

PUESTA EN MARCHA DE LA PRIMERA MINI CENTRAL FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA, ARGENTINA

Serrano V. H., Javi V. M. y Montero Larocca M. T.

Instituto de Investigación en Energías No Convencionales INENCO (U.N.Sa- CONICET)
Facultad de Ciencias Exactas – Departamento de Física
Consejo de Investigaciones de la U.N.Sa (CIUNSA)¹
Universidad Nacional de Salta – Av. Bolivia 5150 C.P. 4400 – Salta
Tel - Fax 0387-4255489 - e-mail: veroja@gmail.com

RESUMEN: Se describe la etapa de puesta en marcha de la primera minicentral fotovoltaica conectada a red (MCFVCR) en el predio de la Universidad Nacional de Salta, Ciudad de Salta (Noroeste argentino). Se trata de una primera etapa, previa a lograr el análisis de su desempeño y de la posibilidad de contribuir al ahorro energético. Se detallan el generador, el inversor, el sistema de adquisición de datos, la interface diseñada y construida ad-hoc. Se discuten algunos parámetros que influyen en la producción de energía y en la eficiencia del sistema (ángulo de inclinación, radiación solar). Se presenta la radiación promedio diaria vs. horas de conexión del inversor para los primeros diez días y se discute la incorporación de medidores que monitoreen el funcionamiento de la mini central que respondan al Programa (PSM) Powerlogic System Manager que controla el sistema de distribución de energía eléctrica en el campus. Se analizan las barreras de las energías renovables.

Palabras clave: sistema fotovoltaico, conexión a red, mini central, generación distribuida, barreras.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de sistemas fotovoltaicos conectados a red (SFVCR) tiene su primer antecedente en miniredes aisladas constituida por el generador, el acumulador, el inversor y las cargas. Posteriormente los sistemas evolucionaron logrando la constitución de miniredes interconectadas entre sí pero aisladas de la red convencional (Macedo W. N. et al, 2008).

Actualmente, la tendencia es la generación de energía térmica o eléctrica distribuida (GD), asociada al concepto de producción de energía en puntos cercanos al consumo por usuarios autónomos o por medio de una pequeña central localizada cerca del acceso a la fuente - en este caso renovable- que satisfaga necesidades locales.

En 2009 se reglamenta en nuestro país la Ley N° 26.190 relacionada al Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinada a la producción de energía eléctrica, a través del Decreto 562/2009. La provincia de San Juan, en abril de 2011, inauguró la primera planta de energía fotovoltaica conectada a la red eléctrica. La Planta Fotovoltaica Piloto “San Juan I” está pensada para inyectar 1,2 megavatios en el sistema eléctrico nacional. La instalación tiene la característica de contar con tres tipos diferentes de paneles fotovoltaicos: policristalinos, monocristalinos y de silicio amorfo, fijos y móviles. Se piensa desarrollar allí un polo tecnológico FV “Solar San Juan” para “estimular la investigación y desarrollo y atraer inversiones” (INTI, 2011). Esta nueva planta y la actividad de la empresa provincial de energía eléctrica, de la estatal ENARSA², a través del programa GENREN³, que ya licitó otros 30 megavatios de energía fotovoltaica muestran la tendencia al crecimiento de la generación de energía FV distribuida (MECON, 2011). La abundante disponibilidad de energía solar en el NOA argentino y la experiencia del INENCO en su aprovechamiento a través de otros dispositivos muestran, asimismo, un escenario de crecientes avances en la puesta en marcha e implementación de las tecnologías alternativas para la producción de energía.

En ese contexto, el Proyecto CIUNSA N° 1807 **Estudios y mediciones iniciales de una mini central fotovoltaica experimental conectada a red (MCFVCR)**⁴ presentado a comienzos de 2008, brinda el marco investigativo que posibilitó al grupo de trabajo transitar una experiencia concreta de conexión a red en zona urbana. En este caso en el Campus de la Universidad Nacional de Salta, ubicado al Norte de la Ciudad de Salta, provincia de Salta.

¹ Proyectos CIUNSA. N° 1807 y N° 1794.

² ENARSA: Energía Argentina S.A.

³ GENREN: Generación eléctrica a partir de fuentes renovables de energía.

⁴ Directora: Mag. María Teresa Montero Larocca, Co-Directora: Esp. Verónica Mercedes Javi

Con fondos de ese Proyecto (Montero Larocca M.T. y Javi V., 2008), fue posible adquirir a mediados de 2010 un pequeño inversor de 120 W cuya eficiencia en situación de conexión a red se midió con tres métodos: 1) Generador fotovoltaico – Inversor - Grupo electrógeno. 2) Fuente de tensión – Inversor – Red eléctrica. 3) Generador fotovoltaico – Inversor – Red eléctrica. En el primer ensayo se destacó la posibilidad que trabajen asociados una mini central conectada a red con sistemas tradicionales de generación. Con el segundo ensayo se logró caracterizar el inversor. Con la última prueba se concluyó que la potencia nominal del inversor no incide en la red eléctrica del laboratorio. Las mediciones aportaron experiencia tanto en la cuestión de la provisión en el país de insumos electrónicos para este tipo de emprendimiento como en el conexionado en sí mismo (Serrano V. et al, 2010) y en los pasos a seguir.

A fines de 2010 fue posible adquirir un inversor Soladin 600 y un panel FV de 75 W que completan el equipamiento básico para la instalación de la MCFVCR. El presente trabajo presenta los detalles de la instalación actual de la minicentral, de su reciente puesta en marcha, las medidas iniciales de parámetros eléctricos y ambientales y las indagaciones futuras.

