación Superior”, celebrado en La Habana los días 25, 26 y 27 de febrero, con objetivos centrados en los resultados de las investigaciones e innovaciones alcanzados por las universidades adscritas al Ministerio de Educación Superior y que tienen aplicación en diferentes procesos tecnológicos en explotación y en nuevas inversiones relacionadas con el cumplimiento de la “Política de Eficiencia Energética y para el Uso y Desarrollo Perspectivo de las Fuentes Renovables de Energía”, aprobada en junio de 2014 en el país.

El Taller contó con la presencia de la Dra. Aurora Fernández González y del Ingeniero Yuri Viamontes Lazo, viceministros de Educación Superior (MES) y de Energía y Minas (MINEM) respectivamente; así como de varios directivos del MINEM, AZCUBA, MINAG, CITMA y MINTUR.

Por el MES participaron funcionarios del Órgano Central y líderes científicos en las temáticas tratadas; de las universidades adscritas, centros coordinadores de las investigaciones que se desarrollan en la actualidad con el MINEM, AZCUBA y MINAG; energéticos de los centros adscritos al MES; así como miembros de varias redes de cooperación científico técnicas organizadas en la Educación Superior para promover e intensificar el proceso de creación de nuevos conocimientos, desarrollo e innovaciones tecnológicas en la eficiencia energética y las fuentes renovables de energía del país.

Como resultado del Taller se tomaron varios acuerdos relacionados con el cumplimiento por las universidades de las responsabilidades indicadas en la “Política sobre la Eficiencia Energética y el Uso y Desarrollo Perspectivo de las Fuentes Renovables de Energía”; sobre el fortalecimiento de los vínculos entre las Universidades y el Sistema Empresarial del país en estos temas; así como las acciones concretas de las universidades en el orden de la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) para elevar su contribución a través de proyectos a los programas de investigaciones de eficiencia energética y de fuentes renovables de energía.



### APUESTAN EN LAS TUNAS POR EL USO DE LA ENERGÍA RENOVABLE

28/2/2015

<http://www.tiempo21.cu/2015/02/28/se-apuesta-en-las-tunaspor-el-uso-de-la-energia-renovable/>

El Hospital Provincial Doctor Ernesto Guevara, hogares de ancianos e impedidos físicos, entre otras entidades de la salud, se benefician con la instalación de más de 140

calentadores solares en la provincia de Las Tunas, a unos 700 kilómetros de La Habana.

El territorio tiene planes ambiciosos para potenciar el desarrollo de la energía renovable y se continúa con el establecimiento de paneles solares en dependencias del Grupo Empresarial Azúcar Cuba (AZCUBA) y en los Ministerios de la Agricultura y Educación.

Aunque todos los municipios cuentan con calentadores solares, el de mayor beneficio es la capital provincial, donde se promueve su utilización en empresas agropecuarias para darle una mejor atención a los productos alimenticios como la leche fluida, ya que con el agua caliente se lavan las ubres del ganado y es más higiénico el producto.

Según declaraciones de Rolando Sales Vargas, especialista en Energía Renovable de la Empresa Eléctrica, en la provincia de Las Tunas se promueven otras oportunidades como la implementación de 18 biodigestores de biogás en el municipio de Manatí por el programa Biomás Cuba y la continuidad de las obras en los Parques Eólicos Herradura 1 y Herradura 2.

El calentador solar es un implemento que utiliza el calor del sol para aumentar las temperaturas de las sustancias; se usa comúnmente para calentar agua y elimina el consumo de gas o electricidad.

Países tropicales como Cuba son propicios para la introducción de esta tecnología que disminuye el consumo energético, preserva los combustibles fósiles y no perjudica al medio ambiente.



*Foto original: Alejandro Rosales*

## MODERNIZAN LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS

6/2/2015

<http://www.granma.cu/cuba/2015-02-06/modernizan-linea-de-produccion-de-paneles-fotovoltaicos>

Una importante mejora tecnológica en la línea de producción de paneles fotovoltaicos de la Empresa de Componentes Electrónicos Ernesto Che Guevara, permitirá un incremento sustancial de la producción en el 2015.

Jesús Hernández, inversionista de la entidad, explicó que la puesta en marcha del moderno equipamiento de procedencia china deberá concretarse en el primer trimestre del año.

