

ANALISIS COMPARATIVO DE LA IRRADIACION GLOBAL EN PLANO HORIZONTAL A PARTIR DE LAS BASES DE DATOS DE REANÁLISIS EN LA REGIÓN DEL NOA (2000-2023)

Cristóbal I. Silvero^{1,2}, Franco D. Medina^{1,2}, Bruno S. Zossi^{1,2}, Gustavo A. Mansilla^{1,2}, Ana G. Elias^{1,2}

¹*INFINOA (CONICET-UNT), 4000 Tucumán, Argentina*

²*Laboratorio de Ionosfera, Atmosfera Neutra y Magnetosfera - LIANM (FACET, UNT), Av. Independencia 1800, 4000 Tucumán, Argentina*

e-mail: cristobalivansilvero@gmail.com.ar

RESUMEN: El estudio de los parámetros climáticos, como el caso de la irradiación global en plano horizontal en superficie, es de vital importancia en el análisis de la disponibilidad energética para poder dimensionar las tecnologías necesarias para el aprovechamiento de energía. En numerosas regiones, como el caso del Noroeste Argentino, región de estudio de este trabajo, no se dispone de una cobertura adecuada de estaciones meteorológicas para trabajar con valores medidos, por lo tanto, las bases de datos de reanálisis son una alternativa prometedora. En este trabajo se analiza la irradiación global en plano horizontal promedio en superficie en el período 2000-2023 en la región del NOA utilizando los datos de los reanálisis NCEP/NCAR R1, ERA5 y MERRA-V2. Se analizaron las series de promedios mensuales y se compararon las distintas bases de datos para cada mes y el valor medio anual. Para el análisis comparativo se estimaron tres parámetros estadísticos: el coeficiente de correlación de Pearson (r), el error absoluto medio (MAE) y el error relativo medio (MRE). Los tres reanálisis presentan una variabilidad espacial similar, sin embargo, en términos de valores absolutos, ERA5 y MERRA V2 son comparables, mientras que NCEP/NCAR R1 presenta una sobreestimación sistemática que alcanza un 30% respecto de ERA5 tomado como referencia.

Palabras clave: Irradiación global en plano horizontal, NCEP/NCAR R1, MERRA V2, ERA5, NOA.

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de manera automatizada y directa de datos experimentales de irradiación global en plano horizontal en superficie es aun escasa para algunas regiones de Argentina, como es el caso de la región del NOA. El estudio de la variabilidad tanto temporal como espacial de la irradiación global en plano horizontal en superficie es de suma importancia en el análisis de la viabilidad del aprovechamiento energético de energía solar como fuente de energía renovable en una dada localidad o región, y en el análisis dimensional de la tecnología necesaria para su uso. Este parámetro es importante además en modelos climáticos (Hollmann et al., 2013; Trenberth et al., 2013).

En este trabajo, se determinan valores promedio del período 2000-2023 de la irradiancia solar en superficie en la región del NOA utilizando tres diferentes bases de datos de reanálisis: NCEP/NCAR R1 (Kalnay et al, 1996), MERRA V2 (Tahir et al., 2021), y ERA5. Los datos del reanálisis, en general, se han utilizado en numerosos estudios de caracterización y variabilidad de diversos parámetros, sobre todo en regiones donde las mediciones de superficie, a pesar de ser más precisas, tienen una cobertura espacial y temporal limitada, como es el nuestro (Morales-Moraga et al., 2019, Peng et al., 2019).

Si bien los análisis de comparación debieran hacerse utilizando como referencia datos obtenidos a partir de mediciones experimentales, ante la falta de datos en la región, sumado a la dificultad de disponer de manera libre de los pocos datos que existen, consideramos de interés hacer este análisis tomando como

referencia uno de las bases de datos de reanálisis: ERA5. Esto se basa en una comparación parcial que se realizó con datos de dos años de una estación del NOA, y cuyos resultados preliminares se mencionan más adelante, y también en base a resultados de otros autores que realizaron estudios de precisión y performance de diferentes bases de reanálisis, incluyendo las seleccionadas en este estudio. Mencionamos a continuación algunos de ellos.

Urraca et al. (2018) comparan las reanálisis ERA5 y COSMO-REA6 (reanálisis de alta resolución basado en COSMO-Consortium for Small-scale Modeling) en la estimación de irradiancia superficial, en el período 2010-2014, evaluándolos con datos de 41 estaciones del BSRN (Baseline Surface Radiation Network) y productos satelitales. ERA5 presenta un sesgo positivo moderado a nivel global y en Europa, reduciendo el sesgo en un 50%-75% en comparación con ERA-Interim y MERRA-2, y es comparable con los productos satelitales en estaciones continentales. Concluyen además que, a pesar de sus limitaciones, ERA5 es una alternativa válida en regiones donde no hay datos satelitales disponibles. Tahir et al. (2020, 2021) evalúan la precisión de la radiación solar estimada por diferentes conjuntos de datos de reanálisis en comparación con mediciones terrestres en Pakistán. Demuestran un mejor rendimiento de ERA5 sobre JRA-55 (Japanese 55-year Reanalysis) NCEP/NCAR R1, NCEP-DOE (Department Of Energy) R2, MERRA, MERRA v2 y ERA-Interim (la versión anterior a ERA5). Encuentran que las versiones más recientes de los reanálisis mejoran notablemente respecto de las versiones anteriores, indicando que los productos de reanálisis actualizados han sido significativamente mejorados, y que en particular ERA5, en el caso de Pakistán, puede usarse para estimaciones del recurso solar.

