

EVALUACION DE LAS BASES DE DATOS DE RADIACION GLOBAL DISPONIBLES EN LA REPUBLICA ARGENTINA

H. Grossi Gallegos⁽¹⁾, A. Roberti⁽²⁾ y G. Renzini⁽¹⁾

⁽¹⁾ Red Solarimétrica, Servicio Meteorológico Nacional, Avda. Mitre 3100, (1663) San Miguel, Buenos Aires, ARGENTINA - Tel/Fax : (54-11)4455 6762 E-mail : postmast@grossi.cyt.edu.ar

⁽²⁾ Centro de Investigaciones San Miguel, Dirección de Sistemas FAA, Avda. Mitre 3100, (1663) San Miguel, Buenos Aires, ARGENTINA - roberti@s6.coopenet.com.ar

RESUMEN

El tiempo necesario para que una Red Solarimétrica produzca datos de precisión conocida y suficiente representatividad temporal a partir de los cuales extrapolar espacialmente los promedios mensuales de la radiación global diaria suelen superar las urgencias de los diseñadores de sistemas de aprovechamiento de esta fuente de energía, razón por lo cual surgen bases alternativas de información. En este primer trabajo se evalúan globalmente las diferentes bases de datos disponibles en el país, utilizando para tal fin el error cuadrático medio (RMSE) y el error promedio (MBE), comparándoselas con las tablas producidas por la Red Solarimétrica. Se analizó además la distribución en frecuencia de las diferencias observadas.

INTRODUCCION

“Uno de los mayores problemas que encuentran los investigadores de Energía Solar es el desconocimiento del recurso solar. (...) Teniendo en cuenta las características del país y los problemas energéticos que lo afectan, se elaboró un Proyecto para la instalación de una Red de Mediciones Solarimétricas, en base a distintas prioridades, según el uso final que se le dé a la información. (...) El conocimiento de este recurso no sólo interesa para ser usado como alternativa en aquellos lugares más favorecidos climáticamente, sino también para ayudar a la incorporación a la producción de zonas árida, donde las condiciones de vida, combustibles, agua dulce, etc., hacen difícil su crecimiento económico. (...) Es necesario entonces realizar mediciones en lugares predeterminados, que serán interpretadas y procesadas para permitir una generalización de resultados a través de años de medición, creando una climatología de Radiación Solar” (García y Fernández, 1979). Fue así que en noviembre de 1978 comenzaron a instalarse las primeras estaciones de medición de la Red Solarimétrica en Argentina, proyecto financiado inicialmente por la Organización de los Estados Americanos (O.E.A.).

La necesidad de contar con información de radiación global para el diseño de sistemas de aprovechamiento hizo que se generaran bases de datos de diferente procedencia y confiabilidad, tanto de origen nacional como provenientes del exterior, sin pretender aportar al conocimiento de la climatología de la radiación solar (Pracchia *et al.*, 1987) ni hacer hincapié en la precisión de las mismas. Se puede incluir entre las mismas una de baja resolución espacial (2.5° x 2.5°) producida recientemente a pedido de National Renewable Energy Laboratories (NREL) en base a información satelital (Pinker and Lazlo, 1992) promediada sobre 46 meses y que se encuentra disponible en Internet.

A fines de 1997 se dieron a conocer los resultados de un trabajo en el que se evaluó a nivel de superficie la distribución de la radiación solar global en la República Argentina, procesando para ello toda la información disponible en el país, ya fuera de mediciones directas o de estimaciones obtenidas a partir de horas de insolación (heliofania), complementada con información proveniente de países vecinos (Grossi Gallegos, 1998a y b). Tal como se dice en el mismo, las cartas elaboradas “responden adecuadamente a los datos disponibles en Argentina, dentro de las condiciones que se impusieron en la metodología, siendo compatibles con el mejor nivel del estado del conocimiento del recurso en esta parte del continente. Desde el punto de vista nacional, deberán transcurrir no menos de cinco años para que puedan registrarse modificaciones de importancia a las isóneas presentadas, las que no superan la incerteza del 10%”.

En este artículo se analizan los promedios mensuales de radiación global diaria provenientes de diferentes bases, comparándoselos con los del último trabajo citado en las estaciones en las que se dispone de información común, utilizando como calificadores el error cuadrático medio (RMSE) y el error promedio (MBE), tal como recomienda la Agencia Internacional de Energía (Zelenka *et al.*, 1992), relativizadas con respecto al valor medio local.

MATERIALES Y METODO

La necesidad antes citada dio lugar a la circulación, a través de publicaciones o cursos realizados localmente, de diferentes bases de información. Fue así como se conoció el Atlas de Energía Solar producido por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE, 1983), utilizando para su elaboración los datos de heliofania proporcionados por los diferentes países y una única relación del tipo de Ångström-PreScott con coeficientes 0.29 y 0.42, considerando para la aplicación del modelo un valor de constante solar de 1353 kWh/m² (designada en este trabajo como BASE E). Posteriormente, Fabris *et al.* (1986)

dieron a conocer su tabla de datos meteorológicos para 60 localidades (BASE C) y al año siguiente, Pracchia *et al.* (1987) la ampliaron a 118 localidades (BASE B), siendo por muchos años una de las bases de radiación solar más utilizadas. En 1991 dejó de actualizarse la base de datos generada por el Programa Fotovoltaico de la Universidad de Lowell (1991), en la que se diferenció la información que provenía de piranómetros (BASE F), la que lo hacía de estimaciones a partir de heliógrafos (tomando en la región los que proporcionó OLADE) y la de procedencia desconocida (BASE D). En el año 1995 los autores tuvieron acceso a una base de datos (BASE G) que manejaba la empresa italiana fabricante de paneles fotovoltaicos ANIT (Boffa, 1995), mientras que en octubre de 1996, durante el curso de electrificación rural con tecnología fotovoltaica que dictara el Instituto Catalá de l'Energía en Buenos Aires, se dio a conocer un manual que contenía una base de datos (BASE A) elaborada para la Red Europea-Latinoamericana de Energías Renovables (1994).

