

Paneles solares argentinos para uso espacial

# Cuando caliente (*ilumina*) el Sol

por Guillermo Mattei [gmattei@df.uba.ar](mailto:gmattei@df.uba.ar)

fotos: Juan Pablo Vittori

*La actitud científica en variados terrenos no estrictamente científicos, tales como los de la alta tecnología, produce hechos notables. La empresa de capitales mixtos INVAP y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales son ejemplos consolidados de tales hechos.*

*En estos últimos años, se sumó a la nómina el Centro Atómico Constituyentes, de la Comisión Nacional de Energía Atómica, trabajando en la vanguardia de la tecnología de paneles solares para uso espacial.*



## Autopista Buenos Aires - Mar del Plata.

Un auto se detiene en la banquina por un desperfecto mecánico. Su conductor recuerda haber leído en la ruta: “Por asistencia técnica marque \*36 en su celular”, pero su teléfono está descargado. Afortunadamente, a un par de kilómetros se divisa la columna amarilla del puesto de auxilio telefónico. El conductor emprende la marcha a pie y, casi al llegar, olvida su percalce por un momento para cuestionarse: “Si los postes de la red eléctrica están a metros del puesto telefónico, entonces ¿por qué se alimenta con energía solar?”.

“Para ciertas demandas de energía, por ejemplo las del sector rural, la energía solar fotovoltaica es menos costosa que el tendido eléctrico convencional”, explica uno de los expertos nacionales en energías renovables, el doctor en Física y graduado de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Julio Durán.

Durán, quien dirige el Grupo Energía Solar (GES) en el Centro Atómico Constituyentes (CAC) de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), lidera desde hace más de una década un equipo interdisciplinario de científicos y tecnólogos con un altísimo nivel de competencia internacional en la frontera de los desarrollos, nada menos que los de la industria aeroespacial.

## El Grupo Energía Solar

A mediados de la década del 70, la impronta generalizada de los grandes *proyectos nacionales* también se dejaba traslucir en la CNEA. Uno de sus departamentos, que enarbolaba optimista la denominación de “Prospectiva y Estudios Especiales”, apoyaba a dos expertos en física nuclear, Jaime Moragues y Walter Scheuer, en la creación del GES. Toda una audacia. Dado que esa prospectiva apuntaba a un futuro con mucha actividad industrial, el GES comenzó abordando la problemática de convertir la energía solar en energía térmica (conversión fototérmica) para usos industriales. Pero las décadas siguientes se encargaron de redireccionar trágicamente el futuro de la industria argentina.

Sin embargo, a principios del nuevo siglo, el GES retoma –de la mano de su actual director, Julio Durán– ese viejo espíritu de ubicarse en la vanguardia tecnológica. “Entré al grupo a mediados de los 70 para trabajar en temas de semiconductores y a mediados de los 90 ya estaba orientado en la investigación y desarrollo de celdas solares”, recuerda Durán (ver recuadro *Celdas y paneles*).

Hoy el GES está formado por cinco investigadores de experiencia, varios tesisistas doctorales y numerosos estudiantes de grado; todos ellos en interacción

## AREA LIMPIA



El diseño original para abrir el concurso de precios fue de un ingeniero de la CNEA. La empresa ganadora del concurso completó el diseño. A principios de 2003 se terminó de instalar. Ocupa una superficie de alrededor de doscientos metros cuadrados. Contiene menos de 10.000 partículas de diámetro mayor a medio micrón por pie cúbico. Cuenta con tres etapas diferentes de filtrado de aire y presurización que impide el ingreso de partículas indeseables. Su temperatura y humedad se mantienen controladas. Los italianos lo llaman “laboratorio blanco” y los norteamericanos “área limpia”. A metros de la Avenida Constituyentes y General Paz, en el edificio TANDAR del Centro Atómico Constituyentes se encuentra ubicado el laboratorio del GES montado específicamente para la integración de paneles solares para usos espaciales.

con diferentes áreas de la CNEA que involucran a casi veinte personas más entre físicos, ingenieros, matemáticos, computadores, químicos y técnicos. Los objetivos actuales del GES son “el desarrollo en el país de las herramientas de diseño, técnicas de fabricación, caracterización y ensayo de módulos fotovoltaicos para usos espaciales, a fin de proveer los paneles solares de futuras misiones satelitales argentinas”. Sencillamente, una de las crestas de la ola tecnológica.

### Los satélites argentinos

La primera cooperación entre la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) y la CNEA se produce en 1995 con el objetivo de ensayar celdas solares fabricadas por el GES para el satélite experimental SAC A, puesto en órbita en 1999. “Si bien los paneles solares de alimentación de energía del satélite eran de origen italiano, nosotros pusimos dos paneles solares chicos que cumplían la función de ‘sensores gruesos’, o sea, los re-

ceptores de información –en este caso, en forma de radiación electromagnética solar – que demandaba el ‘sistema de control de altitud’ o de reposicionamiento angular respecto al Sol”, explica Durán.