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ACTUAL DE LA MCFVCR

En las experiencias revisadas de conexionado a red en ámbitos investigativos universitarios de la Región Sudamericana (Macedo Negro W. et al, 2008; de Souza Barbosa E.M., 2008; Figueiredo Pinto Filho G. et al, 2010) se observa un camino común: la puesta en marcha e instalación inicial del SFVCR con medidas de parámetros eléctricos y climáticos básicos (energía producida y entregada a la red, radiación). En una segunda etapa la meta es alcanzar el uso continuo y confiable de la MCFVCR con mediciones simultáneas de parámetros eléctricos y climáticos. También se observa, en esta etapa, una ampliación del generador lo que aumenta la potencia eléctrica generada. Finalmente se arriba a una etapa de evaluación del sistema que permite analizar parámetros como eficiencia, índice de productividad y pérdidas (Moura de Sousa Barboza et al, 2008). Se analiza también en forma más específica la calidad de la energía eléctrica producida por el sistema lo cual facilita la identificación de su contribución en paralelo con la red convencional. Algunos de estos parámetros serían: distorsión armónica total (THD – Total Harmonic Distorsion), factor de potencia (FP) y tensión RMS (Figueiredo Pinto Filho G. et al, 2010). En esta etapa se considera la contribución al ahorro real de energía en horas pico de consumo con impacto en el predio. Siguiendo estas experiencias se describen, a continuación, las partes constituyentes de la primera MCFVCR de la Universidad Nacional de Salta que se encuentra en la etapa inicial de puesta en marcha.

El generador fotovoltaico

El generador fotovoltaico está compuesto por un conjunto de seis módulos de 50 Wp cada uno, de Si policristalino, conectados en serie (figura 1) ubicados en el techo del edificio de física hacia el Norte y con una inclinación de $28,02^\circ$ (figura 2).



Figura 1: Los módulos que constituyen la MCFVCR.

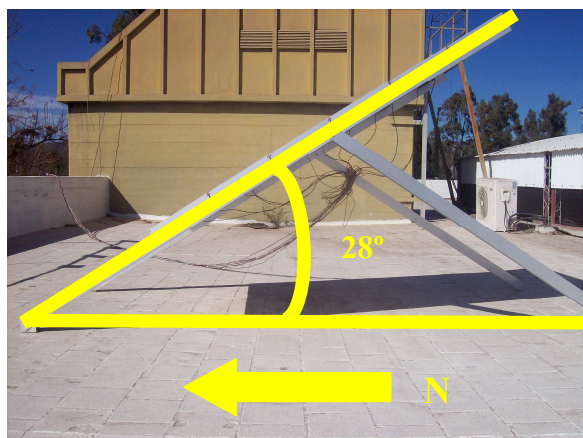


Figura 2: Inclinación de los módulos respecto a la horizontal.

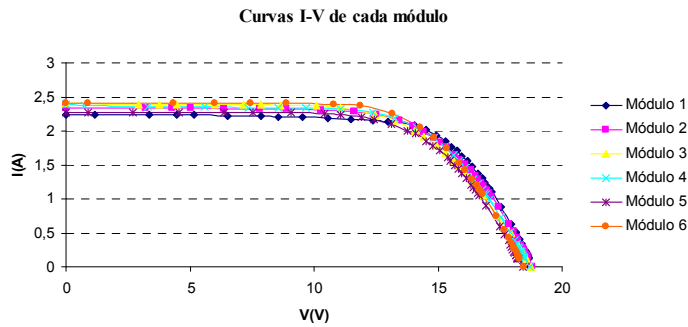


Figura 3: Curvas I–V características de cada módulo.

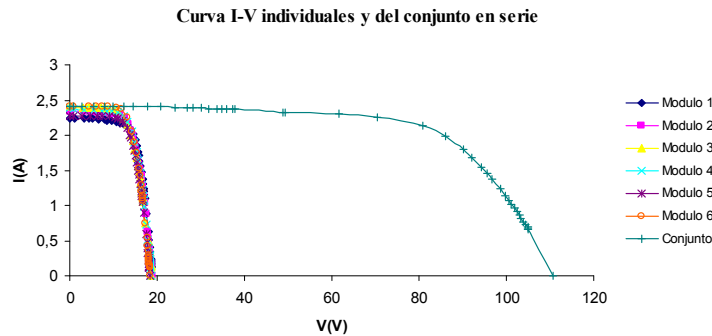


Figura 4: Curvas I–V características de cada módulo y del conjunto de los seis conectados en serie.

Los módulos fueron caracterizados individualmente y los seis conectados en serie. Para obtener las curvas I-V que se muestran en las figuras 3 y 4 se cargaron con una carga resistiva variable en condiciones de trabajo para luego hacer las correcciones necesarias por irradiancia y temperatura y trasladarlas a condiciones standard (1000 W/m² y 25°C). La potencia medida que entregan, en vacío, los seis módulos en serie es de 172,34 W. El valor de la eficiencia de cada módulo y de los seis conectados en serie calculada a partir de mediciones realizadas fue del orden del 9%. La eficiencia η de un dispositivo fotovoltaico se define como el cociente entre la máxima potencia eléctrica que se puede entregar a la carga y la potencia de la radiación incidente sobre el dispositivo, de acuerdo a la fórmula 1 (Lorenzo, 2006).

$$\eta = \frac{I_{\max} \cdot V_{\max}}{\text{Potencia lumínica}} \quad (1)$$

Donde:

I_{\max} es la intensidad correspondiente al punto de máxima potencia.