A partir de ese momento asumirá la producción de 60 000 módulos, con una potencia conjunta de 15 MW.

Se trata de una inyección de tecnología en busca de mayor eficiencia y fiabilidad del producto final.

Con ella, el proceso se podrá efectuar de manera semiautomatizada, a diferencia de lo que sucede hasta ahora, en la que la mayoría de los pasos se realizan de forma manual, comenta Jesús.

El funcionario afirmó que con esta inversión, Componentes Electrónicos estará en condiciones de fabricar paneles de diferentes formatos, desde 180 W hasta 300.

No obstante, señaló que durante todo el 2015 se concentrará en los módulos de 250 W a solicitud de la Unión Eléctrica.

Reafirmando la voluntad del país, de ir cambiando paulatinamente su matriz energética, toda la producción está destinada a respaldar la construcción de parques solares fotovoltaicos en varias provincias, precisó.

Según el inversionista, el equipamiento que se incorpora incluye tres equipos de electroluminiscencia, dos laminadores y un verificador solar de última generación, los cuales permitirán un uso óptimo de la materia prima y la reducción de los niveles de rechazo de la producción.

La industria pinareña comenzó a incursionar en la fabricación de este tipo de dispositivos en el año 2001. Desde entonces, los paneles salidos de ella han ayudado a la electrificación de viviendas y escuelas rurales, puestos de guardabosques e instalaciones pesqueras en el mar, y se han exportado hacia países de América Latina y Europa.

## Globales

---

### APROBADOS INSTRUMENTOS REGULATORIOS PARA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN COSTA RICA

10/3/ 2015

<http://www.suelosolar.es/newsolares/newsol.asp?id=10741>

Existen dos mecanismos para la generación distribuida: por neteo (intercambio de kilowatt con la empresa distribuidora) y la venta de excedentes (al final del año se hace balance de lo que ingresó al sistema, pagando al pequeño generador).

En abril de 2014 la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos emitió la norma para el Planeamiento, Operación y Acceso al Sistema Eléctrico Nacional (POASEN) que en uno de sus capítulos establece la generación distribuida (GD).

Bajo esta directriz se creó una opción viable, el “Plan Piloto de Generación Distribuida para Autoconsumo” del Grupo ICE. En este se contemplaba la conexión a la red, con el objetivo de analizar las nuevas tecnologías de generación eléctrica a pequeña escala y su efecto en las redes de distribución.

Muchos costarricenses comenzaron a considerar la opción de instalar paneles solares en residencias e industrias, donde dicho Plan Piloto recibió más de 350 solicitudes de interconexión, dando pie a consolidar un nuevo sector productivo en el país, el sector solar.

Sin embargo, el pasado 6 de febrero el Grupo ICE cerró su Plan Piloto para autoconsumo, indicando que había llegado a su tope máximo de instalación (10 MW). A partir de dicha fecha no fue posible efectuar nuevas solicitudes de interconexión.

De esta forma, la norma quedó en el limbo por falta de desarrollo reglamentario, hasta que la Junta Directiva de ARESEP aprobó el pasado 26 de febrero de 2015 una metodología de cálculo que resultó relevante, ya que los abonados con generación distribuida tienen que pagar una tarifa de acceso a la red de distribución.

Por su parte la Asociación Costarricense de la Energía Solar ACESOLAR considera elementos contemplados en la norma técnica POASEN que se deben evaluar, para beneficio de la



implementación de las tecnologías de energía solar renovables. Considera también que dicha tarifa de acceso es excesivamente alta, ya que incluye costos de mantenimiento y operación no asociados a la generación distribuida.

Por otro lado, se contempla la necesidad de implementar dos medidores para los abonados de GD, donde inclusive se llegó a mencionar el costo de \$4000 dólares por medidor, precio irracional debido a la gama de opciones de medidores en el mercado. Dicha implementación va a aumentar los costos del proyecto y los costos asociados a la facturación de la empresa distribuidora.

ARESEP aprobó ahora el contrato que regirá entre las distribuidoras de electricidad y los clientes que deseen convertirse en generadores a pequeña escala y el procedimiento de interconexión, con el cual se establecen los pasos para la puesta del servicio (solicitud del cliente, las pruebas a los equipos y la valoración del sistema). De igual forma también fue aprobada la metodología que permite calcular las tarifas para la venta de los excedentes.

