

## AVANCES Y DESAFÍOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICA DISTRIBUIDA EN LA CNEA

Juan Plá<sup>1,2,3</sup>, Mariela Videla<sup>1</sup>, Ismael Eyra<sup>1,4</sup>, Claudio G. Bolzi<sup>1</sup>, Juan I. Pérez<sup>1</sup>,  
Sebastián Muñoz<sup>1</sup>, Julio C. Durán<sup>1,5</sup>, Mónica Martínez Bogado<sup>1,2,5</sup>

<sup>1</sup>Departamento Energía Solar, CNEA

<sup>2</sup>Instituto de Nanociencia y Nanotecnología, CONICET-CNEA

<sup>3</sup>Instituto de Tecnología Prof. Jorge Sábato, CNEA-UNSAM

<sup>4</sup>Centro de Investigación Hábitat y Energía CIHE, FADU-UBA

<sup>5</sup>Escuela de Ciencia y Tecnología, UNSAM

Tel. +54 11 6772 7837 – e-mail: [monicamartinez@cnea.gob.ar](mailto:monicamartinez@cnea.gob.ar)

**RESUMEN:** La tecnología solar fotovoltaica se ha convertido en un actor principal en la transición hacia una matriz eléctrica limpia y sostenible a nivel global. Argentina ha experimentado un crecimiento sostenido en este sector, impulsado por leyes y regulaciones nacionales y provinciales, además de sus compromisos internacionales para reducir las emisiones y combatir el cambio climático. La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) ha asumido un compromiso en este ámbito mediante proyectos de inversión en sistemas de generación fotovoltaica distribuida. Estos proyectos buscan cumplir con las Leyes Nacionales 27.191, de fomento a las fuentes renovables, y 27.424, que regula la generación distribuida. Uno de sus principales objetivos es instalar sistemas fotovoltaicos conectados a la red de baja tensión en edificios públicos de la CNEA, con la meta de proveer cerca del 8 % del consumo eléctrico anual. En este trabajo se presentan los avances del último año en estos proyectos, incluyendo actividades de investigación, cambios en la legislación, y perspectivas futuras. También se abordan las dificultades enfrentadas. Se espera que estos proyectos continúen, reforzando la contribución del sector público, a través de la CNEA, en la transición energética del país.

**Palabras clave:** energía solar fotovoltaica, generación distribuida, transición energética, responsabilidad ambiental institucional.

### INTRODUCCIÓN

La tecnología solar fotovoltaica (FV) se ha establecido a nivel global como la principal fuente de generación eléctrica de bajas emisiones, compitiendo económicamente a su vez con las denominadas fuentes convencionales. La evolución del crecimiento de la potencia instalada de solar FV, producto de las políticas de promoción e inversión llevadas a cabo por numerosos países en las últimas décadas, se observa en la Figura 1. El hito del TW de potencia instalada acumulada fue alcanzado durante 2022, mientras que en 2024 dicha potencia se duplicó en exceso llegando a los 2,2 TW. Sin embargo, este notable crecimiento no es suficiente para limitar el aumento de la temperatura global a 1,5°C, establecido en el Acuerdo de París, para lo cual es necesario multiplicar varias veces este valor (Haegel et al, 2023; Jäger-Waldau, 2025). Según el escenario actualizado desarrollado por la IEA (*International Energy Agency*) conducentes a emisiones netas igual a cero (*Net Zero Emissions*, NZE) en 2050, las fuentes renovables deberían dar cuenta del 59 % de la energía generada en 2030 y arriba del 88 % en 2050, para valores totales de 23.337 TWh y 70.936 TWh respectivamente (Jäger-Waldau, 2025). La previsión en particular para la generación por solar FV asciende a 9.212 TWh en 2030, para un total de 6,7 TW instalados (Jäger-Waldau, 2025), es decir 3 veces el valor de 2024.



La Argentina no ha sido ajena a esta tendencia general, y desde 2006 ha instrumentado diversas iniciativas de legislación nacional tendientes a la promoción de las energías renovables, así como también lo hicieron varios estados provinciales. Estas decisiones políticas facilitaron la adopción de tecnologías de generación de energía renovable, entre ellas la energía solar FV. La Figura 2 muestra la evolución de la participación de las diferentes fuentes de energía en la matriz eléctrica entre los años 1996 y 2024 (CAMMESA, 2025). Se observa una fuerte predominancia de las centrales térmicas (combustibles fósiles) y un crecimiento sostenido, a partir del año 2018, de las fuentes renovables que incluyen, entre otras, las energías eólica, solar e hidráulica, esta última con potencias de hasta 50 MW según lo establecido en la Ley 27.191. Las centrales hidroeléctricas de potencia superior a 50 MW se consideran aparte. La generación con fuentes renovables en 2024 totalizó 22.877 GWh, de los cuales 3.941 GWh (17,2 %) fueron de origen solar FV (CAMMESA, 2025).

