

# COMPARACIÓN ENTRE DATOS DE RADIACIÓN SOLAR DE TRES BASES DE DATOS DE REANÁLISIS Y MEDICIONES EN SUPERFICIE EN ARGENTINA

Fernando Nollas<sup>1</sup>, Eduardo Luccini<sup>2,3</sup>, Pablo Orte<sup>4,5</sup>, María M. Skansi<sup>1</sup>, Gerardo Carbajal<sup>1</sup>, Elian Wolfram<sup>1,5,6</sup>, María M. Poggi<sup>1</sup> y Julian Lell<sup>1</sup>  
[fnollas@smn.gob.ar](mailto:fnollas@smn.gob.ar)

<sup>1</sup> Servicio Meteorológico Nacional. Argentina (SMN)

<sup>2</sup> CONICET. Argentina (CEPROCOR )

<sup>3</sup>Facultad de Química e Ingeniería del Rosario, Pontificia Universidad Católica Argentina

<sup>4</sup>Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa. Argentina (CITEDEF)

<sup>5</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Argentina (CONICET)

<sup>6</sup> Universidad Tecnológica Nacional. Argentina.

**Palabras clave:** Comparación, Reanálisis, Irradiación solar, Argentina.

## 1) INTRODUCCIÓN

Las mediciones de radiación solar en un sitio dado tienen una validez geográficamente localizada, por lo cual, para extender el conocimiento del recurso solar a amplias regiones, se recurre a métodos de interpolación, cálculos con modelos de transferencia radiativa, datos satelitales, etc, para los cuales las mediciones localizadas en tierra son cruciales a modo de validación. Distintos estudios se han realizado en Argentina para estimarlo utilizando diferentes parámetros (Taddei et al., 2014, Righini et al., 2008; Podestá et al., 2004). Asimismo, fueron realizados mapas de radiación solar utilizando como fuente de datos información satelital (Carmona et al., 2017) y mediante modelos en base a parámetros meteorológicos de superficie (Grossi Gallegos y Righini 2007; Raichijk et al. 2005, Aristegui et al., 2018).

Las bases de datos de reanálisis (BDR) provistas por las agencias National Aeronautics and Space Administration (NASA) y European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) se presentan como alternativa para poder evaluar el recurso solar en áreas donde no hay datos in-situ. Estas BDR tienen la ventaja de ser continuas y de largo plazo, poseen cobertura global y son abiertos al público, aunque poseen una menor resolución espacial respecto a datos provenientes de imágenes satelitales.

El objetivo de este trabajo es comparar los datos de irradiación solar diaria (la integral de la irradiancia a plano horizontal durante todas las horas de luz diurna) de las bases de datos de reanálisis MERRA-2, ERA5 y ERA INTERIM con las mediciones en 9 estaciones de la red solarimétrica perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de Argentina.

## 2) DATOS LOCALIZADOS EN SUPERFICIE Y METODOLOGÍA

La base de datos medidos en superficie utilizada en el presente trabajo fue obtenida de la red solarimétrica del SMN en 9 estaciones de Argentina. En la tabla I se detallan las coordenadas geográficas de cada estación, el instrumental de medición, datalogger, período de medición considerado en el presente trabajo y la cantidad total de datos diarios.

Sitio	Latitud	Longitud	Elevación (m)	Sensor	Datalogger	N° de datos	Periodo Disponible
La Quiaca	-22.10	-65.60	3468	CMP11	CR10X	1260	1997-1999, 2005-2007 & 2018
Tucumán*	-26.83	-65.10	451	CMP21	CR1000	626	2017-2018
Pilar	-31.67	-63.88	335	CM11	CR10X	2812	1996-1999 & 2013-2018
Buenos Aires	-34.59	-58.48	30	CMP11	CR1000	2192	2013-2018
Neuquén*	-38.95	-68.14	269	CMP21	CR1000	1581	2014-2018
Comodoro Rivadavia*	-45.78	-67.46	51	CMP21	CR1000	1542	2014-2018
Pto. San Julián	-49.31	-67.80	50	CM11	CR10X	2118	2013-2016
Rio Gallegos	-51.61	-69.30	15	CMP21	CR1000	1496	2014-2018
Ushuaia	-54.85	-68.31	11	CM11	CR10X	2809	2013-2018

Tabla I. Estaciones pertenecientes al SMN en las que se mide irradiancia solar global. Las estaciones con \* son las que forman parte del proyecto SAVER-NET (<http://www.savernet-satreps.org/es/>)

Los datos de irradianción solar global horizontal fueron comparados de manera directa y el desempeño de cada una de las BDR se cuantificó utilizando los estimadores estadísticos convencionales (Gueymard, 2014): desvío medio relativo (MBD) (eq.1), desvío cuadrático medio relativo (RMSD) (eq.2) y diferencia absoluta media (MAD) (eq.3).

