Título: Impacto en el Sistema Eléctrico Nacional de sistemas fotovoltaicos con inversores cargadores

Sumario: Se analiza el impacto de los sistemas fotovoltaicos con baterías e inversores cargadores a partir de proyectos reales y se adelantan acciones para promover una contribución positiva de estos sistemas al SEN.

Por **LUIS GUTIÉRREZ URDANETA**

Introducción

Los inversores cargadores, en los sistemas fotovoltaicos con respaldo, no permiten, debido a su tecnología, exportar energía a la red. La energía fotovoltaica que sobrepasa las necesidades de los consumos eléctricos o de la carga de la batería no se usa.

Por esa razón la relación entre la potencia fotovoltaica máxima y la potencia del inversor cargador es frecuentemente menor o igual que 1 (Tabla1).

CONCEPTOS	Marca/modelo de inversores cargadores								
	MUST			GROWATT		Bluesun	Xindun	Ecoflow	KIMO
	PV18-1512LV	PV39-12048TLV	PV33-5048TLV	SF100000DVM	SFF6000VM	FSK-T-4000W 40A	60248	Delta 3 Clssic	5.5kW
Potencia inversor cargador W	1,500	12,000	5,000	10,000	6,000	4,000	6,000	1,800	5,500
Máxima potencia fotovoltaica Wp	750	10,000	5,000	7,000	5,000	960	5,600	500	5,000
Relación	0.50	0.83	1.00	0.70	0.83	0.24	0.93	0.28	0.91

Tabla 1. Razón de potencias de inversores cargadores[1]

[1] Fichas técnicas de equipamiento

La utilización de los inversores cargadores se optimiza cuando los principales consumos energéticos se realizan en horas de sol. (Gráfico 1)

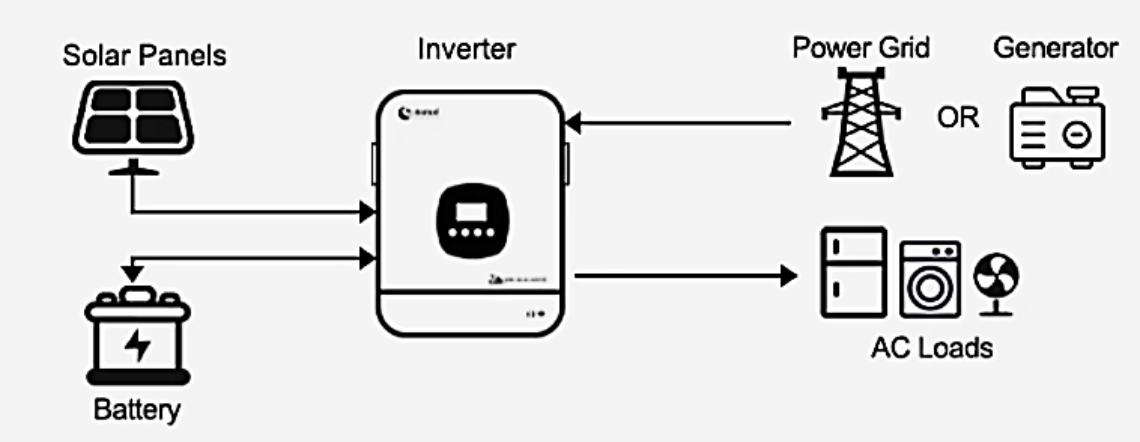


Gráfico 1. Esquema de conexiones de un inversor cargador

Los inversores híbridos tienen dos rasgos que hacen aconsejable su evaluación: admiten una mayor potencia fotovoltaica (Tabla 2) y los excedentes se pueden inyectar en la red. Por ello, en determinadas condiciones, pueden mejorar el balance energético con el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) con respecto a los inversores cargadores, dependiendo del perfil de carga horario, el espacio físico para la colocación de paneles fotovoltaicos y el patrón de cortes eléctricos.[2]