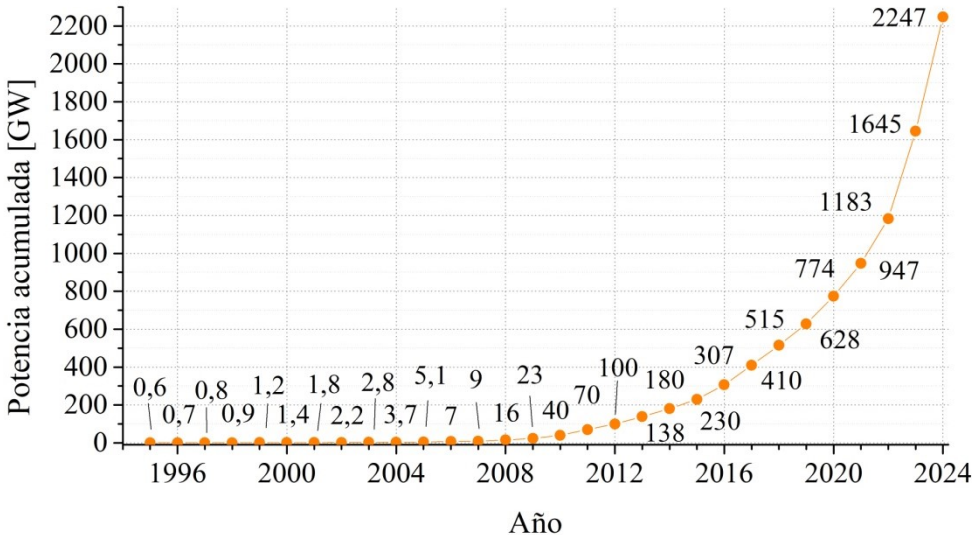


Figura 1: Evolución de la potencia instalada de Energía Solar Fotovoltaica global (1995-2024). Elaboración propia a partir de datos extraídos de REN21 (2013), REN 21 (2024), e IEA (2025).

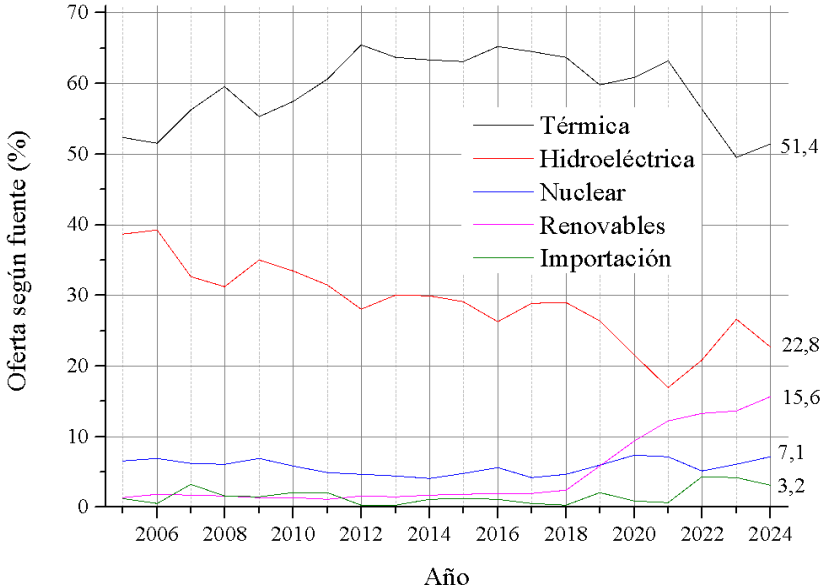


Figura 2: Evolución de la contribución de cada fuente de generación eléctrica a la oferta de energía en 2005-2023. Hidroeléctrica se refiere a centrales de potencia (>50 MW). Elaboración propia a partir de datos extraídos de CAMMESA (2025).

La potencia total de centrales FV en operación a mayo de 2025 ascendió a 2.177 MW, instalada principalmente en el noroeste del país (854 MW) y en la región cuyana (835 MW). Por su parte, la generación distribuida mediante fuentes renovables ha tenido un cierto avance, aún incipiente, ya sea en

forma de pequeñas plantas con potencias entre 100 kW y 500 kW (PROINGED, 2025; EE, 2025) o en instalaciones de usuarios del sistema eléctrico. Asimismo, en el marco de la Ley 27.424 de promoción de la generación distribuida mediante fuentes renovables (ver siguiente sección), a junio de 2025 había en el país 2.918 usuarios-generadores, con una potencia total instalada de aproximadamente 78 MW (MECON, 2025).

En este artículo se da cuenta de los avances realizados en la CNEA en generación FV distribuida, como parte del aporte institucional a la concreción de los objetivos de las leyes nacionales vigentes mencionadas. En referencia a este contexto, se pasa revista a las novedades en la legislación y regulación referidas a dicha tecnología. Se incluyen, asimismo, las actividades de investigación y desarrollo llevadas a cabo en el último año relacionadas con los sistemas FV instalados, así como las dificultades y desafíos que se encontraron durante el desenvolvimiento de la actividad.

## **GENERACIÓN DISTRIBUIDA - LEGISLACIÓN Y REGULACIÓN**

La Ley 27.424, promulgada a fin del año 2017 y reglamentada mediante el Decreto 986/2018, estableció un régimen de fomento para la generación distribuida mediante energías renovables, que habilita a los usuarios a instalar sistemas de generación de electricidad a partir de fuentes renovables conectados a la red eléctrica pública para autoconsumo e inyección de excedentes. A fines de 2024, el Régimen de Generación Distribuida (Ley 27.424) contaba con 18 jurisdicciones adheridas y 330 Distribuidoras y Cooperativas inscriptas en la plataforma, según datos del Reporte Anual 2024 (MECON, 2025). Las provincias de Santa Fe y Santiago del Estero se encuentran adheridas al régimen nacional pero aún no registran distribuidoras o cooperativas inscriptas. Si bien la ley nacional contempla diferentes fuentes renovables, la generación distribuida en áreas urbanas se encuentra ampliamente dominada por la energía solar fotovoltaica (en el país y en el mundo en general), por tratarse de una tecnología modular, económica, sin partes móviles, libre de ruido y fácilmente integrable en la edificación.