La Junta Directiva también aprobó por unanimidad el mecanismo para calcular las tarifas para la generación distribuida con fuentes alternativas (solar, eólica, biomasa, etc.).

En los próximos días se hará la convocatoria de audiencia pública, que de acuerdo con la ley se deben dar 20 días previos a efectuarse y cualquier interesado puede participar con solo presentar su cédula de identidad.



## SOLAR IMPULSE 2 INICIA SU VUELO ALREDEDOR DEL MUNDO

9/3/2015

<http://www.energias-renovables.com/articulo/solar-impulse-2-inicia-su-vuelo-alrededor-20150309/>

Con la ayuda de materiales de alta tecnología e impulsado únicamente por energía solar, el aeroplano Solar Impulse 2 ha iniciado este lunes un viaje sin precedentes alrededor del mundo, de cinco meses de duración. La nave ha despegado de Abu Dabi, hacia donde se trasladaron Bertrand Piccard y André Borschberg, promotores del proyecto y pilotos de la aeronave.

El avión Solar Impulse 2 puede volar las 24 horas del día sin consumir ni una gota de combustible. Pesa tan solo 2.3 toneladas -menos de lo que pesa un todoterreno grande- aunque su envergadura es la de un avión de pasajeros de gran tamaño. Durante el viaje, que está previsto dure cinco meses, recorrerá 32 000 kilómetros gracias a unos motores propulsados exclusivamente por la energía que proporcionarán unas 17 200 celdas fotovoltaicas.

El piloto tendrá que mantenerse en el aire hasta cinco días consecutivos con sus noches. La cabina mide solo 3.8 metros cuadrados, pocos pero suficientes para almacenar el oxígeno, la comida, el agua, el paracaídas y el resto del equipamiento necesario, incluido el asiento ergonómico, que se reclina para que el piloto pueda sentarte, estirarse y hasta hacer ejercicio.

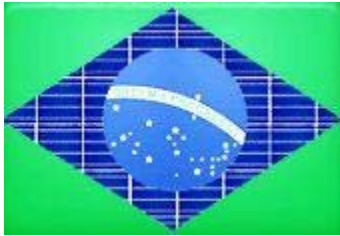
El diseño completo de la carcasa de la cabina fue realizado por *Bayer MaterialScience*, una de las empresas patrocinadoras del proyecto, que ha empleado materiales de alta tecnología para asegurar, entre otros aspectos, un aislamiento perfecto de la cabina, ya que la nave tiene

que hacer frente a importantes oscilaciones térmicas, desde los 40 °C bajo cero durante la noche hasta los 40 °C grados durante el día. Para lograrlo, Bayer ha utilizado una espuma aislante de poliuretano, cuyo rendimiento es un 10 % superior al de los materiales estándar que se utilizan actualmente para el aislamiento.

La vuelta al mundo está estructurada en 12 etapas. El piloto de la primera etapa es André Borschberg. Recorrerá 400 kilómetros a una velocidad máxima entre 90 km y 120 km hasta Omán, la primera escala de esta gran aventura, empleando en el recorrido unas 12 horas. A partir de ahí, el avión pasará por India, China, el océano Pacífico, EE.UU., el Atlántico, el sur de Europa y el norte de África, hasta aterrizar de nuevo, dentro de cinco meses, en los Emiratos Árabes.

Desde la página oficial del proyecto se puede seguir al minuto el vuelo del Solar Impulse 2; ver qué velocidad lleva el avión en cada momento, el estado de las baterías, la posición vía GPS del recorrido e incluso cómo trabajan los ingenieros aeroespaciales desde la sala de control.

El objetivo de Solar Impulse 2 es concienciar al mundo de una energía limpia y renovable es posible.



## BRASIL BENEFICIARÁ A PRODUCTORES DE FOTOVOLTAICA CON REDUCCIÓN IMPOSITIVA

5/3/2015

<http://www.suelosolar.es/newsolares/newsol.asp?id=10730>

El ministro de Energía, Sr. Eduardo Braga, anunció una reducción del impuesto ICMS que potencie la fotovoltaica de autoconsumo y el esquema de medición neta.