$$MBD(\%) = \frac{100}{n \bar{O}} \sum_{i=1}^n (P_i - O_i) \quad (1)$$

$$RMSD(\%) = \frac{100}{\bar{O}} \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2} \quad (2)$$

$$MAD(\%) = \frac{100}{n \bar{O}} \sum_{i=1}^n |P_i - O_i| \quad (3)$$

### 3) RESULTADOS

Estación	ERA5			ERA INTERIM			MERRA-2		
	MAD(%)	MBD(%)	RMSD (%)	MAD(%)	MBD(%)	RMSD (%)	MAD(%)	MBD(%)	RMSD (%)
La Quiaca	6.79	-0.79	10.40	12.08	-7.95	18.30	8.17	2.05	12.64
Tucumán	17.18	10.28	23.69	22.69	7.40	30.73	41.05	40.08	54.34
Pilar	13.14	-2.22	19.52	15.06	-0.99	22.93	24.17	16.73	35.57
Buenos Aires	12.07	5.77	17.91	13.92	8.42	20.96	17.52	12.28	26.01
Neuquén	8.94	3.65	13.44	10.27	4.54	15.74	10.28	5.83	15.81
Comodoro Rivadavia	11.80	7.29	17.73	13.29	7.95	20.41	12.52	8.11	19.09
Pto. San Julián	16.73	6.14	25.41	17.70	9.59	27.24	38.22	29.24	54.78
Rio Gallegos	15.22	6.77	21.91	15.89	6.76	23.23	16.59	4.53	24.07
Ushuaia	25.17	10.08	36.95	24.48	-6.40	35.83	22.90	5.86	34.22

Tabla II. Estimadores estadísticos obtenidos a partir de la comparación entre los datos de irradianción diaria y la de bases de datos de reanálisis.

Los indicadores estadísticos se muestran en la tabla II y se puede ver que las BDR en general tienen un sesgo positivo. En términos generales se encontró que la base ERA5 es la que mejores resultados presenta en comparación con las otras BDR. Se presenta una tendencia a la sobreestimación de las BDR a excepción de sitios como La Quiaca y Pilar. La base de datos MERRA2 presenta una sobreestimación en todos los sitios a excepción de Ushuaia.

Se encontró que sitios muy cercanos al mar como Buenos Aires, Comodoro Rivadavia, Pto. San Julián, Río Gallegos y Ushuaia presentan valores de indicadores estadísticos muy altos. Esto puede estar asociado a que los datos de reanálisis tienen una resolución espacial baja (desde ~ 31 Km en ERA5 hasta ~ 79 Km en ERA INTERIM) y por lo tanto no son capaces de identificar el cambio en las condiciones de superficie de zonas aledañas al mar o líneas costeras (Babar et al., 2019).

#### 4) CONCLUSIONES

Los resultados ponen de manifiesto la dificultad de las BDR para modelar la nubosidad, teniendo en cuenta que los días despejados presentan una irradiación solar estimada menor a la medida mientras que días con nubosidad son estimados, en la mayoría de las ocasiones, como días de cielo claro.

#### CITAS Y REFERENCIAS

- Taddei, F.; Melendez, S; Cuestas, Y & E. Collet, 2014. Resultados Preliminares de la Aplicación del Algoritmo Heliosat-2 para la Estimación de la Irradiación Solar Global a Partir de Imágenes Satelitales GOES-13 en la Región de la Pampa Húmeda Argentina. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* (ISSN 0329-5184) vol. 2, pp. 1127-1125.
- Righini R. & Barrera D., 2008. Empleo del modelo de Tarpley para la estimación de la radiación solar global mediante imágenes satelitales GOES en Argentina. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 12, pp. 11.09 - 11.15., versión CD-ROM.
- Podestá, G. P., Núñez, L., Villanueva, C. A., & Skansi, M. A. (2004). Estimating daily solar radiation in the Argentine Pampas. *Agricultural and Forest Meteorology*, 123(1-2), 41–53. doi:10.1016/j.agrformet.2003.11.002
- Carmona, F., Orte, P. F., Rivas, R., Wolfram, E., & Kruse, E. (2017). Development and Analysis of a New Solar Radiation Atlas for Argentina from Ground-Based Measurements and CERES\_SYN1deg data. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*. doi:10.1016/j.ejrs.2017.11.003
- Grossi Gallegos, H. y Righini, R. (2007) “Atlas de energía solar de la República Argentina. Publicado por la Universidad Nacional de Luján y la Secretaría de Ciencia y Tecnología, Buenos Aires, Argentina, 74 páginas + 1 CD-ROM, (ISBN 978-987-9285-36-7).
- Raichijk C.; Grossi Gallegos H.; Righini R. (2005). Evaluación de un método alternativo para la estimación de valores medios mensuales de irradiación global en Argentina. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 9, p 11.05- 11.08.
- Aristegui R., Righini R., Stern V., Lell J. Bazan S. (2018). Nuevo Atlas de radiación solar de la pampa húmeda argentina: resultados preliminares. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* 9, Vol. 22, pp 07.11-07.19.
- Gueymard, C. A. (2014). A review of validation methodologies and statistical performance indicators for modeled solar radiation data: Towards a better bankability of solar projects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 1024–1034. doi:10.1016/j.rser.2014.07.117
- Babar, B., Graversen, R., & Boström, T. (2019). Solar radiation estimation at high latitudes: Assessment of the CMSAF databases, ASR and ERA5. *Solar Energy*, 182, 397–411. doi:10.1016/j.solener.2019.02.058