El Decreto DNU 70/2023 del Poder Ejecutivo Nacional de diciembre de 2023 (DNU, 2023), derogó los artículos 16 al 37 de la Ley 27.424, correspondientes a los siguientes capítulos:

- Capítulo V – Fondo Fiduciario para el Desarrollo de la Generación Distribuida
- Capítulo VI – Beneficios promocionales
- Capítulo VII – Régimen de fomento de la industria nacional

La eliminación de todas las herramientas de promoción previstas originalmente en la Ley 27.424, “Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública”, modificó drásticamente el espíritu de la ley.

Con anterioridad a la ley nacional, algunas jurisdicciones desarrollaron regulaciones para la generación distribuida. Santa Fe fue la primera provincia en habilitar la generación eléctrica distribuida en baja tensión para usuarios particulares, en el año 2013, y en 2024 adhirió a la Ley 27.424 (SF, 2024). Posteriormente se sumaron, en 2014 la provincia de Salta, que hasta el momento no adhirió a la Ley 27.424, y la provincia de Mendoza, que adhirió a la Ley 27.424 (MZA, 2018). En Videla et al. (2023) puede verse una descripción de las diferentes regulaciones sobre generación distribuida mediante energías renovables en las jurisdicciones del país con mayor desarrollo de esta tecnología.

En lo referente a cuestiones técnicas, la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) emitió en el año 2015 la Reglamentación AEA 90364-7-712 (AEA, 2015), “Sistemas de suministro de energía mediante paneles solares fotovoltaicos”, que no contempla sistemas con acumulación de energía. En la actualidad, se encuentra en etapa de desarrollo una actualización de dicha reglamentación, AEA 90364-7-712 Edición 02, que amplía el alcance de la Edición 2015 incluyendo sistemas de almacenamiento de energía. Asimismo, a mediados de 2025 la AEA emitió la reglamentación AEA 90364-8-2 “Instalaciones eléctricas de prosumidores en baja tensión” (AEA, 2025), basada en la IEC 60364-8-82:2022 (IEC, 2022), que se aplica a instalaciones conectadas o no a una red de distribución capaces de operar con fuentes de alimentación y/o unidades de almacenamiento locales.

Por su parte, el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) publicó, en el año 2023, la Norma IRAM 210025, Energía solar – Inversores bidireccionales para la conexión a la red de distribución – Requisitos generales (IRAM, 2023).

## **GENERACIÓN FOTOVOLTAICA DISTRIBUIDA EN LA CNEA**

A fin de contribuir a dar cumplimiento a lo establecido en las Leyes 27.191 y 27.424, desde el año 2021 la CNEA ejecuta Proyectos de Inversión (BAPIN) para la instalación de sistemas de generación FV distribuida en los Centros Atómicos Constituyentes (CAC) y Ezeiza (CAE), con el objetivo principal de proveer alrededor del 8 % del consumo eléctrico anual con fuentes renovables. En contribuciones anteriores (Durán et al., 2023; Durán et al., 2024) se presentaron los alcances, objetivos y contribuciones específicas a la sustentabilidad y eficiencia energética de dichos proyectos. En lo que sigue, se presentan los avances y novedades registrados entre mediados de 2024 y 2025.

Las restricciones presupuestarias imperantes en la administración pública nacional (APN), sumadas al cambio de autoridades, tuvieron como consecuencia el cierre de uno de los proyectos de inversión (el centrado en el Centro Atómico Constituyentes, CAC) sin haber cumplido la totalidad de los objetivos del mismo. En cuanto a la potencia instalada, la misma se encuentra en el nivel consignado en Durán et al., 2024, es decir en algo menos de la mitad de la potencia prevista originalmente. El segundo proyecto de inversión, centrado en el Centro Atómico Ezeiza (CAE), tuvo en 2025 presupuesto no nulo por primera vez, aunque el mismo se agotó en el pago de deudas con los proveedores, principalmente por la diferencia de cambio luego de la fuerte devaluación del peso ocurrida en diciembre de 2023.

No obstante, a la espera de un refuerzo presupuestario, se iniciaron expedientes de compra dirigidos a la adquisición de equipamiento de laboratorio y componentes para futuras instalaciones. Una de ellas corresponde a la propuesta de estudiar los beneficios bioclimáticos de instalaciones fotovoltaicas BIPV (integradas a la arquitectura), consignada en las contribuciones anteriores ya citadas. Para dicho estudio, se prevé la adquisición de sensores de temperatura y humedad (con el trámite de compra avanzado) y de una estructura metálica para una pequeña instalación piloto de 15 kW con orientación este-oeste, de manera que permita cubrir con sombras continuas producidas por la instalación un porcentaje importante de la cubierta plana del edificio que ocupa la guardia y el centro de cómputos del CAE. Asimismo, se encuentra en trámite además la adquisición de módulos FV (60 kW), e inversores FV (50 kW), así como de un trazador I-V que permitirá la caracterización eléctrica de módulos y cadenas de módulos *in-situ*.

### ***Análisis de la generación y simulación de un sistema FV de 20 kW***

El monitoreo de la energía generada resulta de interés al efecto de la evaluación de la contribución de los sistemas FV instalados a la satisfacción del consumo de los edificios de los Centros Atómicos de la CNEA, al mismo tiempo que permite estimar la eficiencia de estos sistemas y mantener alertas tempranas por posibles fallos.

Como ejemplo de esta tarea, en la Figura 3 se muestra la generación mensual de una de las instalaciones, que corresponde al sistema de 20 kW ubicado en el edificio 40 del CAC para los meses de enero a julio de 2025.