En comparecencia ante la Cámara de Diputados para tratar sobre la situación del sistema eléctrico, el ministro admitió que el sistema de generación eléctrica del país pasa por un “momento grave” por la falta de lluvias, pero afirmó que el riesgo de racionamiento es mínimo y “administrable”.

Ante los diversos fallos sufridos por el sistema eléctrico brasileño en los últimos meses, y que se prevé se agrave en los próximos meses, el ministro sostuvo que desde 2010 se lleva a cabo un programa de diversificación de fuentes, a fin de reducir la dependencia de la predominante (70 %) hidroeléctrica en la matriz energética.

Según informó Eduardo Braga, actualmente se desarrollan 19 proyectos nuevos en el área hidroeléctrica, pero también otros 34 en el sector de gas, así como 420 parques eólicos y 31 plantas de energía fotovoltaica, que en los próximos años aumentarán la capacidad de generación.

La normativa aprobada por la Agencia Nacional de Energía Eléctrica (Aneel) para el sistema de balance neto es vigente desde 2012 y establece las condiciones para acogerse a instalaciones de microgeneración -hasta 100 kW de potencia-, estableciendo un sistema de compensación en forma de créditos en energía activa que se puede consumir en los siguientes 3 años. Además tiene en marcha el Plano Inova Energía con las siguientes finalidades:

- Apoyar el desarrollo y la difusión de dispositivos microelectrónicos, electrónicos, sistemas, soluciones integradas y normas para la implementación de redes inteligentes (*smart grids*) en Brasil;

- Apoyar a las empresas brasileñas en el desarrollo y la tecnología de las cadenas de producción de las energías renovables: solar fotovoltaica, termoeléctrica y eólica para generar electricidad;
- Apoyar las iniciativas que promueven los integradores para el desarrollo y ampliación de la cadena de componentes en la producción de vehículos eléctricos e híbridos a etanol, así como la mejora de la eficiencia energética de los vehículos de motor en el país;
- Aumentar la coordinación de las acciones de desarrollo y mejorar la integración de los instrumentos de apoyo financiero disponible.

No obstante los esfuerzos, hasta el momento no han obtenido resultados sustanciales, pues únicamente se han instalado cerca de 300 sistemas fotovoltaicos acogidos a este esquema.

La carga impositiva del ICMS (*Imposto sobre Circulação de Mercadorias*), que se aplica a la importación, es una de las más altas del mundo (con un promedio de 18 %), junto a la Tasa Suplementaria, ISS, que retienen las municipalidades sobre los servicios no gravados por el ICMS (del 2 % al 5 % sobre el precio del servicio facturado), así como otras tasas y costos que representan una barrera para la extensión de las energías renovables en Brasil.

La pesada carga tributaria absorbe la competitividad de la fuente, según indica Rodrigo Lopes Sauaia, director ejecutivo de la Asociación de Energía Solar Fotovoltaica (ABSOLAR). “Hoy importar los insumos para producir energía solar en Brasil significa soportar una carga fiscal entre 60 % y 405 %”.

El anuncio del gobierno para mitigar estos obstáculos y favorecer el despliegue de la fotovoltaica es insistentemente reclamado por ABSOLAR mediante su incansable tarea de proposición de ajustes y mejoras en proyectos de ley y reglamentos relacionados con el sector fotovoltaico brasileño.

La necesidad de superar la delicada situación energética actual del país con medidas de apoyo a la generación autóctona mediante energía solar puede contribuir decisivamente a la diversificación del mix energético, la generación de empleo y el coto a la pobreza energética.



## EL SALVADOR INAUGURA PRIMERA FACTORÍA DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS Y LED EN CENTROAMÉRICA

5/3/2015

<http://www.suelosolar.es/newsolares/newsol.asp?id=10731>

*Alba Tech Green Energy* invertirá 21 millones de USD en los dos primeros años para impulsar la producción de 15 MW anuales en paneles solares y 4 millones de luminarias led.

La empresa taiwanesa *Speedtech Energy*, encargada de proporcionar conocimientos sobre alta tecnología, el Grupo Sam Li y el petrolero Grupo Alba lanzaron la empresa salvadoreña *Alba Tech Green Energy*, con la creación de una planta de producción de paneles solares y luces led.