CONCEPTOS	Marca/modelo de inversores híbridos						
	Salicru		Solis		Deye		Goodwe
	Monofásicos	Trifásicos	S6-EH1P8K-L-PLUS	S5-EH1P(3-6)K-L	SUN-12K-SG02	SUN-12K-SG01LP1	GW5000-ES-20
Potencia inversor híbridos W	3 a 8 kW	4 a 12 kW	8,000	6,000	12,000	12,000	5,000
Máxima potencia fotovoltaica Wp	-	-	16,000	12,000	18,000	24,000	7,500
Relación	**1.60**	**1.60**	**2.00**	**2.00**	**1.50**	**2.00**	**1.50**

Tabla 2. Razón de potencias de inversores híbridos[3]

El mercado cubano de equipamiento fotovoltaico para pequeños sistemas

El mercado cubano es relativamente pequeño, con deficiente información, altos precios y con frecuentes rupturas de inventario. Presenta muchas limitaciones, que después se transfieren al diseño e instalación de los sistemas.

[2] Para la inyección de los excedentes en la red es necesario que no exista apagón.

[3] Fichas técnicas de equipamiento

a. Una parte importante se vende en formas de *kits*, con una composición inflexible: tipo y cantidad de módulos fotovoltaicos y capacidad de baterías. Eso se traslada al dimensionamiento de los sistemas, que no se pueden diseñar como "trajes a la medida". Con frecuencia no se ofertan todos los dispositivos y accesorios necesarios.
b. Los componentes, la inmensa mayoría fabricados en China, se importan en pequeños lotes por cadenas de intermediarios desde Panamá, Estados Unidos, México, República Dominicana y España. Como resultado, los precios son extremadamente altos, hasta triplicando y más el precio FOB en China.
c. La oferta mayoritaria es de inversores cargadores, que son más baratos, y no de híbridos.

En el dimensionamiento ineficiente de muchos pequeños sistemas fotovoltaicos con inversores cargadores influye no sólo la poca disponibilidad de espacio físico para colocar paneles, sino la propia composición inflexible de los llamados *kits*. Muchas veces, sin la posibilidad de análisis preliminar, se instalan menos paneles que los necesarios y otras en demasía. Igual ocurre con las baterías. Frecuentemente el inversionista adquiere el *kit* o los componentes "que aparecen", no los idóneos.

Hay casos que entrañan hasta un peligro para la seguridad de la instalación, como la oferta de *kits* con potencia fotovoltaica en demasía, en los cuales la tensión de la cadena de módulos es mayor que aquella capaz de soportar el inversor cargador.

El balance energético con relación al Sistema Eléctrico Nacional

En el artículo "Propuesta de modificación de la política de bonificaciones fiscales para sistemas fotovoltaicos en Cuba"[4] el autor había afirmado que en la muestra de 10 sistemas con inversores cargadores el balance energético con relación al SEN (***BALSEN***) era negativo, es decir, aumentaba el consumo de la red luego de instalados los sistemas fotovoltaicos. Dicho artículo fue replicado por la publicación digital *Cubadebate* y generó útiles comentarios. Algunos requieren aclaraciones, pero otros estimularon a aumentar el tamaño de la muestra y a profundizar en las conclusiones de texto anteriormente mencionado.

Con la instalación de pequeños sistemas fotovoltaicos con respaldo en los sectores residencial y comercial se aspira a cubrir un % alto de las necesidades eléctricas ante interrupciones de red,

[4] Gutiérrez Urdaneta L., https://eleconomista.cu/propuesta-de-modificacion-de-la-politica-de-bonificaciones-fiscales-para-sistemas-fotovoltaicos-en-Cuba/, 24 de septiembre de 2026.

tanto con la energía solar como con la proveniente de la red[5]. Actualmente en el sector residencial las interrupciones eléctricas, como promedio, rebasan las 20 horas en todo el territorio nacional, es decir, existe una disponibilidad de red menor que el 17%.[6]

Siendo,

BALSEN: Balance energético con el SEN en Wh

p: Pérdidas en transmisión y distribución en % (≈ 18.7% en 2023)

Co: Consumo de la red antes de instalado el sistema fotovoltaico (SFV) en Wh. ***Co*** es aproximadamente igual al producto ***d . N*** (sin pérdidas en transmisión y distribución)

C_1: Consumo de la red para las cargas después de instalado el SFV en Wh (sin pérdidas en transmisión y distribución)

N: Necesidades energéticas en Wh

Cs: Consumo solar directo en Wh

Cb: Consumo alimentado desde la batería en Wh

Bcr: Carga de la batería de la red en Wh

e: Eficiencia en la carga de la batería en %

Csb: Consumo solar alimentado desde la batería en Wh

Bcs: Carga de la batería de los paneles solares en Wh

Db: Descarga de la batería en Wh

d: Tiempo proporcional de disponibilidad de red en %

fs: Fracción solar en %. Es el porcentaje de las necesidades energéticas cubiertas con la energía directa de los paneles o la acumulada en la batería cuyo origen es solar.