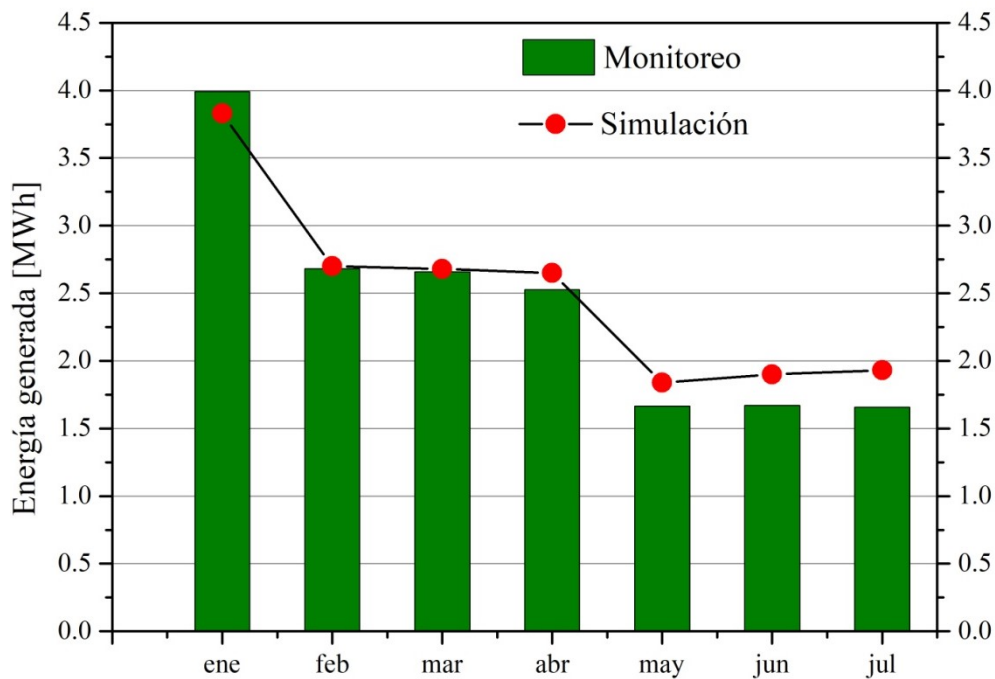


Figura 3: Generación mensual entre enero y julio de 2025 del sistema ubicado en el edificio 40 del CAC. La línea representa la energía obtenida por simulación mediante el programa PVSyst.

El monitoreo de la energía generada fue realizado a partir de los datos provistos por el inversor de dicha instalación, mientras que la simulación fue realizada utilizando el programa PVSyst a partir de datos de radiación solar global sobre plano horizontal registrados en el sitio.

Respecto a las diferencias entre generación y simulación observadas anteriormente (Durán et al., 2024), en este caso se revisaron en la simulación las distancias entre hileras de módulos FV, y además se incluyeron las producidas por la estructura edilicia circundante no consideradas en la citada contribución. Las diferencias entre la generación medida y la simulada observadas en los meses centrados en el solsticio de invierno (mayo, junio y julio), parecerían indicar que las pérdidas por sombras obtenidas por simulación no se ajustan completamente a la realidad. Se requiere por lo tanto revisar la ubicación y altura de la edificación contigua (o cercana) así como los desniveles en la cubierta, a fin de detectar el posible origen de las diferencias identificadas. Otra posible fuente de estas diferencias, a explorar, es la eventual falta de coincidencia en la configuración de las cadenas de módulos con la efectivamente instalada, así como en el modelado interno del módulo asumido por PVSyst.

#### ***Ensayo de módulos fotovoltaicos afectados por eventos meteorológicos***

Se aplicaron procedimientos basados en ensayos bajo norma desarrolladas por el Departamento Energía Solar de la CNEA para el ensayo de módulos FV (caracterización eléctrica e inspección visual por electroluminiscencia) con el objetivo de evaluar el estado de los módulos de una de las instalaciones (50 kW, Edificio 42, CAC) involucrados en los graves daños (ver Figura 4) producidos durante el evento meteorológico extremo ocurrido el 17/12/2023 (Durán et al., 2024). Los resultados obtenidos se presentan en las siguientes secciones.

#### ***Caracterización eléctrica***

Para medir la característica eléctrica corriente-tensión ( $I-V$ ) se utilizó un simulador solar pulsado de gran área (*Large Area Pulsed Solar Simulator, LAPSS*) Alpha-Omega y una celda de referencia calibrada *Solar World*. La medición se realizó a temperatura ambiente ( $21 \pm 1$  °C) y una irradiancia de 1 kW/m<sup>2</sup>.



Figura 4. Estado del ala oeste del sistema de 50 kW (Edificio 42, CAC) consecuencia del temporal del día 17/12/2023.

Se caracterizaron un total de 23 módulos marca Amerisolar de 445 W de potencia nominal, uno de los cuales no tiene uso previo y se utilizó como módulo de referencia. Las curvas  $I-V$  obtenidas fueron corregidas a las condiciones normalizadas de temperatura ( $25^{\circ}\text{C}$ ), obteniéndose de las mismas los parámetros eléctricos  $P_{\text{MAX}}$  (potencia máxima),  $V_{\text{OC}}$  (tensión de circuito abierto),  $I_{\text{SC}}$  (corriente de cortocircuito) y  $FF$  (factor de forma). Se calcularon luego las desviaciones porcentuales de cada parámetro  $P$  respecto a los valores correspondientes al módulo de referencia ( $P_0$ ) según la expresión:

$$\Delta P = 100 * \frac{P - P_0}{P_0} \quad (1)$$

Los valores obtenidos se muestran en la Tabla 1. La tendencia que se observa es que básicamente todos los parámetros eléctricos de los módulos ensayados muestran valores inferiores (es decir diferencias porcentuales negativas) respecto a aquellos correspondientes al módulo de referencia, destacándose  $P_{\text{MAX}}$  con  $-4,3\%$  en promedio.