La planta, única en la región latinoamericana, se encuentra ubicada en San Juan Opico, y se convierte en la primera máquina de dispositivos de alta tecnología en El Salvador.

Al evento asistió el presidente del Parlamento salvadoreño, Sigfrido Reyes, así como el Excelentísimo Señor Embajador de la República de China (Taiwán) en El Salvador, Mtr. Andrea S. Y. Lee.

Para el presidente Reyes, con la inauguración de la planta, el país “ingresa al campo de la alta tecnología, en un ámbito donde estas tecnologías se están moviendo rápidamente para tener países más competitivos”. Añade que “la energía es un elemento vital para cualquier sociedad, para la vida doméstica, comunitaria, para la producción, y creo que al tener acceso a energías renovables, que en el largo plazo son más baratas que las producidas en base a hidrocarburos; es un enorme paso”.

El embajador Lee también participó en el corte de la cinta de inauguración de un proyecto fruto de la unión de capital salvadoreño y taiwanés, destacando que las empresas taiwanesas han hecho posible la creación de energía solar limpia que beneficiará al sector en Centroamérica.

Junto a él, otras autoridades salvadoreñas agradecieron al Gobierno de la República de China por ayudar a que empresarios taiwaneses inviertan en el sector de las energías limpias en El Salvador.

Por su parte, el Gerente Ejecutivo de *Speedtech Energy*, Lucas Chu, explicó que el objetivo principal de desarrollar esta planta es aprovechar la privilegiada radiación solar de la región y acompañar al país en la generación de energía limpia, protección del medio ambiente, ahorro de energía y reducción de emisiones de dióxido de carbono; por tanto aseguró que esta tecnología ayudará a mejorar la calidad de vida de poblaciones y de personas que no cuentan con acceso a la electricidad.

## Eventos

---



### VIII CONFERENCIA INTERNACIONAL DE ENERGÍA RENOVABLE, AHORRO DE ENERGÍA Y EDUCACIÓN ENERGÉTICA

País: Cuba

Lugar: Palacio de las Convenciones, La Habana. Cuba

Fecha: 25/5/2015–28/5/2015

Correos: [cier@ceter.cujae.edu.cu](mailto:cier@ceter.cujae.edu.cu); [taniac@ceter.cujae.edu.cu](mailto:taniac@ceter.cujae.edu.cu)

El Centro de Estudios de Tecnologías Energéticas Renovables (CETER), perteneciente a la Facultad de Ingeniería Mecánica del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, conjuntamente con la sociedad cubana CUBASOLAR y la Empresa de Ingeniería y Proyectos de la Electricidad (INEL) convocan a científicos, ingenieros, empresarios, especialistas y profesionales a participar en la VIII Conferencia Internacional de Energía Renovable, Ahorro de Energía y Educación Energética (CIER 2015) que se celebrará del 25 al 28 de mayo de 2015 en el Palacio de las Convenciones de La Habana. Dentro del marco de esta Conferencia se celebrarán diferentes talleres relacionados con la temática entre los cuales se encuentran:

IV Taller Internacional de Energía Eólica, el II Taller Internacional de Hidrógeno como combustible alternativo y el I Taller Internacional de Energía Solar Fotovoltaica.



CIER 2015 brinda un excelente escenario para compartir experiencias y crear sinergias frente al reto de lograr un desarrollo energético sostenible.

### *Temáticas principales*

#### **I. Fuentes Renovables de Energía, Sistemas híbridos (integrados) y almacenamiento**

Energía eólica, fotovoltaica, solar térmica, energía hidráulica, biomasa, biogás, mareomotriz, hidrógeno, celdas combustibles y sistemas de almacenamiento de energía; sistemas de energía renovable aislados y conectados a la red.

#### **II. Ahorro, Eficiencia y gestión energética: Gestión, eficiencia y ahorro de energía**

Combustión, calderas, máquinas de flujo, sistemas de generación; análisis exergético, cogeneración, sistemas combinados, climatización y refrigeración, uso racional del agua; tensoactivos y emulsiones combustibles; optimización de redes de suministro; planificación energética; arquitectura bioclimática; sistemas combinados de calor y potencia, motores alternativos.