[5] Las baterías, que se cargan del sistema fotovoltaico y la red, deben haber sido correctamente dimensionadas.

[6] Granma, Suplemento, "El impacto de un castigo colectivo", pág.2, 27 de octubre de 2026.

El BALSEN es el producto del índice de las pérdidas de transmisión y distribución ***(1 + p)*** por la diferencia entre el consumo de la red antes de instalado el sistema fotovoltaico (***Co***) y después (***C_1***).

$$BALSEN = (1 + p) * [Co - C_1] \quad (1)$$

Como no es posible medir el consumo de origen solar alimentado desde la batería (***Cdb***), entonces este se calcula como una proporción correspondiente a la carga solar de la batería (***Bcs***) con relación a la carga total de la misma tanto de la red como solar (***Bcr + Bcs)*** y su resultado de aplica a la descarga de la batería (***Db***).

$$Csb = Db \,.\, Bcs \,/(Bcr + Bcs) \quad (2)$$

Como la fracción solar (***fs***) es la proporción en % de las necesidades energéticas (***N***) cubiertas con la energía directa de los paneles (***Cs***) o la acumulada en la batería cuyo origen es solar (***Csb***)

$$fs = (Cs + Csb) / N \quad (3)$$

Como ***C_1*** es el consumo de la red para las cargas después de instalado el SFV en Wh (sin pérdidas en transmisión y distribución).

$$C_1 = N - Cs - Cb + Bcr / e \quad (4)$$

Entonces, realizando en ***(1)*** algunas sustituciones algebraicas del resto de las ecuaciones, se obtiene que:

$$BALSEN = (N \,.\, (fs + d - 1) - Csb + Cb - Bcr / e) \,.\, (1+ p) \quad (5)$$

Si ***BALSEN*** > 0, con el sistema fotovoltaico con respaldo se ha reducido el consumo de la red. Si es menor que cero el efecto es contrario.[7]

[7] No se incluye la exportación de energía en las ecuaciones, debido a que se está tratando con inversores cargadores.

¿Siempre los sistemas con inversores cargadores producen un balance energético negativo con el SEN?

Existe la creencia popular de que la instalación de sistemas fotovoltaicos con respaldo, en la medida que sustituyen parcialmente energía de la red, alivian al SEN: esto no siempre es así. Para lograr un efecto positivo sobre el SEN se requiere, como se verá, un cuidadoso diseño del sistema.

Una batería que también se carga desde la red puede aumentar el consumo del SEN cuando la energía solar disponible es insuficiente para mantener una alta fracción solar. En ese caso, una parte importante de la energía almacenada tiene origen en la red y, al pasar por los procesos de carga y descarga de la batería, sufre pérdidas inevitables. Por otra parte, la potencia de carga desde la red suele ser superior a la potencia solar disponible durante buena parte del día, por lo que aumenta la participación de la red en el almacenamiento. Si a ello se suma que los excedentes solares no pueden exportarse, el sistema puede aportar respaldo al usuario sin reducir, e incluso aumentar la energía que el SEN debe generar.