Las desviaciones estándar de los promedios son relativamente altas, sobre todo en el caso de  $P_{\text{MAX}}$  y  $FF$  (ver Tabla 1), lo cual se debe a casos puntuales de módulos donde se verifica una degradación arriba (o muy arriba) del promedio. Utilizando como criterio de exclusión una desviación porcentual de  $P_{\text{MAX}}$  mayor al  $4\%$  (que excluye los módulos 6, 11, 12, 20, y 22), los parámetros mantienen la misma tendencia pero con una desviación estándar menor y por debajo del promedio con la excepción del  $FF$ , donde excluidos los casos más graves, en promedio se mantiene esencialmente invariante. Esto se puede ver en las cantidades identificadas con (\*) en la Tabla 1. La desviación porcentual de  $P_{\text{MAX}}$  utilizado como criterio de exclusión, se basa en el hecho de que este parámetro muestre una clara degradación respecto al correspondiente al módulo de referencia, y en particular es consistente con la tolerancia declarada por el fabricante para  $P_{\text{MAX}}$  ( $\pm 3\%$ ).

#### **Inspección visual por electroluminiscencia**

Se adquirieron imágenes de electroluminiscencia (EL) de los mismos 23 módulos Amerisolar caracterizados eléctricamente, utilizando valores cercanos a la corriente de cortocircuito ( $I_{\text{SC}}$ ) y al  $10\%$  de la  $I_{\text{SC}}$  de acuerdo con lo indicado en la norma IEC TS 60904-13 (IEC, 2018).

El análisis exhaustivo de las imágenes está en curso al momento de escribir este trabajo. Se seleccionaron, como ejemplo, las imágenes de EL (adquiridas al  $100\%$  de  $I_{\text{SC}}$ ) de los módulos en los que se observó mayor degradación en  $P_{\text{MAX}}$  (módulos 6, 11, 12, 20, y 22 consignados en la Tabla 1); dichas imágenes se muestran en la Figura 5. Una primera observación es que en todos los casos se encuentran defectos extendidos en una gran cantidad de celdas, defectos que van desde roturas múltiples

en los casos más extremos (módulos 6, 11, y 22) hasta fisuras que atraviesan el ancho de lado a lado. También se observa, en casos aislados, celdas con poca o nula emisión, indicativa de una pobre performance electrónica y por lo tanto eléctrica.

En términos generales, se encuentra una correlación entre el número de celdas con defectos y la degradación de  $P_{MAX}$ , siendo la misma (ver Tabla 1) para el módulo 6, -9,3 %, módulo 11, -27,4 %, módulo 12, -4,2 %, módulo 20, -4,5 %, y módulo 22, -9,2 %.

Tabla 1: Desviaciones porcentuales, respecto al módulo de referencia, de los parámetros eléctricos de los módulos ensayados en condiciones estándar

Módulo	$\Delta P_{MAX}$	$\Delta V_{OC}$	$\Delta I_{SC}$	$\Delta FF$
1	-2,1	-1,4	-0,9	0,1
2	-2,5	-0,8	-1,3	-0,3
3	-3,1	-1,2	-2,3	0,4
4	-1,7	-0,4	-1,4	0,0
5	-3,0	-1,2	-2,8	0,9
6	-9,3	-0,5	-3,5	-5,6
7	-2,8	-0,4	-1,9	-0,5
8	-2,2	-0,9	-1,5	0,2
9	-3,2	-1,3	-2,4	0,5
10	-2,1	-1,2	-1,1	0,2
11	-27,4	-2,3	-8,1	-19,1
12	-4,2	-0,7	-1,3	-2,3
13	-3,1	-0,3	-1,3	-1,6
14	-2,0	-0,2	-0,8	-1,0
15	-1,1	0,7	-2,2	0,4
16	-4,0	-1,4	-2,9	0,3
17	-1,9	-0,8	-1,1	0,1
18	-2,9	-1,2	-2,6	0,9
19	-3,4	-1,2	-2,6	0,3
20	-4,5	-0,1	-1,7	-2,7
21	-3,1	-0,9	-2,3	0,1
22	-9,2	-1,2	-4,0	-4,3
Promedio	-4,3	-0,8	-2,2	-1,4
Desviación Estándar	5,5	0,6	1,6	4,2
Promedio*	-2,5	-0,8	-1,7	0,1
Desviación Estándar*	0,9	0,6	0,8	0,6