V_{\max} es el voltaje correspondiente al punto de máxima potencia.

La Potencia lumínica se calculó teniendo en cuenta las 36 celdas de cada módulo y el total de seis módulos.

El inversor

En los sistemas fotovoltaicos con conexión a red el inversor cumple la función de adaptar la energía que provee el generador para entregarla a la red eléctrica con la misma frecuencia y fase de esta última. Convierte corriente continua en corriente alterna. Esta clase de inversores no pueden ser utilizados en instalaciones aisladas ya que presentan un sistema de protección que corta su funcionamiento cuando falta la energía eléctrica en la red domiciliaria llamado “protección contra isla”.

Para reducir costos de funcionamiento en zonas urbanas ya sean edificios públicos o privados, residencias particulares, grandes emprendimientos comerciales, estadios, o cualquier lugar donde se pueda realizar un emplazamiento fotovoltaico, el inversor con conexión a red es el complemento adecuado para aprovechar la energía solar captada en estas instalaciones. Muchas veces se tiene disponible energía eléctrica en exceso que puede ser vendida a la compañía eléctrica local con el debido cumplimiento de la reglamentación vigente. Con esta venta de la energía eléctrica excedente se puede amortizar los costos de funcionamiento y de la instalación.

La compra del inversor se realizó fronteras afuera de nuestro país ante la imposibilidad de adquirirlo en las casas de comercio local o nacional. En la tabla 1 se observan especificaciones del inversor Soladin 600.

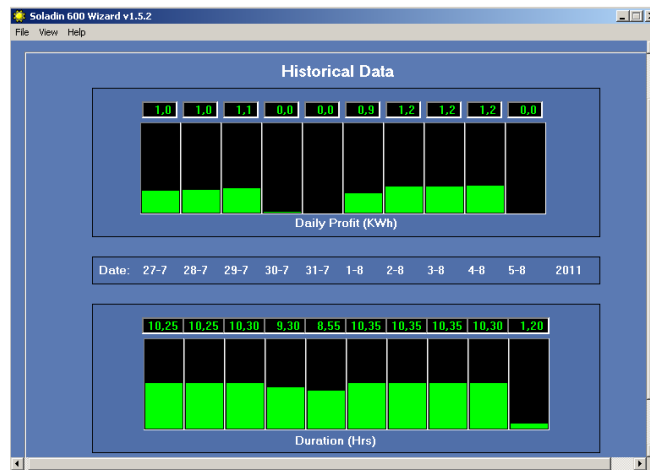


Figura 7: Datos entregados por el software del inversor Soladin 600.

Una vez establecida la conexión del hardware y del software entre el inversor y la computadora se pudieron adquirir los primeros parámetros descriptivos de la puesta en marcha de la MCFVCR. Estos son: potencia entregada, horas de operación diaria hasta 10 días, tensión y corriente que entregan los paneles, tensión (V), corriente (A) y frecuencia (Hz) entregada a la red eléctrica, temperatura interna, potencia total (kWh) en función de las horas de operación. En las figuras 7 y 8 se muestran los datos entregados por el software del inversor que se observan en el monitor de la computadora.

LA CUESTIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR

Como se mencionó, la inclinación del conjunto de paneles es de 28,02°N hacia el Norte. La cuestión de la inclinación del arreglo de paneles es uno de los parámetros que se debe ajustar para lograr un mejor rendimiento de la MCFVCR. En ese sentido se han revisado las recomendaciones de Righini R. y Grossi Gallegos H. (Righini R. y Grossi Gallegos H., 2007) quienes, destacan la recomendación de inclinar las aplicaciones un ángulo fijo igual a la latitud del lugar o 10° grados más que ella. Pero, los autores, buscaron el ángulo de inclinación del plano que maximiza la suma anual de la radiación recibida, los ángulos óptimos para los meses de invierno y para todo el año exceptuando el invierno. De esta forma sugieren una inclinación a adaptar en alguna aplicación para los meses correspondientes que tenga en cuenta las características del lugar. Los análisis fueron realizados a partir de los datos utilizados en la confección de las cartas de radiación solar en Argentina (Grossi Gallegos H., 1988 a y b).

Estación	Latitud (°)	Óptimo Anual(°)	Óptimo Invernal(°)	Óptimo p/ el resto del año (°)	Diferencia (%)
Cerrillos	24,911	22,56	50,06	12,02	9,88

Tabla 2: Ángulos Óptimos de inclinación del plano inclinado (°) y diferencia porcentual entre la radiación colectada en invierno con el ángulo óptimo invernal y la recibida por el plano con un ángulo de inclinación igual al óptimo anual en el mismo periodo para la estación Cerrillos (provincia de Salta). (Righini y Grossi Gallegos, 2007)

Se destaca que la diferencia porcentual entre la radiación colectada en invierno con el ángulo óptimo invernal asciende a 9,88% para Cerrillos, ciudad próxima a Salta Capital. Por otra parte, Righini y Grossi Gallegos (Righini R. y Grossi Gallegos H., 2007) encontraron que la diferencia porcentual entre la energía colectada anualmente manteniendo un ángulo fijo igual a la latitud y la recibida variando dos veces el ángulo (óptimo invernal y óptimo para el resto del año) es de entre el 2 % y el 4%.