De acuerdo a la ecuación ***(5)***, el ***BALSEN*** depende de varios factores. Para evaluar la dependencia del ***BALSEN*** con relación a los mismos, se utilizó una muestra de 60 observaciones obtenidas de la simulación de 15 proyectos técnicos recientes en 4 escenarios diferentes de disponibilidad de red, correspondientes a instalaciones comerciales y residenciales de las provincias de La Habana, Mayabeque y Camagüey. Las premisas fueron:

- 4 escenarios de interrupciones aleatorias de red:
    - 50% tiempo de indisponibilidad (1-***d***) entre 10 y 16 horas sin red
    - 60% tiempo de indisponibilidad (1-***d***) 10 y 18 horas sin red
    - 70% tiempo de indisponibilidad (1-***d***) entre 15 y 21 horas sin red
    - 75% tiempo de indisponibilidad (1-***d***) entre 12 y 30 horas sin red
- Para el cálculo del tamaño de la batería se asumió que el faltante de energía sería el 5% de las necesidades energéticas. Las baterías se pueden cargar totalmente en 2 horas.
- Las pérdidas en transmisión y distribución de la red serían del 18.7%.[8]
- La eficiencia de carga y descarga de la batería es 95% y la profundidad de descarga 90%.
- Las necesidades energéticas se obtuvieron de los perfiles horarios de carga.

[8] Ver Anuario Estadístico 2025, "Electricidad en Cuba. Indicadores seleccionados 2024", ONEI, mayo 2025.

- La energía solar disponible se obtuvo mediante el *software PVsyst*, considerando los datos meteorológicos, la inclinación y azimut de los paneles fotovoltaicos y las pérdidas mediante construcciones perspectivas en 3D y las características de cada sitio.
- Las simulaciones para la determinación precisa de los resultados de las variables de las ecuaciones (3) y (4) se realizaron mediante un programa desarrollado por el autor el cual realiza la simulación y el balance energético anual considerando las 8 760 horas del año. El algoritmo sigue una secuencia de balance energético similar a la del *PVsyst* con almacenamiento, pero incorporando la carga de baterías desde la red eléctrica (Gráfico 2). [9]

Beneficio Alquízar II		TIPO DE INVERSOR	INVERSOR CARGADOR	Pérdidas transmisión y distribución	18.7%	Cálculo Batería	Ir abajo
28,672		RÉGIMEN DE APAGONES	75% tiempo entre 12 y 30 horas sin red	% faltante energía	5.0%		
95%	DOD 90%	Energía disponible batería	25,805				

Unidades en Wh

Necesidades energéticas (N)	Energía fotovoltaica disponible	Consumo solar directo	Electricidad de la red para las cargas	Electricidad necesaria de la batería	Potencial Carga solar batería	Carga solar batería	Energía no usada	Cargas servidas desde la batería	Con pérdidas en batería: Carga solar batería	Carga red batería	Descarga batería	Carga disponible batería
624	0	0	624	0	0	0	0	0	0	0	0	25,805
624	0	0	0	624	0	0	0	624	0	0	657	25,148
624	0	0	0	624	0	0	0	624	0	0	657	24,491
8,979,000	8,613,190	5,324,858	933,262	2,720,880	3,288,332	1,420,344	1,867,988	2,717,904	1,349,327	1,510,241	2,860,881	*SOC prom. 88%*

SISTEMA CON INVERSOR CARGADOR

Resultados			Balance con el SEN	
Energía Solar Aprovechada FV	6,745,202	**78.3%**	Energía de la red sin sistema fotovoltaico	2,606,709
Energía solar no usada	1,867,988	**21.7%**	% Energía SEN / Necesidades energéticas sin SFV	29.0%
Energía exportada	//////////	//////////	Energía de la red con sistema fotovoltaico	2,994,789
Consumo solar (directo más batería)	6,674,805	//////////	% Energía SEN / Necesidades energéticas con SFV	33.4%
Fracción Solar fs	//////////	**74.3%**	BALSEN	**-388,080**
Faltante de energía	2,976	0.0%	% BALSEN / Necesidades energéticas	**-4.3%**
Horas sin energía	5	0.1%		

Gráfico 2. Vista parcial de una de las hojas del programa "Inversores y Balance de energía con SEN.xlsm"

Los resultados de la regresión, con un nivel de confianza el 95%, con altísimos coeficientes de correlación múltiple y determinación, se muestran en la Tabla 3.

El elevado coeficiente de determinación obtenido no resulta sorprendente, ya que la regresión se realizó sobre el resultado de simulaciones energéticas anuales y no sobre mediciones de campo.

[9] Programa "Inversores y Balance de energía con SEN.xlsm". El *software PVsyst* no permite realizar simulaciones con baterías que se cargan también con la red. No hay perspectivas de que el desarrollo de esta variante se considere en el futuro cercano por sus desarrolladores. Ver https://forum.PVsyst.com/topic/4005-charging-storage-battery-from-grid/, 11 de agosto de 2024.