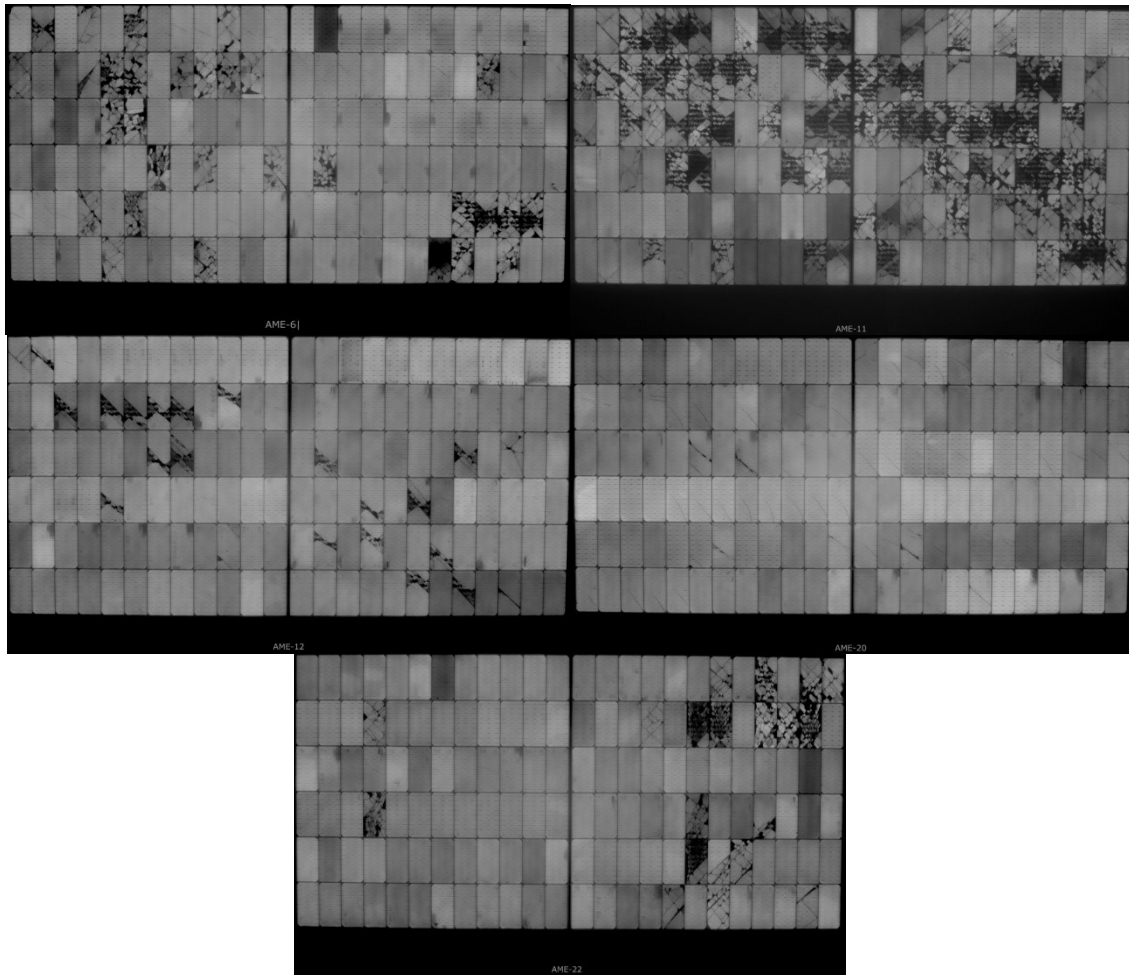


Figura 5. Imágenes de electroluminiscencia de 5 módulos Amerisolar para corrientes cercanas al 100 % de  $I_{sc}$  (ver texto). De izquierda a derecha y desde arriba hacia abajo, las imágenes corresponden a los módulos 6, 11, 12, 20, y 22.

### **Evaluación mecánica estructural**

Para la reconstrucción del ala oeste del sistema fotovoltaico de 50 kW previamente mencionado, y sobre la base de los datos de velocidad y dirección del viento obtenidos *in situ*, así como de las simulaciones realizadas, se definieron las condiciones de carga que guiarán el nuevo dimensionamiento estructural de la instalación. Actualmente se analizan dos alternativas principales:

1. Replicar el sistema de contrapesos existente, incrementando el peso por módulo a 140 kg
2. Avanzar en la construcción de una estructura metálica fijada directamente a la losa mediante tacos químicos, con disposición vertical de los módulos (*portrait*)

En ambos casos, los paneles serán fijados por el lado largo, conforme al criterio técnico establecido en Durán et al., 2024. Como alternativa se podrán considerar otras ubicaciones apropiadas y cercanas al inversor que potencialmente impliquen una menor carga dinámica debida al viento.

Cabe aclarar que en la instalación original los módulos FV estaban fijados mediante grampas por el lado corto (ingeniería de detalle realizada por la empresa contratista, sin especificaciones en el pliego), y que esta configuración es desaconsejada dado que tiene una menor resistencia a la carga del viento (JinKoSolar, 2025).

Por otra parte, la hipótesis planteada de una influencia importante en la velocidad del viento de la topografía del sitio de emplazamiento de los módulos en el ala oeste, ubicado en las cercanías de la torre del acelerador de iones pesados TANDAR del CAC, fue verificada a partir de la colaboración con el

Grupo AeroMat de la Gerencia Materiales de la Gerencia de Área Energía Nuclear de la CNEA la CNEA. Se realizaron cálculos aplicando las ecuaciones dadas en el Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones (CIRSOC 102-2005), considerando además el denominado *efecto colina* para dar cuenta de la perturbación introducida por la torre del acelerador TANDAR, y utilizando CFD (*Computational Fluid Dynamics*) para simular las condiciones reales a partir de las ecuaciones de Navier-Stokes.

En ambos casos se verifica que la velocidad del viento proveniente de la dirección SO se ve sensiblemente incrementada por la topografía del sitio. Sin embargo, cabe destacar lo siguiente. La aplicación del reglamento CIRSOC da un máximo de aumento en la cercanía de la torre y una progresiva disminución a medida que aumenta la distancia a dicha torre, en forma simétrica a su geometría. Contrariamente, la aplicación de CFD resulta en una estela que se inicia poco antes de la cresta de la torre y se extiende hacia la zona donde se encontraban ubicados los módulos. En este último caso, el aumento de velocidad tiene un máximo del 37% (González, 2024).