Wang et al. (2021) evaluaron el desempeño de los datos de radiación provenientes de ERA5, MERRA-V2, JRA-55 y CERES (Clouds and the Earth's Radiant Energy System), en la región de Gobi, China. Sus resultados muestran que los datos de ERA5 superan a los de otros reanálisis, demostrando la mayor aplicabilidad para estimar el flujo de radiación en la región analizada.

Doddy Clarke et al. (2021) compararon tres conjuntos de datos de reanálisis: ERA5, MERRA-V2 y MERA (un reanálisis de alta resolución regional), con observaciones en siete estaciones meteorológicas en Irlanda, evaluando variables clave para el sector de energía renovable, como el viento y la radiación solar. Encuentran que en general, ERA5 supera a los otros dos reanálisis en precisión.

Jiao et al. (2022) comparan la radiación solar superficial estimada por ERA5 y CMIP6 con observaciones in situ de más de 2000 estaciones provenientes de bases de datos de radiación medida, mostrando que ERA5 es más consistente con las mediciones en las variaciones temporales, la tendencia a largo plazo y la reducción de incertidumbres a escalas globales y continentales.

Desde luego que también hay estudios resaltando la mala performance de los grillados de datos, como Salazar et al. (2020), quienes enfatizan la importancia de la validación con registros de mediciones. Mbasa et al. (2021), como otro ejemplo, encuentran que los datos satelitales tienen mejor performance en la región de Sudáfrica que los reanálisis ERA5 y MERRA-V2.

DATOS

Los datos utilizados corresponden a las variables de cada uno de los tres reanálisis seleccionados: NCEP/NCAR R1, MERRA V2 y ERA5, que corresponden al valor de irradiancia solar medida por un radiómetro en superficie. Se describe a continuación cada una de estas variables. La Tabla 1 resume la información en base a cada reanálisis.

Tabla 1. Reanálisis utilizados, algunas características y variable seleccionada.

Reanálisis	Enlace	Resolución del grillado (lat-lon)	Nº puntos	Variable
NCE/NCAR R1	https://psl.noaa.gov/data/gridded_data.ncep.reanalysis.surfaceflux.html .	1.8°×1.8°	30	dswrf
ERA5	https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/derived-era5-single-levels-daily-statistics?tab=download .	0.25°×0.25°	1681	ssrd
MERRA-V2	https://disc.gsfc.nasa.gov/dataset?project=MERRA-2 .	0.5°× 0.625°	357	SWGNT

Los datos de flujo de radiación solar directa en superficie, dwsrf (downward solar radiation flux) del reanálisis NCEP/NCAR R1, en (W/m^2), provistos por la NOAA/OAR/ESRL PSL, Boulder, Colorado, se obtuvieron del sitio <https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.ncep.reanalysis.surfaceflux.html>. El dswrf indica la radiación solar de onda corta que llega a una superficie horizontal en la superficie de la Tierra. El reticulado tiene una resolución de 1.8° en latitud \times 1.8° en longitud considerando la región del NOA comprendida entre los 20°S y 30°S en latitud, y 70°O y 60°O en longitud. Esto resulta en una grilla de 5 puntos en latitud x 6 en longitud (=30 puntos), para el período 2000- 2023. Estos límites comprenden en realidad una región extendida que definimos en función de los valores de retícula disponibles en la base de datos de este reanálisis. Los datos obtenidos corresponden a valores promedio mensual del promedio diario de radiación solar.

Los datos del ERA5 usados corresponden a la radiación solar en superficie hacia abajo, ssrd (Surface solar radiation downwards), en (J/m^2), a lo largo del período 2000-2023, disponibles en <https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/derived-era5-single-levels-daily-statistics?tab=download>. El ssrd indica la radiación solar de onda corta que llega a una superficie horizontal en la superficie de la Tierra y se refiere la suma de la radiación solar directa y difusa en el plano. Se considera que, en buena aproximación, es equivalente al valor modelado de la radiación que mediría un piranómetro (<https://codes.ecmwf.int/grib/param-db/169>). La grilla en este caso tiene una resolución de latitud-longitud regular de 0.25° (41 valores de latitud x 41 valores de longitud=1681 puntos). Los datos de ssrd se dividieron en 3600 (segundos) para pasar de (J/m^2) a (W/m^2). Dado que estos valores corresponden a valores de irradiancia horarios, se estimaron a partir de ellos los valores promedios diarios, seguido del cálculo de los valores promedio mensual.