#### **III. Energía en el transporte:**

Motores de combustión interna, combustibles convencionales y alternativos, sistemas de almacenamiento, vehículos híbridos, motores alternativos, vehículos eléctricos propulsados por el viento, solares, sistemas con aire comprimido, entre otros; gestión de operaciones en el transporte público y de carga: terrestre, marítimo y aéreo.

#### **IV. Energía, ciencia, tecnología y sociedad**

Marcos y órganos regulatorios, esquemas financieros y de incentivos, programas internacionales, regionales y locales, cambio climático, meteorología, análisis del ciclo de vida, ciencia y tecnología, eco-turismo, permacultura, ecología, medio ambiente, sociedad y desarrollo.

#### **V. Cultura y Educación Energética**

Programas de educación energética en todos los niveles de enseñanza, cursos cortos, posgrado; sistemas de información y comunicación; TIC, divulgación, publicaciones y medios masivos de información sobre educación energética arte y cultura.



**SOLAR EXPO 2015**

País: Italia

Lugar: Feria de Milán

Fecha: 8/4/2015–10/4/2015

[www.solarexpo.com](http://www.solarexpo.com)

Solar Expo 2015 Milán será un evento que constituirá un componente crucial en el desarrollo del mercado de las nuevas tecnologías que juegan un papel fundamental en el contexto de los esfuerzos mundiales para reducir los gases de efecto invernadero. Será una feria que por su importancia, se ha convertido en un evento de casi obligada asistencia para los profesionales y empresas relacionados con el sector de las energías verdes y renovables.



## INTERSOLAR EUROPE 2015

País: Alemania

Lugar: Messe München

Fecha: 10/6/2015–12/6/2015

[www.intersolar.de](http://www.intersolar.de)

Con eventos en cuatro continentes, *Intersolar Europe* es la feria de referencia mundial para toda la industria solar y sus socios, que tiene como objetivo aumentar la proporción de energía solar en el suministro energético general. Con 20 años de experiencia, reúne actores de la industria solar procedentes de los mercados más influyentes del mundo.

### Temas principales

- energía fotovoltaica,
- técnica de producción fotovoltaica,
- acumuladores de energía,
- calor generado a partir de energías renovables.

Desde 2014, simultáneamente con *Intersolar Europe*, se celebra la feria internacional *electrical energy storage* (ees), dedicada a baterías, acumuladores de energía y fabricación innovadora. Al cubrir toda la cadena de creación de valor de la moderna técnica de baterías y acumulación de energía, ees se ha convertido, junto con *Intersolar Europe*, en la plataforma líder de la industria para sistemas de almacenamiento fotovoltaico.



## PV EXPO OSAKA

País: Japón

Lugar: Recinto ferial INTEX, Osaka

Fecha: 2/9/2015–4/9/2015

<http://www.pvexpo-kansai.jp/en/>

Es una de las citas más importantes de las energías renovables en Japón. Se reunirán tanto empresas como profesionales del sector de las energías renovables, especialmente de energía solar. En esta feria se darán cita todo tipo de tecnologías, materiales y dispositivos y equipos para la fabricación de celdas solares.

## La Propuesta del Mes

### INFLUENCIA DE LOS COSTOS DE CAPITAL EN EL COSTO DEL KWH FV. ACTUALIZACIÓN 2015

Dr. Daniel Stolik Novygrad. Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales (IMRE), Universidad de La Habana. [dstolik@fisica.uh.cu](mailto:dstolik@fisica.uh.cu); [stolik@imre.oc.uh.cu](mailto:stolik@imre.oc.uh.cu)

Dividamos un sistema fotovoltaico (SFV) en cuatro segmentos de costos cuya suma expresa el costo total de por vida de SFV.

1. Módulos o paneles FV
2. El BoS, *base of sistem* o resto del sistema (RdS) para su instalación (inversores, estructuras soportes, cableado, obra civil, otros).

Los factores 1 y 2 corresponden al costo inicial de la instalación FV.



3. Operación y mantenimiento (O-M), se corresponde con los gastos posteriores de por vida del SFV (O-M, salarios, depreciación).
4. Costos de capital, son los pagos de intereses por financiamientos (créditos, tasas de descuento).