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	AÑO
Cerrillos	5.6	5.0	4.5	3.8	3.2	3.6	3.3	3.9	4.5	5.2	5.3	5.7	4.5

Tabla 3: Promedios mensuales y anual de la irradiación solar global diaria incidente sobre plano horizontal considerados para la elaboración de las cartas (expresados en kWh/ m²), provenientes de piranómetros de la Red Solarimétrica.

De los valores señalados, se observa que la inclinación del arreglo de paneles (28,02°) se encuentra entre el ángulo habitualmente recomendado (34,9°) y el óptimo anual (12,02°). Debería considerarse, sin embargo la posibilidad de optimizar la radiación solar incidente utilizando el ángulo óptimo invernal, siempre y cuando la base que sostiene al arreglo lo permita.

A los efectos de posteriores análisis respecto al rendimiento anual de la MCFVCR deberá tenerse en cuenta la radiación solar recibida sobre el plano de los paneles.

PRIMEROS RESULTADOS

Análisis de datos

La toma de datos se realizó desde la puesta en funcionamiento del SF el día 25 de julio hasta el día 4 de agosto, un total de 11 días. En la figura 8 se representan tres parámetros: potencia generada, horas de conexión del inversor y el día al cual corresponden, demostrando un funcionamiento continuo de la instalación en este período.

Los días 30 y 31 de julio se observa que el inversor estuvo conectado 9:18 y 8:33 horas respectivamente sin entregar potencia a la red. Estos períodos se corresponden con días no laborables en el Campus Universitario.

Estando el inversor conectado a una potencia fotovoltaica de 300 Wp, solo se tiene disponible la mitad de la potencia para un funcionamiento óptimo. No siendo necesario para el inversor cubrir ninguna demanda en las proximidades de su ubicación, la potencia fotovoltaica esta en los valores mínimos Para corroborar lo antes dicho se propone instalar medidores de energía en el edificio del Departamento de Física.

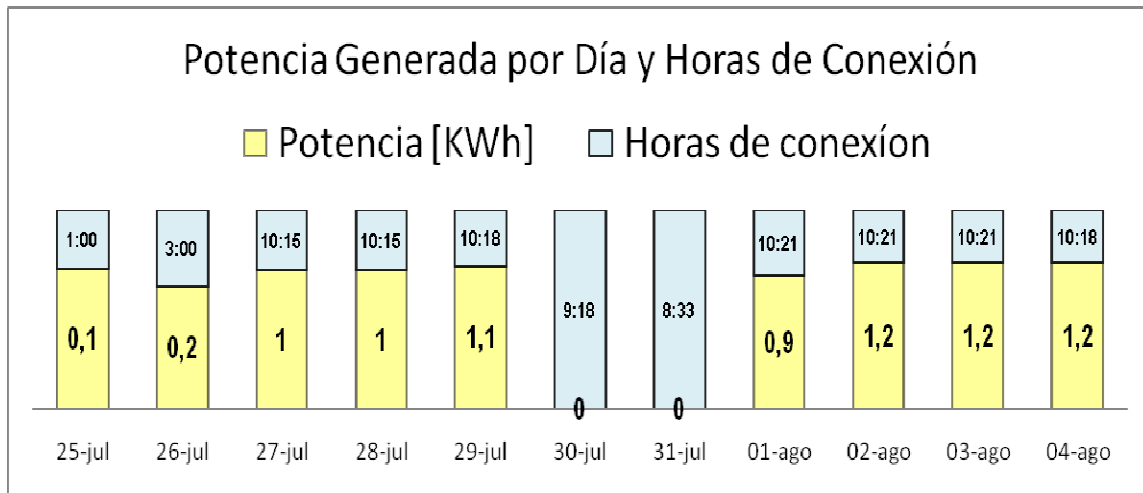


Figura 8: Potencia entregada y horas de conexión por día desde el 25 de julio al 4 de agosto.

Las horas de conexión diaria son proporcionales a la radiación incidente sobre los paneles. En la figura 9 se muestra la radiación promedio en kW/m² para los días 28 de julio a 3 de agosto⁵.

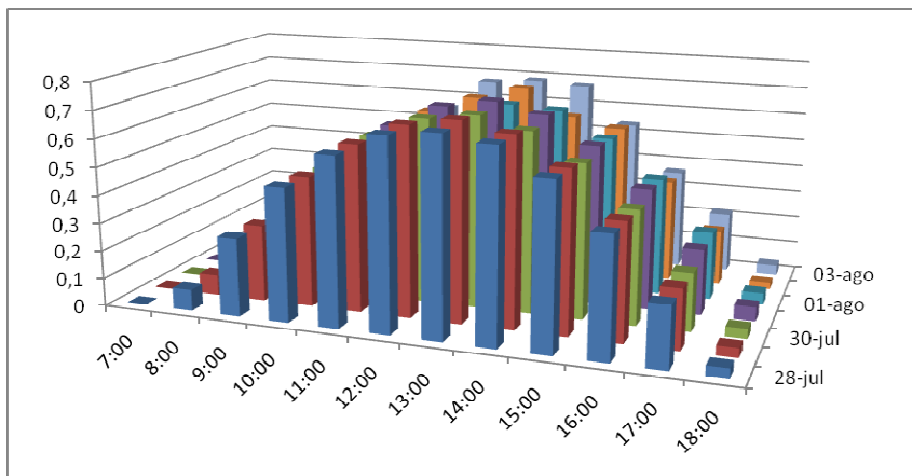


Figura 9: Radiación promedio en kW/m² y horas de conexión por día.

