

## ESTADO ACTUAL DE LA RED DE MEDICIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR DE GERSOLAR

**R. Righini, A. Roldán, R. Aristegui, E. Benítez.**

GERSolar, INEDES, Universidad Nacional de Luján, Av. Constitución y Ruta 5, (6700) Luján,  
Buenos Aires, Argentina – Tel. (54-02323) 423171– e-mail: gersolar@yahoo.com.ar

**RESUMEN:** El Grupo de Estudios de la Radiación Solar (GERSolar) ha instalado una serie de estaciones de medición de la radiación solar global en sitios correspondientes a la Pampa Húmeda Argentina. Durante el presente año se han sumado tres estaciones más a las ya existentes, conformando en total once estaciones solarimétricas. Las mismas cuentan con sensores piranométricos termoelectrónicos Eppley (modelo 8-48: “Black & White”) y Kipp&Zonen (modelos CM5 y CM3) y la mayoría con integradores NOVUS, de dos canales, que permiten almacenar las integrales cada diez minutos de los niveles de radiación solar en plano horizontal.

**Palabras clave:** Red solarimétrica, Pampa Húmeda, Argentina.

### INTRODUCCIÓN

El antepasado año se informó de la instalación de una red solarimétrica destinada a medir los niveles de radiación sobre la superficie terrestre en plano horizontal, con pretensiones de evaluar el recurso en la zona de nuestro país correspondiente a la Pampa Húmeda Argentina (Righini et al., 2010).

La evaluación de los niveles de radiación solar tiene un amplio abanico de posibilidades de uso y aplicación. Por un lado es fundamental para la evaluación de los sistemas de aprovechamiento energético que empleen la energía solar como fuente primaria de energía no convencional. Estos sistemas, ya sean destinados a pequeños usuarios o a grandes centrales de generación, necesitan del conocimiento de las medias mensuales de radiación solar para poder dimensionarse adecuadamente. No sólo la potencia que puede ser generada sino también su factibilidad económica dependen de la correcta determinación de la energía solar disponible. Por otro lado, existen diversas actividades agrícolas que pueden usar los valores de radiación solar como dato de entrada para la evaluación de diversos procesos que dependan de ella, como el secado de especies vegetales (Curioni et al. 2000) y el rendimiento de cosechas (Magrin et al., 1991; Bocco et al., 2010). También resulta un parámetro de interés biológico ya que constituye en muchos sistemas el aporte energético principal, tal como ocurre con las plantas, las cuales son sensibles a la radiación fotosintéticamente activa (PAR), que puede ser estimada en base a la global (Blackburn y Proctor, 1983; Righini y Grossi Gallegos, 2005).

No obstante la necesidad de contar con información adecuada de esta fuente de energía las facilidades disponibles para su evaluación han decaído a lo largo de las décadas. De las 41 estaciones que la Red Solarimétrica tenía instaladas en Argentina en la actualidad no queda ninguna en estado operativo. Y si bien es cierto que la radiación solar es medida en muchas estaciones meteorológicas automáticas, ya sea pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional, al INTA, a Universidades o a innumerables usuarios particulares vinculados con la actividad agropecuaria, no existe un organismo que centralice la información, verifique la consistencia de los datos y calibre regularmente los sensores.

La red solarimétrica regional que el Grupo de Estudios de la Radiación Solar (GERSolar) de la UNLu ha instalado en la región viene a cubrir en parte esa necesidad: contar con una red sostenible y con procedimientos de tratamiento de datos y calibración de equipos que vuelva confiable la información recolectada.

Por otra parte el GERSolar intervendrá en una actividad conjuntamente con otros dos participantes: YPF e INTA. La Universidad Nacional de Luján, YPF y el INTA han creado un consorcio denominado ENARSOL que, financiado por el FONARSEC, instalará 40 estaciones de medición de la radiación solar en todo el país. Dentro del mismo proyecto se creará un grupo que trabajará con imágenes satelitales para estimar, mediante algoritmos que empleen información que brinde la red terrestre, la radiación solar en todo el territorio que no quede cubierto por la misma. En esta actividad programada, la existencia de una red alternativa confiable y sostenible será de gran importancia para el desarrollo y puesta a punto de dichos algoritmos.