Finalmente, el Laboratorio Nacional de Energía Renovable de los Estados Unidos de Norteamérica (NREL) entregó en 1995 a la Subsecretaría de Energía unas cartas elaboradas como salida del algoritmo de Pinker y Lazlo al que ya se hizo referencia. Esta información fue analizada por Grossi Gallegos (1999), obteniendo valores del error cuadrático medio que van de 3.7% a 24.8%, dependiendo del grado de inhomogeneidad del lugar; se concluyó que esta metodología de baja resolución puede ser una herramienta válida para zonas homogéneas pero que en regiones de accidentada orografía se requiere mayor resolución espacial. La base de datos correspondiente a zonas homogéneas es analizada en este trabajo (BASE H).

Los estadísticos utilizados para hacer la comparación de las series son los valores relativos del error cuadrático medio (RMSE) y del error promedio (MBE), los que corresponden a las siguientes expresiones:

$$RRMSE (\%) = 100 \left(\frac{\sum (\bar{H}_{b,i} - \bar{H}_{o,i})^2 / n}{\sum \bar{H}_{o,i} / n} \right)^{1/2} \quad \text{y} \quad RMBE (\%) = 100 \left(\frac{\sum (\bar{H}_{b,i} - \bar{H}_{o,i})}{\sum \bar{H}_{o,i}} \right)$$

en donde $\bar{H}_{b,i}$ indica el promedio mensual de la irradiación global diaria consignada por la base de datos para el mes i , $\bar{H}_{o,i}$ el correspondiente promedio correspondiente a la base de datos considerada en los trabajos de Grossi Gallegos (1998a y b, 1999), a la que se toma como referencia, y n el número de valores considerados. Para permitir estos cálculos se convirtieron todos los valores de irradiación al sistema internacional de unidades (MJ/m^2), a excepción de la BASE H que fue analizada anteriormente.

Se consideraron para cada base sólo aquellas localidades para las que se contaba información común y se calcularon los estadísticos antes consignados para todos los meses para cada una de ellas; si bien en el trabajo completo se analizaron los estadísticos para cada estación, en este primer análisis sólo se muestran los resultados globales calculados para todas las estaciones de cada base en conjunto.

En la Figura 1 de la página siguiente se presentan gráficamente las correlaciones lineales establecidas entre los promedios mensuales de cada una de las ocho bases y la referencia, consignándose en cada uno los valores relativos porcentuales del error cuadrático medio y del error promedio, mientras que en la Figura 2 se presentan gráficos con la distribución de frecuencia de las diferencias porcentuales halladas entre las bases designadas como A-F y la de referencia.

REFERENCIAS

- Boffa, G. (1995) Comunicación personal.
- Fabris, A., Pracchia, J. y Rapallini, A. (1986) Tabla de datos meteorológicos para 60 localidades de la República Argentina necesarios para el dimensionamiento de sistemas solares. Publicación interna de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE), San Miguel, Buenos Aires, mayo de 1986, 60 páginas.
- EULA-ER (1994) Manual de Energización Rural mediante Energía Fotovoltaica. Comisión Europea DG XII APAS 94 - Energías Renovables.
- García, M. y Fernández, R. (1979) Red de mediciones solarimétricas en Argentina. En *Atas do 2º Congresso Latino-Americano de Energia Solar*, João Pessoa, Paraíba, Brasil, Volume I, pp. 43-59.
- Grossi Gallegos, H. (1998a) Distribución de la radiación solar global en la República Argentina. I. Análisis de la información. *Energías Renovables y Medio Ambiente* 4, 13-17.
- Grossi Gallegos, H. (1998b) Distribución de la radiación solar global en la República Argentina. II. Cartas de radiación. *Energías Renovables y Medio Ambiente* 5, 33-42.
- Grossi Gallegos, H. (1999) Comparación de los valores satelitales del "Surface Solar Energy (SSE) Data Set version 1.0" con datos de tierra de la Red Solarimétrica. *Energías Renovables y Medio Ambiente* 6 (en prensa).
- OLADE (1983) Atlas de Energía Solar de América Latina y el Caribe, Volumen II. Organización Latinoamericana de Energía, Quito, Ecuador.
- Pinker, R. and Lazlo, I. (1992) Modeling surface solar irradiance for satellite applications on a global scale. *J. Appl. Meteor.* 31, 194-211.
- Pracchia, J., Fabris, A. y Rapallini, A. (1987) Tabla de datos meteorológicos para 118 localidades de la República Argentina necesarios para el dimensionamiento de sistemas solares. En *Actas de la 12va. Reunión de Trabajo de la ASADES*, Salta, Argentina, Tomo I, pp. 157-166.
- University of Lowell Photovoltaic Program (1991) International Solar Irradiation Database, Version 1.0, Lowell, Massachusetts, U.S.A. (comunicación personal del Dr. John Duffy, marzo de 1999).
- Zelenka, A., Czeplak, G., D'Agostino, V., Josefsson, W., Maxwell, E., Perez, R., Noia, M., Ratto, C. and Festa, R. (1992) Techniques for Supplementing Solar Radiation Network Data, Report No. IEA-SHCP-9D-1, Volume 1, 2 and 3, International Energy Agency, September 1992.