En la figura 10 se presenta la radiación promedio diaria comparándola con las horas de conexión del inversor. Se observa que la relación entre ambas no es directa porque se tienen días con mayor radiación promedio que otros pero las horas de conexión no acompañan esta relación. Como ejemplo observemos los días 29 de julio y 3 de agosto en donde se puede considerar que ambos tienen el mismo valor de radiación y las horas de conexión son diferentes. Esto se debe a que el inversor necesita un valor mínimo de potencia fotovoltaica para conectarse a la red. Es decir que hay que considerar valores instantáneos (Wp) y el gráfico muestra valores promedio. Podría considerarse que el software del inversor muestra las en forma implícita la cantidad y calidad de energía que recibe.

⁵ Datos cedidos por el Sr. Ricardo Echazú.

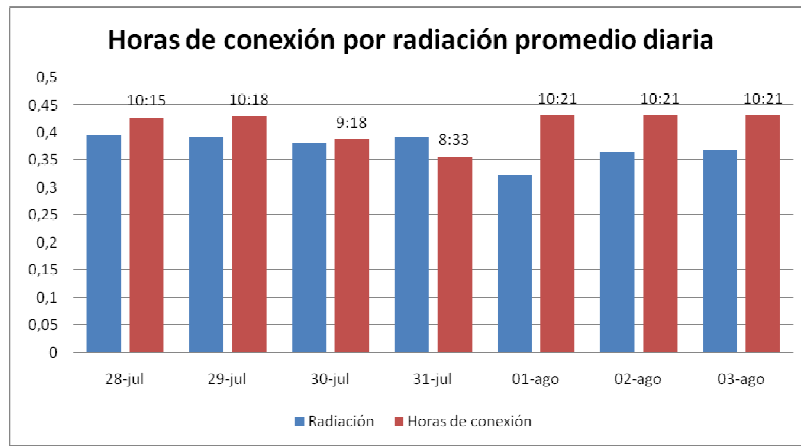


Figura 10: Radiación promedio en kWh/m² y horas de conexión por día

Para estimar la producción anual de la MCFVCR se tiene en cuenta la eficiencia del generador fotovoltaico con el 9% y del inversor con el 91%. La determinación de la radiación solar incidente sobre los módulos fotovoltaicos se realiza con el análisis de medidas tomadas en el Campus de la Universidad Nacional de Salta del año 2010. Para estimar la producción anual de la potencia entregada a la red se utilizó la fórmula 2.

$$\text{Energía producida} = (\text{Gdm} * \text{Pmp} * \text{PR}) / \text{Gcem} = [\text{kWh/día}] \quad (2)$$

Donde:

- E_p : Energía inyectada a la red.
- Gdm (α,β) : Valor medio anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador (kWh/m² día)
α = azimut de la instalación
β = inclinación de los paneles.
- Pmp : Potencia del generador fotovoltaico (0,6 kW).
- PR: Performance Ratio. (Se considera un valor del (70%))
- GCEM : Constante de irradiación que tiene valor 1(kWh/m²).

En la figura 11 se tiene un cuadro con la radiación global del año 2010 y la estimación de la energía a generar. Se trata de datos medios mensuales de irradiación solar tomados de la base de datos SWERA⁶. Corresponden a la celda satelital que contiene a la ciudad de Salta.

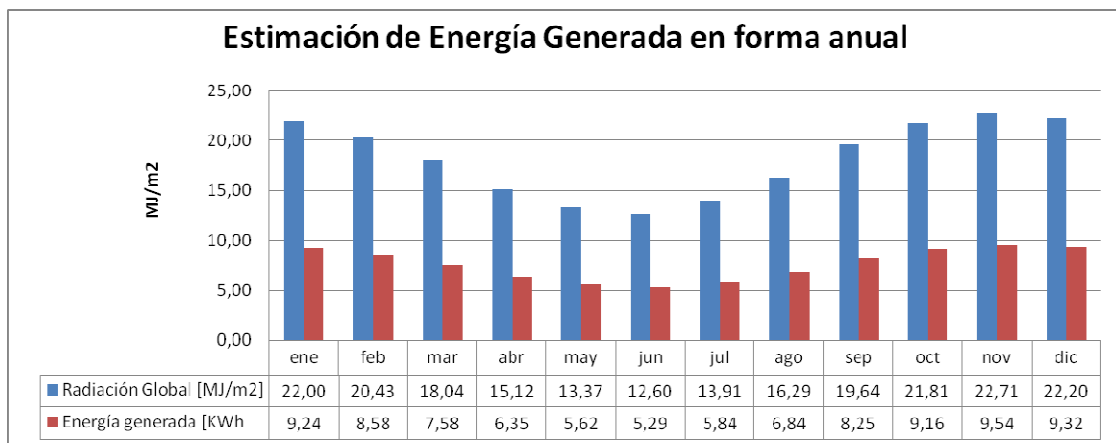


Figura 11: Radiación global medida en el año 2010 vs. energía a generar estimada.

UNA NUEVA FUENTE DE ENERGÍA ALTERNATIVA EN ZONA URBANA

Un abordaje integral

En mencionado Proyecto Solar San Juan muestra una iniciativa del gobierno provincial que aborda integralmente la temática de la transferencia de tecnología solar fotovoltaica conectada a red. Las investigaciones se refieren a aspectos administrativos, técnicos, regulatorios y legales con el propósito de fundar las bases para el crecimiento de la tecnología fotovoltaica conectada a la red eléctrica de distribución en el sector residencial (Morán F. A. et al, 2009).