### ACTIVIDADES

A los equipos que ya han sido instalados en estaciones meteorológicas pertenecientes al INTA (Paraná, Pergamino, Balcarce, Anguil, Marcos Juárez), la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Azul) y a una bodega privada (Bodegas del Fin del Mundo, en San Patricio del Chañar) se han sumado el presente año estaciones de medición en General Villegas (INTA), Barrow (INTA) y Concepción del Uruguay (Universidad Tecnológica Nacional). La red se completa con se la estación de Luján (UNLu) con varios años de funcionamiento continuo. Las estaciones son operadas en todos los casos por personal de esas instituciones contando con el auxilio técnico y las calibraciones periódicas por parte del GERSolar.

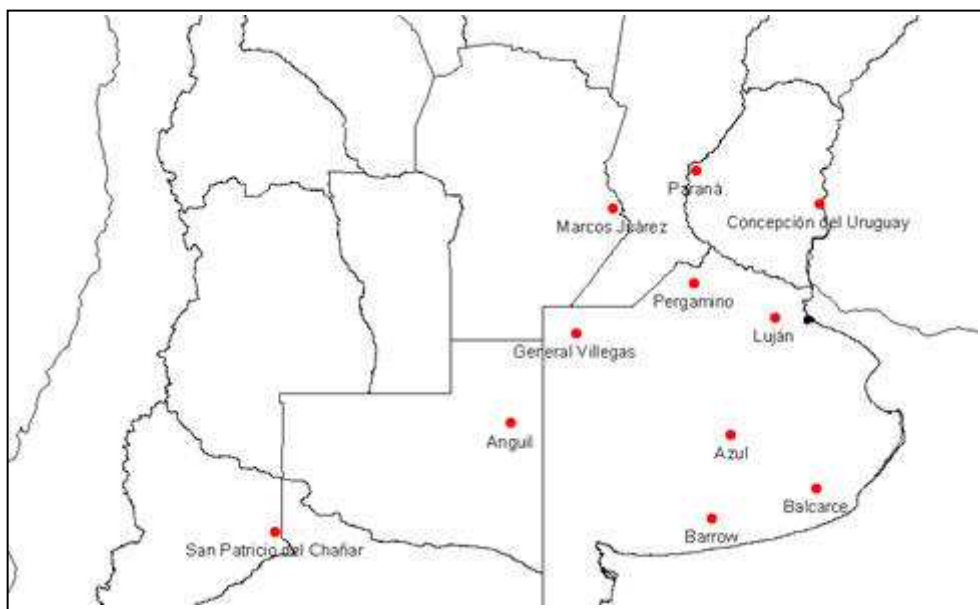


Figura 1. Red de estaciones solarimétricas pertenecientes al GERSolar.

## EQUIPAMIENTO INSTALADO

Los sensores instalados son piranómetros termoeléctricos de tres modelos diferentes: Eppley (8-48: “Black & White) y Kipp&Zonen (CM5 y CM3). Todos estos sensores presentan un error de medición que ronda el 5%, lo cual constituye un valor aceptable. El estudio de factibilidad de la Red Solarimétrica había establecido en su momento un 8% como límite superior del error admisible (Leopardo y Fernández, 1978).

Los equipos han sido calibrados en el laboratorio de radiación solar del GERSolar, en la UNLu. Para ello se cuenta con un patrón secundario (piranómetro de primera clase marca Kipp & Zonen modelo CMP 11) y con un patrón autocalibrable (pirheliómetro de cavidad TMI) contrastado con el patrón regional del Servicio Meteorológico Nacional. En el corto plazo el GERSolar instalará en su laboratorio una lámpara de calibración y contará con un equipo de referencia. Esto permitirá acortar el tiempo que se destina a calibrar cada uno de los equipos de la red, facilitando el mantenimiento óptimo de los sensores instalados en los sitios de medición.