Durante el análisis se evaluaron variables como la energía solar disponible, las necesidades energéticas, la disponibilidad de red y la capacidad de almacenamiento. Sin embargo, se constató que la mayor parte de la variación del ***BALSEN*** quedaba explicada por la Fracción Solar y el grado de disponibilidad de la red.[10]

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,999389198
Coeficiente de determinación R^2	0,998778769
R^2 ajustado	0,998735919
Error típico	0,007346574
Observaciones	60

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	*Suma de cuadrados*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Valor crítico de F*
Regresión	2	2,516031694	1,258015847	23308,61394	0,0000
Residuos	57	0,003076412	5,39721E-05		
Total	59	2,519108106			

	Coeficientes	*Error típico*	*Estadístico t*	*Probabilidad*
Intercepción	-1,233311426	0,004871935	-253,1461047	0,0000
Disponibilidad de red	1,280526816	0,009848434	130,0233891	0,0000
Fracciòn Solar	1,260029764	0,006665306	189,0430447	0,0000

Tabla 3. Resumen de resultados de la regresión múltiple

De aquí se extrae la siguiente ecuación de regresión:

BALSEN/Necesidades energéticas = -1,233311426 + 1,280526816 . d + 1,260029764 . fs ***(6)***

Si se considera como constante ***d*** para un determinado proyecto, derivando,

ð [BALSEN/Necesidades energéticas] / ð fs = 1,260029764 ***(7)***

[10] El tamaño de las baterías también influye, pero se tomó como premisa que para el cálculo del tamaño de la batería se asumió que el faltante de energía sería el 5% de las necesidades energéticas. Su influencia en el balance energético se analizará posteriormente.

Por cada % de incremento de la ***Fracción Solar*** aumentaría un 1.26% el ***BALSEN/Necesidades energéticas***. Esta relación marginal tiene utilidad para evaluaciones preliminares.

Para el escenario de un 75% de indisponibilidad de red en el año, con periodos de apagones determinados aleatoriamente entre 12 y 30 horas, en 14 de los 15 proyectos analizados, la razón ***BALSEN/Necesidades energéticas*** es negativa (tabla 4).[11]

No.	Sitio	Potencia fotovoltaica kWp	Horas de apagòn	Disponibilidad de red	Fracciòn Solar	% BALSEN / Necesidades energéticas	Energía solar no usada
1	TCP Bejucal	2,10	18,1	25%	40%	**-42%**	27%
2	Empresa estatal I	8,16	18,1	25%	34%	**-49%**	1%
3	Empresa estatal II	8,16	18,1	25%	41%	**-40%**	1%
4	TCP CUPET	6,10	18,1	25%	47%	**-33%**	2%
5	TCP Regla	14,60	18,1	25%	45%	**-35%**	7%
6	TCP Restaurante Miramar	19,30	18,1	25%	45%	**-35%**	14%
7	TCP Miramar	1,22	18,1	25%	42%	**-39%**	16%
8	Privado Miramar	2,14	18,1	25%	25%	**-61%**	11%
9	Empresa mixta Playa	6,10	18,1	25%	46%	**-33%**	4%
10	Privado Vedado	8,54	18,1	25%	26%	**-59%**	14%
11	TCP Camaguey	30,60	18,1	25%	68%	**-5%**	20%
12	TCP La Verbena	6,10	18,1	25%	79%	**8%**	27%
13	Empresa estatal III	4,50	18,1	25%	24%	**-62%**	27%
14	Privado San Miguel	3,60	18,1	25%	53%	**-25%**	39%
15	TCP Rampa	2,50	18,1	25%	37%	**-45%**	10%

Tabla 4. BALSEN/Necesidades energéticas de 15 sitios con disponibilidad de red del 25%

La causa fundamental del ***% BALSEN/Necesidades energéticas*** negativo en la inmensa mayoría de los casos, en el escenario mencionado, es una insuficiente ***Fracción Solar***, como el porcentaje de las necesidades energéticas cubiertas con la energía directa de los paneles o la acumulada en la batería cuyo origen es solar.[12]

[11] Escenario no muy lejano de la realidad para la mayoría de los sitios en el territorio nacional. Ello implicaría un promedio de 18.1 horas diarias de apagones.