## **DIFICULTADES ENCONTRADAS**

### ***Nueva falla en el inversor en el sistema del Instituto Dan Beninson***

El día 23/3/2025 volvió a fallar el seguidor C del inversor del sistema ubicado en el Instituto Dan Beninson (IDB) del CAE (ver Durán et al., 2024), el cual controlaba el paralelo de dos cadenas de 16 módulos cada una. La inspección de la instalación volvió a resultar en que no había problemas en el cableado y que las cadenas de módulos presentaban condiciones de funcionamiento normales, mientras que el seguidor C presentaba virtualmente un cortocircuito. Si bien desde el punto de vista de sus especificaciones técnicas el inversor (SMA Sunny Tripower X25, de 25 kW) estaba dentro de las condiciones de operación admitidas, se concluyó que la falla probable estaba relacionada con la fatiga de los semiconductores que manejan la potencia del seguidor C, aunque no puede descartarse que el problema haya sido una descarga atmosférica. A fin de prevenir la repetición de la misma falla, se modificó la configuración de las cadenas de módulos para tener una distribución más equilibrada de la potencia entre los 3 seguidores.

Se volvió a ejecutar la garantía del proveedor para el reemplazo del equipo. Su instalación se encuentra en trámite en el momento de escribir el presente trabajo.

### ***Problemas presupuestarios***

Los proyectos BAPIN a que hace referencia este trabajo corresponden a dos actividades presupuestarias de la CNEA. El proyecto centrado en el CAC ha recibido un flujo de recursos razonable entre 2022 y 2023, no tuvo ejecución en 2024 debido al cambio de la política de la institución en el marco de la fuerte restricción presupuestaria en la APN ya mencionada, y fue dado de baja en 2025. Paralelamente, el proyecto centrado en el CAE ha tenido un presupuesto nulo desde su creación hasta 2024. En 2025 el presupuesto asignado se agotó en el pago de deudas a proveedores y no impactó positivamente en las actividades asociadas al proyecto.

## **CONCLUSIONES**

La experiencia adquirida en el desarrollo de las actividades en la CNEA en generación distribuida por medio de energía solar fotovoltaica ha dado lugar a una serie de aprendizajes que se resumen a continuación.

Por un lado, resulta necesaria una correcta evaluación de las estructuras y contrapesos, teniendo en cuenta la topografía particular del sitio de la instalación FV y su influencia en la carga mecánica dada por el viento. En particular, se observa como conveniente el uso de fijaciones por los lados largos de los módulos FV en los casos de módulos de más de 2 m de largo, que representan la tendencia dominante en el mercado. La aparición de fisuras en los módulos FV puede deberse a las importantes oscilaciones de los módulos en presencia de vientos, incluso leves, consecuencia de sistemas de fijación no apropiados.

Asimismo, la evaluación y seguimiento de la energía generada instalaciones FV mediante comparaciones con simulaciones permiten detectar fallas prematuramente, definir necesidad de limpieza y analizar pérdidas por sombras, en algunos casos evitables con un diseño apropiado.

Se considera conveniente también definir procedimientos de recepción de módulos FV mediante ensayos eléctricos y observación por electroluminiscencia, a fin de detectar parámetros fuera de rango.

En referencia a los proyectos BAPIN mencionados, los mismos tienen como objeto el cumplimiento de las leyes nacionales vigentes para la generación de energía a partir de fuentes renovables, a la vez que contribuyen a la concreción de los compromisos ambientales asumidos por el país, y a la adopción de la tecnología solar FV en aplicaciones urbanas. También asumen la responsabilidad institucional de la CNEA como gran consumidor de energía eléctrica, al mismo tiempo que genera conocimiento local, y forma recursos humanos especializados.

Las restricciones presupuestarias impusieron un freno importante a la actividad desarrollada en el último año, esperándose una reversión al menos parcial de esta situación en el corto plazo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración y aportes de Sebastián Muñoz, Javier Fernández Vázquez, Marcelo Ramírez, José María Olima, Carlos Rinaldi, Alejandro Krautner, Oscar Romanelli, Agustín Marconi, y Juan N. Cox, en la realización del presente trabajo. La colaboración del grupo AeroMat de la Gerencia Materiales de la CNEA, en particular de su director Lucio Ponzoni, y de Fernando Espósito del CAE, es merecedor también del agradecimiento de los autores.

## REFERENCIAS

- AEA (2015). AEA 90364-7-712. Sistemas de suministro de energía mediante paneles solares fotovoltaicos. Edición 2015. Asociación Electrotécnica Argentina. Dirección URL: <https://aea.org.ar/producto/aea-90364-7-712-lugares-y-locales-especiales-sistemas-de-suministro-de-energia-mediante-paneles-solares-fotovoltaicos-edicion-2015/>
- AEA (2025). AEA 90364-8-2 Eficiencia energética en las instalaciones eléctricas de baja tensión. Sección 2 – Prosumidores en BT. Edición 2025. Asociación Electrotécnica Argentina. Dirección URL: <https://aea.org.ar/producto/aea-90364-8-eficiencia-energetica-en-las-instalaciones-electricas-de-baja-tension-seccion-2-prosumidores-de-bt/>
- CAMMESA (2025). Informe Anual 2024. Mercado Eléctrico Mayorista. Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico. Dirección URL: <https://cammesaweb.cammesa.com/informes-y-estadisticas/>
- CIRSOC (2005). CIRSOC 102-2005. Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones. Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles.
- DNU (2023). Bases para la Reconstrucción de la Economía Argentina. Poder Ejecutivo Nacional, Decreto de Necesidad y Urgencia N° 70/2023, 21 de diciembre de 2023. Dirección URL: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/decreto-70-2023-395521>
- Durán J.C., Eyras I., Godfrin E.M., Krautner A., Martínez Bogado M., Plá J., Raggio D., Videla M. (2023). Avances en proyectos de generación fotovoltaica distribuida en la CNEA: un aporte al cumplimiento de las leyes 27.191 y 27.424. Acta de la XLV Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente 10, 134-143.
- Durán J.C., Eyras I., Krautner A., Plá J., Videla M., Bolzi C.G., Pérez J.I., Martínez Bogado M. (2024). Avances en proyectos de inversión para la generación eléctrica distribuida con sistemas fotovoltaicos en la CNEA. Acta de la XLVI Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente 11, 126-137.
- EE (2025). Provincia de Buenos Aires licita 5 nuevos parques solares bajo el PROINGED. Energía Estratégica, 25 de Julio de 2025. Dirección URL: <https://www.energiaestrategica.com/provincia-de-buenos-aires-licita-5-nuevos-parques-solares-bajo-el-proinged/>