Luego la CONAE puso en órbita el SAC C. Pese a que la participación del GES en este proyecto implicaba menos trabajo experimental y más control de los proveedores externos, la experiencia adquirida fue decisiva. Durán recuerda que su tarea principal en 1999 fue la de instalarse en la planta italiana y seguir paso a paso el cronograma de fabricación de los paneles. “En poco tiempo, el trabajo que los italianos hicieron para el SAC A y el C nosotros lo tendremos que hacer para el SAOCOM y el SAC D”, es la síntesis que encuentra Durán para describir el objetivo del último convenio CONAE-CNEA firmado en el 2001 y renovado en el 2004.

La serie de satélites SAOCOM serán los de mayor tamaño y capacidad construidos en esta parte del mundo para el monitoreo y la prevención de catástrofes.

La CONAE se asoció, para este proyecto, con la Agencia Espacial Italiana (ASI) para fabricar en conjunto los SAOCOM 1-A y 1-B y cuatro satélites italianos, en el marco del Sistema Italo-Argentino de Satélites para la Gestión de Emergencias (SIASGE).

Por su parte, en cooperación con la NASA de Estados Unidos, el satélite SAC-D de la CONAE llevará el instrumento norteamericano *Aquarius* con el cual se medirá, por primera vez, la salinidad del mar. Entre otros instrumentos del SAC-D, que desarrollará INVAP de Argentina, sobresale la cámara en el infrarrojo térmico que detectará focos de alta temperatura en la superficie terrestre, para obtener mapas de riesgo de incendios en nuestro país, y que medirá la humedad del suelo, para dar alertas tempranas de inundaciones.

Para ambos proyectos, la CONAE prefirió la tecnología solar provista por el CAC.

### Ahora, tecnología argentina

La llamada “integración de paneles” es una de las tareas centrales que desarrolla



el grupo multidisciplinario del CAC. A partir de ciertos insumos básicos, el equipo que coordina Durán procede –en su laboratorio de integración (ver recuadro *Area limpia*)– con una sucesión de pasos, en gran medida artesanales, que finalizarán en los paneles solares que portarán los satélites. Las etapas en cuestión consisten en inspeccionar visualmente las celdas solares adquiridas en Estados Unidos, soldar interconectores a las celdas, pegar vidrios, medir las propiedades eléctricas, clasificar las celdas, formar cadenas de celdas en serie, cablear eléctricamente el panel, pegar las cadenas de celdas al sustrato e interconectar al cableado y finalmente proceder con los ensayos eléctricos.

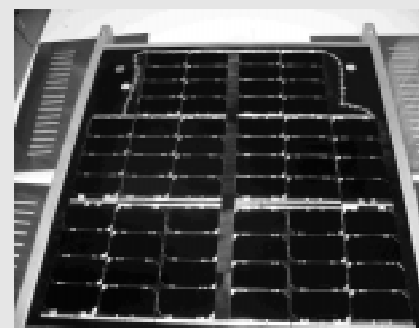
“El elevado requerimiento de potencia en relación con el área disponible para las funciones espaciales de los satélites involucrados en estos proyectos requirió que la tecnología de las celdas solares no se basara esta vez en el silicio, tal como típicamente desarrollábamos en el GES, sino en las llamadas celdas *de triple junta*, de mayor calidad y fabricadas en unos pocos lugares en el mundo”, reseña Durán.

Los interconectores, fabricados por el CAC, se caracterizan por tener pliegues capaces de soportar mecánicamente las fluctuaciones de más de cien grados entre la luz y la sombra espaciales. Los vidrios, de origen inglés, son especialmente aptos para el espacio exterior y los sustratos, de fibra de carbono, tienen forma de panel de abeja para minimizar el peso.

Dados los insumos, sólo resta soldar y pegar. Suena sencillo, pero en verdad se trata de procesos de altísima complejidad y precisión. Por ejemplo, “hay que pegar, sin burbujas de aire, un vidrio de 100

Las celdas solares son integrantes de la familia de los dispositivos semiconductores usados en microelectrónica. Su configuración, por ejemplo, puede consistir en una delgada lámina de silicio especialmente tratada para generar un campo eléctrico, positivo en un lado y negativo en el otro. Cuando los fotones solares llegan hasta la celda, arrancan electrones de los átomos de silicio y, con conductores eléctricos ubicados tanto del lado positivo como del negativo de lámina de silicio, es posible cerrar un circuito eléctrico al conectar el dispositivo al que se le transferirá la energía.