Se han realizaron así análisis del comportamiento horario de los consumos de las viviendas residenciales por bandas tarifarias y se propusieron arreglos de equipos fotovoltaicos a instalar en estos sectores para sostener el consumo interno y luego inyectar excedentes a la red (Morán F. A. et al, 2009).

⁶ Comunicación personal Dr. Germán Salazar.

Inserción de la MCFVCR en el campus universitario

La MCFVCR en la U.N.Sa sigue un camino distinto, como se ha descrito. Por ello, se trata ahora de lograr una inserción en el sistema actual del campus que se adapte, en principio a su sistema de monitoreo y control.

El sistema de distribución de energía eléctrica de todo el campus de la U.N.Sa (figura 12) se controla a través del Programa (PSM) Powerlogic System Manager (Schneider Electric Argentina, 2011). Este software fue provisto por una firma local⁷ en permanente contacto con la Dirección General de Obras y Servicios (DGOyS), dependencia universitaria que tiene a su cargo el mantenimiento, la instalación y el control del servicio eléctrico. Este software permite la supervisión de la alimentación de todo el complejo, pudiendo comunicarse con dispositivos como potenciómetros y monitores de circuitos, interruptores automáticos, relés de protección. Es posible configurar funciones como tablas de datos, medidores y gráficos de barras, tendencias y registros históricos, presentación de formas de ondas, análisis de armónicos, registro de eventos, etc.



Figura 12: Ubicación del edificio de física en el campus de la U.N.Sa (Google maps, 2011).

La DGOyS utiliza este software para controlar el consumo de todo el campus atendiendo especialmente a aspectos como el pago del servicio o problemas en el suministro eléctrico en meses y horas pico. A la fecha, no se cuenta con medidores por edificios, es decir que los datos que se manejan son datos globales de todo el campus⁸. Una de las pantallas utilizadas para el análisis del funcionamiento del servicio eléctrico se muestra en la figura 13.

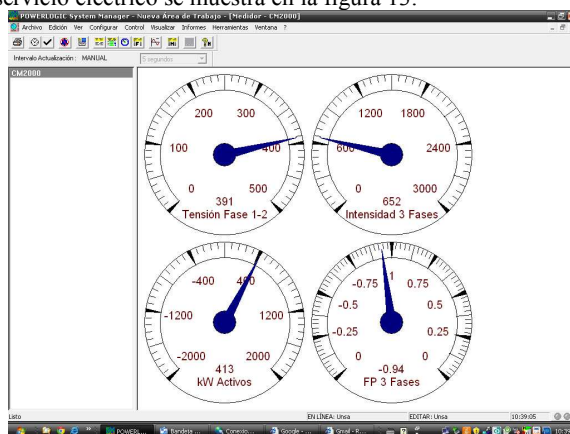


Figura 13: Valores instantáneos de Tensión (fases 1-2), Intensidad (fase 3), Potencia activa y Factor de Potencia (fase 3) del campus de la U.N.Sa obtenidos a través de PSM.

A partir de la puesta en marcha de la MCFVCR, se ha convenido en instalar, como parte del PSM medidores en el propio edificio de física que permitan el monitoreo, control y registro de parámetros eléctricos, tanto de base como aquellos que permitan analizar la calidad de la energía eléctrica producida.

CONCLUSIONES

El inversor

Un paso importante en esta primera experiencia de un sistema fotovoltaico conectado a la red de la Universidad Nacional de Salta fue la adquisición del inversor. La falta de disponibilidad en el mercado local de este tipo de dispositivo actuó como una barrera tanto por el coste del equipo como por la dificultad real en su adquisición, lo cual es imprescindible considerar

⁷ Contacto personal con el Ing. Carlos Bassani - TECNOFER. Distribuidor oficial de Schneider en Salta, Argentina.

⁸ Contacto personal con el Ing. Héctor Cristófari. A/C de la DGOyS de la U.N.Sa y con el Ing. Vicente A. Lobo.

durante la etapa del diseño de la MCFVCR. En cuanto al coste, sin embargo, la bibliografía destaca que resultan un 40% más económicos que las centrales autónomas ya que no requieren almacenamiento (Negrao Macedo W. et al, 2008). Salvando estos obstáculos se tiene un dispositivo de fácil instalación, alta eficiencia, mínimo ruido y tamaño reducido en relación a los otros componentes. El software que provee el fabricante para la toma de datos fue de gran utilidad y avance ya que permite un constante monitoreo de los parámetros de la instalación. El mismo se obtuvo en la página web del fabricante junto con el esquema de la interface, tampoco disponible en los comercios habituales.

El grupo de trabajo es consciente que un inversor más adecuado a la actual configuración de la MCFVCR debería encontrarse en el rango de los 250 – 300W. Como se mencionó, este fue adquirido fuera de Argentina por no haberse encontrado disponible en el mercado local o nacional. Debe enfatizarse que aún en Brasil no fue posible adquirir un inversor de rango menor a 600W y mayor a 120 W. Justamente, Morante Trigos F. y otros expresan (Morante Trigos F. et al, 2008) que a pesar de algunas tentativas de la industria, los elementos electrónico de ese origen no llegan a ser técnicamente competitivos con los de origen “extranjero”, estos incorporan una serie de controles de medición y almacenamiento de datos, sistemas de protección e interfaces que los hacen eficientes y atractivos (Morante Trigos F. et al, 2008). En cuanto a la potencia del inversor, los autores expresan que no existen en el país (Brasil) inversores desarrollados con potencias adecuadas y que incorporen, a su vez, un nivel razonable de confiabilidad de toda las funciones de protección y control para una CFVCR (Morante Trigos F. et al, 2008). Como se mencionó en la introducción del trabajo, las primeras pruebas se realizaron con un inverso pequeño de 120W justamente adquirido en Brasil. La siguiente adquisición que permitió la puesta en marcha de la MCFVCR, el Soladin 600, se realizó en Europa, donde aún resultó trabajoso su hallazgo. Según los comerciantes, los que habitualmente se utilizan son de mayor porte.