Las estaciones de Anguil, Azul, Paraná, Concepción del Uruguay, General Villegas, Barrow, Marcos Juárez y Pergamino, usan un data logger NOVUS AA. Este equipo puede almacenar datos cada minuto durante 287 días, y su precio es relativamente accesible. El equipo se conecta con una PC a través de una interfase infrarroja por medio de un puerto USB. Los valores medios de las medidas tomadas cada diez minutos permiten calcular las integrales cada diez minutos. De esta forma la red cuenta con datos cada diez minutos lo que facilita el cálculo de las mediciones horarias y diarias de la energía solar incidente a nivel de la superficie terrestre. San Patricio del Chañar tiene un medidor CM3 asociado a un integrador que brinda datos diarios.

La estación Balcarce consta de un sensor Black & White conectado a un data logger Campbell CR1000 propiedad del INTA.

La estación Luján, que es la estación de referencia y calibración, emplea un piranómetro CMP11 de primera clase y realiza el registro por medio de un data logger Campbell CR10X que mide una vez por segundo y almacena las integrales cada diez minutos. Para el control de los datos la estación Luján posee un medidor de radiación solar directa instalado en un seguidor solar Solys de la firma Kipp&Zonen en el cual se mide, accesoriamente, radiación solar difusa por medio de un radiómetro Eppley (8-48: “Black & White). Diariamente se controla que la suma de la radiación directa proyectada en el plano horizontal y la radiación difusa sea la misma que la del sensor CMP11, dentro de un intervalo razonable de error.

## RESULTADOS

Durante todo el último año la red se encontró en estado operativo. Algunas estaciones presentaron dificultades relacionadas con los integradores las cuales se han ido resolviendo durante los últimos meses. En la actualidad las once se encuentran funcionando y brindando datos de radiación solar global con integrales cada diez minutos (salvo en San Patricio del Chañar).

Con los datos de irradiación global integrados en forma diaria a lo largo de cada mes para todas las estaciones se confecciona el mapa mensual de irradiación diaria media mensual para la zona mediante kriging. Este método, de origen geoestadístico (también usado con otras variables atmosféricas como la precipitación o la heliofanía), es óptimo pues permite minimizar los errores cometidos en la estimación del campo de la radiación, incorporando información de la estructura del mismo por medio de una función denominada variograma (también conocida como función estructura).

GERSolar publica mensualmente estos mapas en su página gersol@unlu.edu.ar. Se utiliza un método de interpolación lineal, llamado Kriging. En las figura 2 se muestran los mapas de radiación solar obtenidos de los datos de la red, para los meses mayo (izquierda) y junio (derecha) del presente año.