[12] Las tarifas eléctricas en Cuba, teniendo en cuenta la depreciación del peso, contienen un importante subsidio, lo que hace que los individuos prioricen el bienestar o la continuidad del negocio, y al parecer se muestren indiferentes ante un aumento del consumo eléctrico. La misma tarifa de 90 CUP por kWh exportado va perdiendo su contenido estimulante.

Para modificar este asunto hay, entre otras, tres posibles soluciones: el aumento de la potencia fotovoltaica[13] para incrementar el consumo solar, la reducción de las cargas a alimentar en el circuito de emergencia para disminuir las necesidades energéticas y la consideración de inversores híbridos en aquellos sitios en los cuales la energía solar no usada (excedentes) sea significativa.

Con un dimensionamiento adecuado y suficiente espacio físico para la instalación de paneles, podría obtenerse un ***BALSEN*** positivo con inversores cargadores, aunque no sea lo más frecuente en la práctica.

Análisis de sensibilidad

Con el aumento de la potencia fotovoltaica se puede tornar en positivo un ***BALSEN*** negativo.

La reducción de las necesidades energéticas del circuito de emergencia mejora el ***BALSEN*** y reduce el tamaño de las baterías.

Debido a la rigidez de los *kits* o la instalación de pequeños sistemas sin proyecto técnico muchas veces se sobredimensiona el tamaño de las baterías. Además de ser más costoso para el cliente, un aumento del tamaño de capacidad de acumulación también deteriora el ***BALSEN***. Desafortunadamente, su sobredimensionamiento es una práctica bastante extendida.

Por otra parte, aun manteniendo la misma potencia fotovoltaica con la instalación de inversores híbridos, debido al vertido de excedentes, mejora el balance con el SEN. Los inversores híbridos son más caros, y la decisión final pasa por un análisis técnico económico[14]. En la Tabla 5 de muestran cuatro sitios con evaluación de los impactos de un aumento de la potencia fotovoltaica con el uso de inversores cargadores e híbridos, la reducción en un 30% de las necesidades energéticas, el uso de inversores híbridos manteniendo la potencia fotovoltaica y la duplicación de la capacidad de acumulación.

---

[13] Aquí es donde los llamados *kits*, inflexibles en cuanto a la cantidad de paneles ofertados o las limitaciones de potencia fotovoltaica máxima de los inversores son un obstáculo. De instalarse en inversor de más potencia, para aumentar la potencia fotovoltaica, puede que se reduzca la eficiencia en su funcionamiento.

[14] Los inversores híbridos cuestan entre un 40% y un 90% más que los inversores cargadores para la misma potencia.

		PROYECTOS ORIGINALES				PROYECTOS CON CAMBIOS				
No.	Sitio	Potencia FV kWp	Horas de apagòn	Disponibilidad de red	% BALSEN / Necesidades energéticas	Δ 40% potencia fotovoltaica con inversor cargador	Δ potencia fotovoltaica e inversor híbrido*	Reducción necesidades en 30%	Con inversor hìbrido	Con doble tamaño de batería
11	TPC Camaguey	30,60	18,1	25%	**-5%**	**1%**	-	**1%**	**3%**	**-11%**
12	TCP La Verbena	6,10	18,1	25%	**8%**	-	-	**14%**	**19%**	**4%**
14	Privado San Miguel	3,60	18,1	25%	**-25%**	-	**5%**	**-18%**	**-9%**	**-32%**
15	TCP Rampa	2,50	18,1	25%	**-45%**	-	**4%**	**-32%**	**-43%**	**-52%**
* Δ de potencia fotovoltaica en 1.5 veces en Privado San Miguel y 0.5 veces en TPC Rampa										

Tabla 5. Impactos de cambios en los proyectos y el BALSEN

En el caso del TCP Camagüey, manteniendo el inversor cargador, pero aumentando la potencia fotovoltaica en 40% se obtiene un ***BALSEN*** positivo. En los casos del Privado San Miguel y el TCP La Rampa, un aumento de la potencia fotovoltaica y el uso simultáneo de inversores híbridos pueden hacer que el ***BALSEN*** se convierta también en positivo.