La cuestión de las barreras de las energías renovables

La adquisición del inversor resultó una verdadera barrera tecnológica, que sólo fue posible superar con la adquisición del inversor de 600W aún cuando su rendimiento no se optimice. La indagación en la temática de las barreras que las energías renovables tienen en Argentina es otro de los objetivos a abordar por parte del grupo de trabajo. Los problemas en la adquisición del inversor, muestran justamente, una de las barreras tecnológicas que se presentan: la falta de insumos adecuados en el mercado local, nacional y aún regional (Guzowski C. y Recalde M., 2008). Las barreras técnicas (calidad del equipamiento, falta de ensayos de calidad de los elementos, falta de normas adecuadas a la GD, etc) y las tecnológicas (falta de insumos locales, nacionales y regionales), han emergido prontamente en la experiencia que se comparte. Es claro que este tipo de barreras tienen una importancia estratégica tanto en las actividades de investigación como en el caso de algún emprendimiento privado (Morante Trigos F. et al, 2008). Esas barreras se sumaron a otro factor decisivo: los recursos que se disponen para la investigación resultaron magros tanto por el monto efectivo como por los plazos de su disponibilidad. Por otra parte, los subsidios otorgados son en moneda local y el inversor, por ejemplo, debió abonarse en la moneda europea. No se ha encontrado, en el devenir de la investigación, ningún mecanismo institucional, fiscal o comercial que esté dirigido a facilitar la compra de equipamiento FV. Así, se agrega también la barrera económica a las ya mencionadas.

Trabajo Institucional en Red

Es interesante analizar otros estudios sobre las barreras que las ER tienen, si se trata, especialmente de contextos afines o cercanos a la realidad argentina. Morante Trigos F. y otros (Morante Trigos F. et al, 2008) comparan experiencias desarrolladas en Brasil sobre el uso de tecnología FV en la generación distribuida (GD) haciendo análisis específicos para la GD en centros urbanos. Destacan los autores el rol de las universidades y centros de investigación que aportaron experiencias concretas de uso de la tecnología FV en distintas aplicaciones: conexas a red en el campus de la Universidad Federal de Santa Catarina (Florianópolis), en el Instituto de Electrotécnica y Energía de la Universidad de San Pablo (San Pablo), un sistema de red con batería en la isla Fernando de Noronha en el Nordeste de la Universidad Federal de Pernambuco y en la Universidad Federal de Río Grande do Sul (Morante Trigos F. et al, 2008). Además de los aportes específicos que pueden ser consultados en la publicación referenciada, es valioso para el grupo de trabajo, la construcción de una mirada general e integral que permite arribar a conclusiones surgidas de esas experiencias. Se diferencian asimismo la problemática del conexas a red de sistemas FV de la problemática de la GD con SF(Sistemas Fotovoltaicos).

La presente experiencia de una MCFVCR en Salta pretende contribuir como un aporte particular, por pequeño que fuera, a la ampliación de la matriz energética argentina. La acción investigativa que se relata permitió en la praxis, cambiar la limitante situación de la falta de un insumo vital para el conexas a red. Los investigadores actuaron como miembros críticos de la comunidad en el sentido de aportar datos relevantes relacionados, en este caso, con la instalación de una mini central que aproveche un tipo de energía cuyo uso es aún incipiente en nuestro país. Por otra parte, se conoce un conjunto de experiencias que se están planificando y desarrollando en el país que utilizan la tecnología FV en la producción de energía eléctrica. La investigación que se desarrolla, en tanto “crítica” pone al descubierto supuestos que se compromete a modificar, pero también puede asumir una visión “democrática” que haga de la investigación una empresa participativa en la que los investigadores contrasten resultados, debatan y elaboren conclusiones, compartan responsabilidades en la toma de decisiones, por ejemplo (Perez Serrano G., 1998). Compartir la experiencia con la mirada en otras del país y la región – algunas de las cuales se mencionan previamente-, poner a consideración de la comunidad científica de ASADES⁹ lo trabajado en la práctica y desde la práctica son metas fundamentales de la presente publicación. Pero se trata también de mostrar los avances logrados por diferentes grupos como un proceso dinámico en un escenario de constantes cambios en el que el trabajo institucional en red de universidades y/o centros de investigación a nivel nacional se hace indispensable. Se lograrían así orientaciones validadas y compartidas que favorecerían el abordaje conjunto de las barreras que tienen las ER.

⁹ ASADES: Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente.