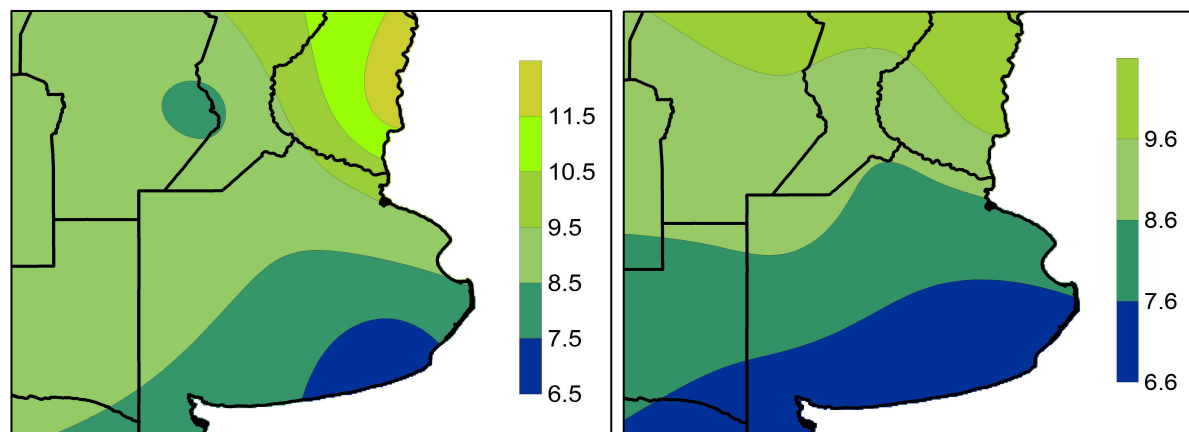


Figura 2. Mapas de Irradiación Solar global diaria media mensual ( $MJ/m^2$ ) para los meses de mayo (izquierda) y junio (derecha) del año 2012.

## COMENTARIOS

Creemos que la instalación de una red de medición de radiación solar con equipamiento de calidad e integradores de buenas prestaciones y bajo costo constituye una primera etapa para recuperar la información necesaria que la planificación del empleo del recurso solar requiere. Usar sus datos para evaluar modelos satelitales de estimación de la radiación solar hará factible ampliar el área de cobertura, aumentando la resolución espacial en una zona de gran importancia económica como la Pampa Húmeda.

Una red de estas características debería ser un primer paso. Ampliarla con un conjunto de redes regionales que brinden datos horarios, dotadas de adecuado equipamiento, rutinas de calibración y control de la información generada, constituiría su evolución natural. Pequeñas redes regionales, atendidas por usuarios interesados, capacitados, que compartan entre sí la información, la centralicen y la procesen de manera confiable dotará al país con una herramienta de planificación que no debe ser resignada.

## REFERENCIAS

- Blackburn W. J y Proctor T. A. (1983) Estimating photosynthetically active radiation from measured solar irradiance, *Solar Energy*, **31** (2), 233-234.
- Bocco M, Ovando G., Sayago S., Willington E. y González V. (2010) Aceptado para su publicación en la XIII Reunión Argentina y VI Latinoamericana de Agrometeorología, a llevarse a cabo en Bahía Blanca, Argentina.
- Curioni A, Righini R., Antelo O. y Alfonso W. (2000) Secado de especies aromáticas en la provincia de Buenos Aires. Factibilidad del recurso solar. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 4, No. 1, 02.81-02.85.
- Magrin G., Díaz R., Rebella C., Del Santo C. y Rodríguez R. (1991). Simulación del crecimiento y desarrollo de trigo en Argentina y la necesidad de información meteorológica de entrada. *Anales del CONGREGMET IV*, 49-50.
- Lopardo, R. y Fernández, R. (1978). Estudio técnico - económico del instrumental necesario para la Red Solarimétrica en la Argentina. En *Atas do 2º Congresso Latino-americano de Energia Solar*, João Pessoa, Paraíba, Brasil, vol. I, 113-120.
- Righini R. y Grossi Gallegos H. (2005). Análisis de la correlación entre la radiación fotosintéticamente activa y la radiación solar global en San Miguel, provincia de Buenos Aires. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 9, 11.01-11.04.
- Righini R., Roldán A., Grossi Gallegos H., Aristegui, R. Raichijk. C. (2010). Nueva red de estaciones de medición de la radiación solar. XXXIII Reunión de Trabajo de Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente.

**ABSTRACT:** The Group of Solar Radiation Studies (GERSolar) has installed a global- solar- radiation- monitoring- stations for at sites corresponding to the Humid Pampa Argentina. Three new stations are ad to the olds stations forming eleven in total. The network are integrated by Eppley (model 8-48: "Black & White) and Kipp & Zonen (models CM5 and CM3) thermoelectric pyranometers. The data are integrated by a two channels NOVUS data logger, which measures once per minute horizontal solar radiation levels.

**Keywords:** Solarimetric network, Humid Pampa, Argentina.