La reducción de las necesidades energéticas y la instalación de inversores híbridos, aun manteniendo constante la potencia fotovoltaica, benefician el ***%BALSEN/Necesidades energéticas***. El aumento del tamaño de las baterías lo deteriora.

Conclusiones

La crisis actual del SEN exige que el despliegue de las fuentes renovables de energía alivie a la red en vez de recargarla.

Se proponen las siguientes acciones:

- Los incentivos fiscales solo deben ser otorgados cuando exista un ahorro de energía proveniente del SEN. Para los sistemas con inversores cargadores debe establecerse como condición para la bonificación fiscal anual, sea que el sistema fotovoltaico con respaldo abarque todo el circuito de la instalación o exista un circuito de emergencia, que el ***BALSEN*** real sea positivo e igual o superior al calculado en el proyecto en el año. Por lo tanto, su mantenimiento debe estar condicionado a que el beneficio energético para el SEN se conserve durante el periodo de aplicación del incentivo (hasta 8 años). Para la determinación del ***BALSEN*** en el proyecto se tomará como referente la energía de la red realmente consumida del SEN sin sistema fotovoltaico, de ser posible. Ello exigiría una estrecha colaboración de las OBE territoriales para definir, al menos de manera estimada, el patrón de indisponibilidad de red a utilizar, así como el consumo de referencia a utilizar (***Co***).

- La ONURE, la UNE y otras instituciones deben revisar a profundidad los proyectos técnicos y acompañar a los inversionistas en la toma de la mejor decisión tanto para el cliente como para el país, siempre que sea posible. Deben promoverse sistemas que alivien al SEN.
- Hoy, debido a la facilidad de instalación y su costo relativamente menor, las estaciones de carga portátiles son un producto muy demandado. Una gran parte de ellas, como las marcas *Ecoflow* y *Bluetti* se fabrican en China, pero se importan desde los Estados Unidos. La relación entre la potencia máxima fotovoltaica que admiten y la potencia del inversor es baja, pues están diseñadas para actividades de ocio y apagones no prolongados. La ONURE podría explorar otras marcas y modelos producidos en China con una mayor relación Potencia Fotovoltaica Máxima/Inversor (*FV/I*), por ejemplo, *Zendure Superbase Pro 2000 kW*, *FV/I*= 0,90[15] y *OUPES Mega 2 2500 kW*, *FV/I*= 0,84[16], y trazar políticas para su importación y comercialización. Algo similar podría hacerse con los inversores cargadores.
- La ONURE también podría regular la proscripción de *kits* inflexibles por parte de los oferentes, de manera que se puedan instalar sistemas fotovoltaicos eficientes. Esto no implica prohibir la oferta de *kits* como referencia, sino que puedan ser modificados según las necesidades reales de cada proyecto.
- Debe incentivarse, previo análisis económico, la instalación de inversores híbridos siempre que sea posible técnicamente y factible desde el punto de vista económico. Pero en todos los casos la bonificación fiscal debe estar alienada con un BALSEN positivo.
- Son necesarias acciones para abaratar, flexibilizar y diversificar la oferta de equipamiento fotovoltaico. Un negocio conjunto con empresas chinas, preferiblemente fabricantes, podría ser un elemento importante en el desarrollo del mercado de equipamiento.

De lo que se trata no es de prohibir el uso de inversores cargadores o de estaciones de carga portátiles, sino de establecer políticas que estimulen y promuevan la conformación de sistemas fotovoltaicos que alivien al SEN y contribuyan a su recuperación.

El autor pone a disposición de la ONURE, la UNE y cualquier otra institución pública cubana el *software* desarrollado para su evaluación y posible aplicación, de ser de interés.

---

[15] https://www.tecnicol.es/tienda/zendure-superbase-pro-2000-2096wh-2000w/

[16] https://www-thesolarlab-com.translate.goog/review/oupes-mega-2-power-station-review?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc+

Luis Gutiérrez Urdaneta, es especialista en diseño de parques fotovoltaicos en la empresa Soluciones Energéticamente Eficientes

4 de noviembre de 2026