- González S.E. (2024). Análisis del efecto del viento en el desprendimiento de paneles solares en el techo del TANDAR del Centro Atómico Constituyentes. Trabajo final, Ingeniería Ambiental, Departamento de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF).
- Haegel N.M. et al. (2023). Photovoltaics at multi-terawatt scale: Waiting is not an option. *Science* 380, 6640, 39-42. <https://doi.org/10.1126/science.adf6957>
- IEA (2025). Snapshot of Global PV Markets 2025. International Energy Agency - Photovoltaic Power Systems Programme. April 2025. Dirección URL: <https://iea-pvps.org/snapshot-reports/snapshot-2025/>
- IEC (2018). IEC TS 60904-13:2018. Photovoltaic devices - Part 13: Electroluminescence of photovoltaic modules. International Electrotechnical Commission. Dirección URL: <https://webstore.iec.ch/en/publication/26703>
- IEC (2022). IEC 60364-8-82:2022. Low-voltage electrical installations - Part 8-82: Functional aspects - Prosumer's low-voltage electrical installations. International Electrotechnical Commission. Dirección URL: <https://webstore.iec.ch/en/publication/66287>
- IRAM (2023). IRAM 210025. Energía solar. Inversores bidireccionales para la conexión a la red de distribución. Requisitos generales. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Dirección URL: <https://catalogo.iram.org.ar/#/normas/detalles/13057>
- Jäger-Waldau A. (2025). Snapshot of photovoltaics - March 2025. *EPJ Photovoltaics* 16, 22. <https://doi.org/10.1051/epjpv/2025012>
- JinkoSolar (2025). JinKoSolar Photovoltaic Modules - Installation Manual. Dirección URL: <https://www.jinkosolar.com/en/site/dwinstall>
- MECON (2025). Generación Distribuida en Argentina. Reporte Anual 2024. Ministerio de Economía. Dirección URL: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reporte\\_anual\\_2024.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reporte_anual_2024.pdf)
- MZA (2018). Ley 9084 – Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública, Provincia de Mendoza. Dirección URL: <https://argentinambiental.com/legislacion/mendoza/ley-9084-regimen-fomento-la-generacion-distribuida-energia-renovable-integrada-la-red-electrica-publica/>
- PROINGED (2025). Proyectos. Programa Provincial de Incentivos a la Generación de Energía Distribuida (PROINGED). Subsecretaría de Energía, Ministerio de Infraestructura y Servicios Públicos, Provincia de Buenos Aires. Dirección URL: <https://www.proinged.org.ar/proyectos/>
- REN21 (2013). Renewables 2013 Global Status Report, editado por REN21, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, ISBN 978-3-9815934-0-2. Dirección URL: [https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2013\\_Full-Report\\_English.pdf](https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2013_Full-Report_English.pdf)
- REN21 (2024). Renewables 2024 Global Status Report, Energy Supply, editado por REN21, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, ISBN 978-3-948393-15-1. Dirección URL: [https://www.ren21.net/gsr2024\\_SUPPLY\\_report/](https://www.ren21.net/gsr2024_SUPPLY_report/)
- SF (2024). Prosumidores. Ley Provincial N.º 14259, Provincia de Santa Fe. Dirección URL: <https://www.santafe.gob.ar/boletinoficial/ver.php?seccion=2024/2024-04-26ley14259-2024.html>
- Videla M., Krautner A., Eyra I., Durán J.C., Plá J. (2023). Estado actual del desarrollo de la generación fotovoltaica distribuida en Argentina. *Ciencia e Investigación*, Tomo 73, N° 1, 54-71. Dirección URL: <https://aargentinapciencias.org/publicaciones/revista-cei-3/>

## **PROGRESS AND CHALLENGES IN THE IMPLEMENTATION OF DISTRIBUTED PHOTOVOLTAIC GENERATION AT THE CNEA**

**ABSTRACT:** Photovoltaic solar technology has become a key player in the global transition to a clean and sustainable electricity grid. Argentina has experienced sustained growth in this sector, driven by national and provincial laws and regulations, in addition to its international commitments to reduce emissions and combat climate change. The National Atomic Energy Commission (CNEA) has contributed in this area through investment projects in distributed photovoltaic generation systems. These projects seek to comply with National Laws 27.191, promoting renewable sources, and 27.424, regulating distributed generation. One of their main objectives is to install photovoltaic systems connected to the low-voltage grid in CNEA public buildings, with the goal of supplying approximately 8% of annual electricity consumption. This paper presents the progress made in these projects over the

past year, including research activities, changes in legislation, and future prospects. The challenges faced are also addressed. These projects are expected to continue, strengthening the contribution of the public sector through the CNEA to the energy transition of the country.

**Keywords:** Photovoltaic solar energy, distributed generation, energy transition, institutional environmental responsibility.