Una sucesión de varias celdas solares conectadas eléctricamente entre sí y montadas en una estructura de apoyo o sustrato, forman un panel. La corriente continua



producida depende directamente de cuánta luz llega hasta el panel. En general, cuanto más grande es la superficie, mayor es la corriente; pero el voltaje es independiente del tamaño de la celda. Los paneles pueden conectarse tanto en serie como en paralelo para producir las cantidades de voltaje y corriente que requiera el dispositivo.

micrones (o millonésimas de metro) de espesor sobre celdas de 150 micrones”, grafica Durán. Las burbujas, que encerrarían aire a presión atmosférica, transportadas al espacio exterior constituirían un seguro problema.

En este grado de sofisticación tecnológica, los ensayos en todos los niveles de la integración son esenciales. A través de un conjunto de ensayos de tracción, vibraciones, variaciones amplias de temperatura, vacío y radiaciones pasan tanto los componentes soldados como los pegados. Parte del equipamiento para realizar los ensayos está diseñado y construido en el GES, tales como la cámara de vacío termostatizada por resistencias calefac-

toras y serpentines de nitrógeno líquido y los simuladores de luz solar espacial. Los físicos nucleares de la CNEA, a su vez, contribuyen con el bombardeo de protones sobre las celdas para caracterizar el llamado “daño por radiación”. Todas estas pruebas se integran en un dispositivo de simulación del ambiente espacial de manera controlada que permite estudiar la combinación de todos los efectos. Finalmente, los ensayos de vibraciones, que demandan –por ejemplo– contemplar las brutales condiciones de un lanzamiento, se hacen en INVAP.

La fabricación de los paneles definitivos contempla una etapa previa que consiste en construir “el panel de ingeniería”



Julio Durán dirige el Grupo Energía Solar de la CNEA desde hace diez años.

## SOLAR Y DESPUÉS

“Nuestra tarea en el GES está más cerca de la tecnología que de la física de punta”, confiesa Durán, pero agrega que es muy común encontrar físicos básicos en desarrollos tecnológicos innovadores debido a la gran apertura mental que conlleva una formación científica. Los físicos no solo pueden hacer la ciencia de frontera que contesta las grandes preguntas, sino también desarrollar la tecnología de punta que puede modificar la vida cotidiana.

El GES, además de vincularse con empresas, organismos e instituciones de todo tipo, tiene una acabada noción de la importancia de divulgar el conocimiento. “La energía solar fotovoltaica tiene buena prensa en la sociedad, en tanto energía de fuente renovable, pero de algún modo la opinión pública ha sobrestimado ingenuamente su rol a corto plazo ante el futuro agotamiento de las fuentes no renovables”, explica Durán.

Un costado poco popularizado del tema energético es aquel por el cual todas las fuentes son necesariamente contaminantes. Un análisis global que vaya desde la fabricación de los dispositivos, pase por su operación y finalice con la obsolescencia

de los mismos no exime a ninguna fuente energética de su impacto sobre el entorno. En este sentido, la prospectiva más inteligente es lograr una combinación en el uso de todas las fuentes disponibles según su adaptación a cada contexto local, minimizando contaminación y residuos y optimizando la interconexión. “Actualmente, cerca de 2000 millones de personas en el planeta carecen de energía eléctrica de redes convencionales. En un porcentaje importante de los casos, la energía solar fotovoltaica es la alternativa menos costosa y más factible para proveerla”, apunta Durán. Por ejemplo, a través del Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER), están en ejecución proyectos de electrificación rural en Jujuy, Salta, Chubut, Chaco, Santiago del Estero, Tucumán y próximamente Río Negro y Neuquén. En este esquema subsidiado por los estados provinciales, los usuarios marginados de la red convencional sólo pagan el servicio mientras que los equipos fotovoltaicos son propiedad de los concesionarios. La ecuación red eléctrica no factible, rol del Estado y energía solar se resuelve naturalmente en estos casos.

o “de calificación” que es una versión en tamaño real pero no con todas las celdas sino sólo con aquellas ubicadas en lugares claves según la exigencia a la que se someterá la estructura completa. El ensayo de este tipo de paneles se realizará en Brasil, cuya Agencia Espacial cuenta con equipos compatibles con tales escalas.

Pese a su rol en la industria aeroespacial argentina e internacional, el GES también aborda las aplicaciones terrestres de la energía solar. Uno de los integrantes del GES es miembro del comité de normas IRAM en el área fotovoltaica de usos no espaciales. “Esto es de suma importancia no sólo para acreditar la calidad de toda industria innovadora, sino también para alcanzar autosuficiencia en la evaluación de la calidad de productos con alto valor agregado adquiridos en el exterior; principalmente, por parte del sector público”, dice Durán, y agrega: “contar con un Laboratorio Nacional de Certificaciones sería una gran ventaja para el país”. Lejos de las perspectivas de los 70 en materia de autosuficiencia tecnológica, especular alrededor de este tipo de ventajas en medio de los beneficios que la devaluación proveería gracias al turismo o al cultivo de soja, es un tibio rayo de sol en una primavera incipiente. ■