Metas en el corto y mediano plazo

Una meta a alcanzar es conectar al inversor a una potencia fotovoltaica adecuada. En este trabajo solo tenía conectado 6 paneles que proveen 300 Wp. Obteniendo con esto solo la mitad de la potencia requerida para un funcionamiento óptimo. El grupo de trabajo está analizando la posibilidad de agregar otros paneles al generador. Otra tarea inmediata es obtener datos propios de radiación sobre el plano de los paneles) con las correspondientes correcciones. La potencia generada en estos pocos días de conexión deja un balance positivo. La conexión a la red eléctrica agrega valor a los SF y a la GD: la venta de la energía eléctrica remanente de cualquier instalación fotovoltaica, sea grande o chica. La puesta en marcha de la MCFVCR es considerada un importante avance y el grupo de trabajo encuentra altamente auspiciosa la posibilidad de que esta fuente de energía limpia sea incorporada al campus universitario con un criterio de base investigativa pero con reales posibilidades de inserción y expansión.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Ing. Héctor Cristófari (DGOyS – U.N.Sa) y al Dr. Germán Salazar por los datos sobre el sistema de distribución eléctrica y de radiación solar año 2010.

BIBLIOGRAFÍA

- Figueiredo Pinto Filho G., Negrão Macêdo W., Barros Galhardo M. A., Arrifano Manito A. R., Tavares Pinho J.(2010). Avaliação de desempenho operacional do primeiro sistema fotovoltaico conectado à rede elétrica e integrado à edificação da amazônia brasileira. IV Conferencia Latino Americana de Energia Solar (IV ISES_CLA).Cusco, Perú. .
- Google maps (2001). <http://maps.google.com/maps?ll=-24.727533,-65.407473&z=15&t=h&hl=es>
- Grossi Gallegos, H. (1998 a). Distribución de la radiación solar global en la República Argentina. I. Análisis de la información. *Energías Renovables y Medio Ambiente* 4, 119-123.
- Grossi Gallegos, H. (1998 b). Distribución de la radiación solar global en la República Argentina. II. Cartas de radiación. *Energías Renovables y Medio Ambiente* 5, 33-42..
- Guzowski C. y M. Recalde M., (2008), Barreras a la entrada de las energías renovables: el caso argentino. Avances en ER y Medio Ambiente. Vol. 12, 2008. ISSN 0329-5184.
- INTI. (2011). <http://www.inti.gob.ar/e-renova/erSO/er25.php>. (31/07/11)
- Javi V. (2009). *Indagaciones cruzadas sobre barreras de las ER en la Argentina: participación ciudadana y baja institucionalidad*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 13, 2009. ISSN 0329-5184.
- Lorenzo E. (2006) "Electricidad Solar Fotovoltaica" Vol. II "Radiación Solar y Dispositivos Fotovoltaicos". Progenasa, primera edición..
- MECON. (2011). http://energia.mecon.gov.ar/permer/intro_obj.html. (31/07/11).
- Montero Larocca y Javi V. (2008). Proyecto CIUNSa N° 1807 *Estudios y mediciones iniciales de una mini central fotovoltaica experimental conectada a red (MCFVCR)*. U.N.Sa. Salta. Inédito.
- Moran F. A., Facchini M. L., Pontoriero D. H., Doña V. M. (2009). *Inserción de generación distribuida a través de instalaciones fotovoltaicas domiciliarias ajustadas a las curvas típicas de demanda residencial*. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 13. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184.
- Moura de Souza Barbosa E., de Andrade Lima F., Melo R., Oliveira D.. (2008). Sistema fotovoltaico conectado a rede UFPE-III. II Congresso Brasileiro de Energia Solar e III Conferência Regional Latino-Americana da ISES - Florianópolis.
- Negrão Macedo, Gilberto Figueiredo Pinto Filho, João Tavares Pinho. (2008) *Experiências com o primeiro sistema fotovoltaico integrado a edificação e conectado à rede na região amazônica brasileira*. Wilson II Congresso Brasileiro de Energia Solar e III Conferência Regional Latino-Americana da ISES - Florianópolis.
- Pérez Serrano, G. (1998). *Investigación cualitativa. Retos e interrogantes. I Métodos*. Editorial La Muralla S.A.. 2da. Madrid. España. ISBN 84-7133-628-6.
- Righini R., H. Grossi Gallegos. (1999). *Angulos Sugeridos para Optimizar la Colección anual de irradiación Solar Diaria en Argentina sobre planos Orientados al Norte*. AVERMA, Vol. 3 N° 2, pp. 11.33-11.37.
- Schneider eElectric Argentina (2011). http://www.schneider-electric.com.ar/argentina/es/productos-servicios/distribucion-electrica/oferta-de-productos/presentacion-de-rango.page?p_function_id=161&p_family_id=448&p_range_id=1111. (2,8,2011)
- Serrano V. H., Montero Larocca M. T. y Javi V.M. (2010). *Mediciones iniciales de una mini central fotovoltaica conectada a red*. AVERMA (Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente), ISSN 0329-5184, pág. 479-484, Volumen 14.

START UP OF THE FIRST MINI PHOTOVOLTAIC CENTRAL GRID CONNECTED IN THE NATIONAL UNIVERSITY OF SALTA, ARGENTINE

ABSTRACT: It is described the start up stage of the first mini photovoltaic central connected to a grid (MCFVCR) in the campus of the Salta National University, Salta city - northwest of Argentine-. This is the first step to face the analysis of performance, and the possibility to contribute to energy saving. It's detailed the generator, the inverter, the data acquisition system, the interface designed and built ad-hoc. It is discussed some parameters that affects energy production and the efficiency of the system (inclination angle, solar radiation). The average daily radiation vs. hours connected to the inverter for the first ten days are also presented. It is discussed the incorporation of control devices to check the operation of the mini central, able to work together with the Program (SMP) Power Logic System Manager, that controls the electricity distribution system in the campus. Some renewable energies 's barriers are discussed.

Keywords: photovoltaic systems , grid connection, mini central, distributed generation, barriers.