**1. MOD.** Módulos, sus costos han disminuido en un 75 % en los últimos 5 años; se han abaratado tanto que queda menos para la influencia que puede ejercer en el costo total del SFV final. Tomemos como referencia el costo de los módulos con celdas FV de silicio cristalino (Si-C) en sus dos variantes, mono cristalino y multi (poli) cristalino, que componen el 92 % de la producción por tipos de módulos. Hoy (marzo 2015) su costo promedio es de unos 59 centavos de USD por watt pico (Wp); los de celdas multi-c son más baratos; los mono-c, más caros y tienen mayor eficiencia; el rango de precios de venta actual está desde unos 49 hasta alrededor de 84 centavos de USD/Wp) y continuarán disminuyendo más lentamente. Antes del año 2020 se pronostica que este tendrá un costo promedio menor de 40 centavos de USD/Wp).

*Como ejemplo concreto tomemos como precio actual 65 cents de USD/Wp.*

**2. BoS (RdS). Inversor + estructura + cableado + otros.** Para el BoS sus costos también han ido disminuyendo pero en menor proporción que el de los módulos y depende mucho del país y del tipo de SFV.

El costo del Wp de los inversores depende mucho de la potencia. Para los inversores más grandes el costo puede estar por debajo de los 15 centavos de USD/Wp y para los inversores de menos potencia se va encareciendo el mencionado costo, ya que puede llegar a triplicarse. Aunque el BoS se refiere al costo inicial, en lo que respecta a los inversores se debe incluir el costo de su posible cambio a la mitad de la vida útil de 25 años del SFV.

El costo de las estructuras metálicas está en más de 25 centavos USD/Wp; es uno de los elementos en que sus costos pueden continuar disminuyendo sustancialmente a menos de 12 centavos USD/Wp.

El cableado y resto de la parte eléctrica está en un rango entre 10 centavos y 20 centavos USD/Wp.

Otro aspecto que redundará en una disminución del costo del BoS es el aumento paulatino de la eficiencia de celdas y módulos, al requerirse menos área para una misma potencia FV, por ejemplo, por requerirse menor cantidad de estructura soporte metálica y cableado eléctrico.

El costo de la mano de obra para las instalaciones depende grandemente del país; por ejemplo, un operario montador instalador FV en países de Europa, EE.UU., Japón, puede cobrar cerca de 30 USD la hora, es evidente que en países como Cuba el gasto al respecto es mucho menor.

*En nuestro ejemplo, tomemos como precio (bastante elevado) de la suma total actual del BoS en 90 centavos de USD/Wp.*

3. **O-M (Operación, mantenimiento, salarios, depreciación).** La operación y mantenimiento de los SFV es una de las más baratas de las fuentes de generación eléctrica, también depende mucho del país que se trate; por ejemplo, los salarios en Cuba para la atención de los parques FV, por mucho que se promuevan serán, al menos por mucho tiempo, notablemente menor que la de los países de mayor desarrollo económico. En la depreciación hay que tener en cuenta la disminución de la eficiencia de los módulos, que se reduce paulatinamente hasta un 20 % en los 25 años de su vida útil. En Cuba el promedio de radiación solar es de unos 1825 kWh/m<sup>2</sup>/año, pero teniendo en cuenta la depreciación por eficiencia, más otros tipos de pérdidas eléctricas, tomemos la radiación útil convertida en electricidad en 1360 kWh/m<sup>2</sup>/año, o sea, que ya estamos considerando el parámetro de la depreciación debido a la disminución de la eficiencia del módulo FV.

*Tomemos en nuestro ejemplo como precio de la suma total actual del acápito O-M 55 centavos de USD/Wp.*

*Sobre MOD, BoS y O-M.* La mayor influencia en el costo total final de los SFV estuvo determinada durante mucho tiempo por el costo de los módulos, pero en la medida que esta fue disminuyendo, el por ciento del costo para el BoS fue aumentando, por lo que se convirtió su disminución en un objetivo importante actual para el desarrollo FV.

Por otro lado en los costos de O-M no están las mayores reservas para la disminución del costo total final del SFV.

Podemos concluir que entre los tres primeros aspectos (MOD., BoS, O-M), es en el BoS donde están las mayores reservas para la disminución del costo total final del SFV.

Podemos considerar en nuestro ejemplo que aproximadamente el costo actual de la suma de MOD (65 centavos de USD/Wp) + BoS (90 centavos de USD/Wp) + O-M (55 centavos de USD/Wp) sea de 210. Centavos de USD/Wp, recalamos que sea posiblemente un costo actual en nuestras condiciones, pero que seguirá disminuyendo en el tiempo.

4. **CC. Costos de capital, intereses por financiamientos, créditos, tasas de descuento.** A los costos de MOD + BoS + O-M hay que sumar los controvertidos costos de capital, intereses por financiamientos, créditos, tasas de descuento, (**WACC** – Weighted average cost of capital).

#### *Cálculo del costo del kWh FV*

Si sumamos el total de todos los costos, inicial y de por vida MOD + BoS + O-M + CC (WACC) en términos de centavos USD/kWp y lo dividimos por los kWh que por cada kWp (kWh/kWp) generará durante su vida útil el SFV, obtenemos el costo en centavos de USD del kWh para el SFV en consideración.

Los kWh generados de por vida se calculan al multiplicar la potencia FV instalada por las horas pico que tomamos anteriormente, en el caso de Cuba de 1360 horas pico efectivas al año (después de tener en cuenta las pérdidas) y multiplicarlas por los 25 años de vida útil del SFV, o sea, 1360 horas/kWp cada año x 25 años son 34 000 horas por cada kWp, es decir, 34 000 kWh/kWp.

En la Tabla 1 se expresa el aporte para las 3 primeras componentes, MOD + BoS + O-M, sin tener en cuenta aún los de C-C (WACC).

	MOD	BoS	O-M	Total
USD/kWp	650	900	550	2100
Centavos (USD/kWh)	1.9	2.6	1.6	6.1

Obtenemos que en el ejemplo, sin tener en cuenta todavía los financiamientos por costos de capital C-C, la instalación inicial más la O-M tiene un costo de 2100 USD/kWp y el costo de por vida sería de 6.1 centavos de dólar por kWh FV generado.

Pero el aporte de los intereses por financiamientos es un parámetro excesivamente sensible en su influencia, tanto para el costo del SFV como para el del kWh FV. El por ciento de estos intereses y tasas de descuentos (WACC) se introducen en la conocida expresión para el cálculo del costo denominado nivelado del kWh para cualquier fuente de generación eléctrica (renovable y no renovable). En la mayoría de los casos responde a tres variantes de WACC, 5 %, 7.5 % y 10 %, en dependencia del costo riesgo país para el inversionista, que se definen a partir de cada negociación concreta que se realice al respecto y que cubre un espectro amplio del por ciento de interés y ganancias del inversionista con relación al cliente. En el caso de países considerados de mayores riesgos financieros estos intereses son mayores y conducen, debido a pagos de deudas, a un gran encarecimiento del kWh FV generado.

En la tabla 2 se expresan los resultados del calculo en la formula del costo nivelado LCOE. Nótese la gran sensibilidad y encarecimiento del costo final con respecto a las tasas de descuentos (WACC) utilizados, por lo que los términos de las negociaciones con los inversionistas adquieren una notable relevancia.

**A** = WACC. Tasas de descuento características (costo de capital financiero).

**B** = Aumento del costo específico debido a la tasa de descuento (WACC).

**C** = 2100 + B. Suma total de todos los costos de por vida del SFV.

**D** = B/C = % del costo WACC vs. Costo total de por vida del SFV.

**E** = B/2100 = % del costo WACC vs. Costo MOD+Bos+O-M.

**F** = Costo del kWh en centavos de USD.

**G** = Encarecimiento del costo del kWh debido al WACC.

A (%)	B (USD/kWp)	C (USD/kWp)	D (%)	E (%)	F (Centavos USD/kWh)	G (Centavos USD/kWh)
0	0	2100	0	0	6.1	0
5	1130	3230	35	54	9.5	3.4
7.5	1810	3910	46	86	11.5	5.4
10	2660	4760	56	126	14	7.9

renovable.cu:

PRÓXIMA EDICIÓN DEDICADA A LA ENERGÍA DEL MAR

Cualquier sugerencia o comentario escribir a: [renovablecu@cubaenergia.cu](mailto:renovablecu@cubaenergia.cu)



envíe sugerencias o comentarios a: [renovablecu@cubaenergia.cu](mailto:renovablecu@cubaenergia.cu)