Los datos de MERRA V2 utilizados corresponden al flujo superficial neto descendente de onda corta, SWGNT (Surface Net Downward Shortwave flux), en (W/m^2). Estos datos están disponibles en <https://disc.gsfc.nasa.gov/datasets?project=MERRA-2>. La resolución espacial en este caso es de 0.5° en latitud \times 0.625° en longitud (21 valores de latitud x 17 valores de longitud=357 puntos). Los datos obtenidos, al igual que en el caso de NCEP/NCAR, corresponden a valores promedio mensual del promedio diario de radiación solar.

Para realizar el análisis comparativo, se calcularon los valores promedios en cada punto de las grillas a lo largo del período 2000-2023, tanto para cada mes del año como para el promedio anual. En cada punto de la grilla se obtuvo un valor promedio de irradiación correspondiente al valor anual y 12 valores promedio de largo plazo, uno para cada mes del año. Esto significa que la única variabilidad de los datos analizados es espacial, ya que al promediar sobre todo el período considerado se elimina la variabilidad interanual. La Fig. 1 muestra los resultados para el promedio anual, así como para dos meses representativos: enero, para el verano, y julio, para el invierno, en las tres bases de datos de reanálisis.

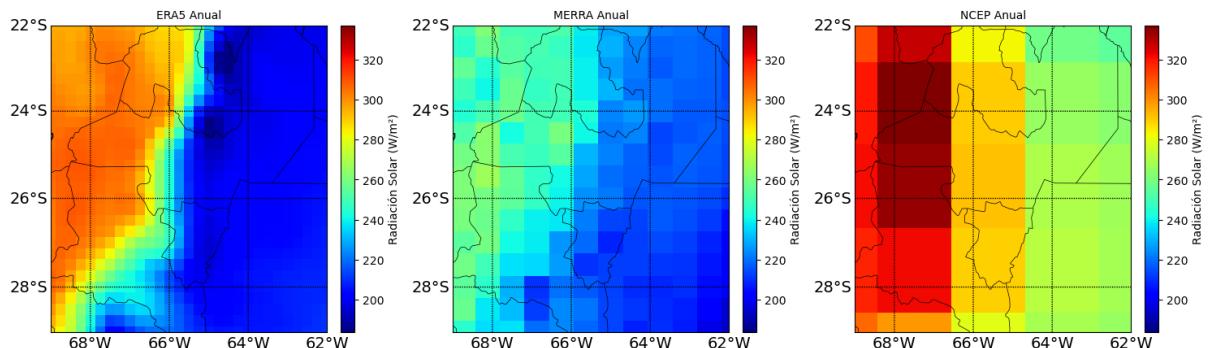


Figura 1. Promedios de irradiación global en plano horizontal en superficie en el período 2000-2023, correspondiente a valores promedio anual utilizando los datos de reanálisis ERA5 (primera columna), MERRA V2 (segunda columna) y NCEP/NCAR R1 (tercera columna).

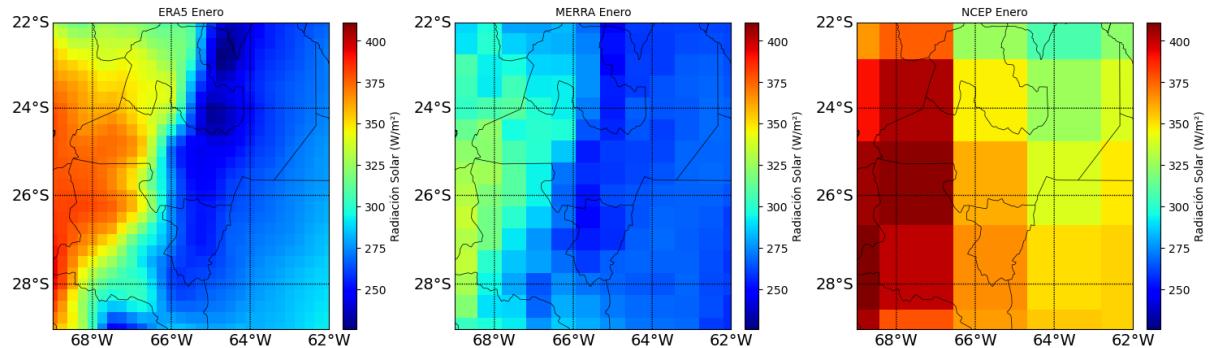


Figura 2. Promedios de radiación global en plano horizontal en superficie en el período 2000-2023, correspondiente a valores promedio mensual de enero (utilizando los datos de reanálisis ERA5 (primera columna), MERRA V2 (segunda columna) y NCEP/NCAR R1 (tercera columna)).

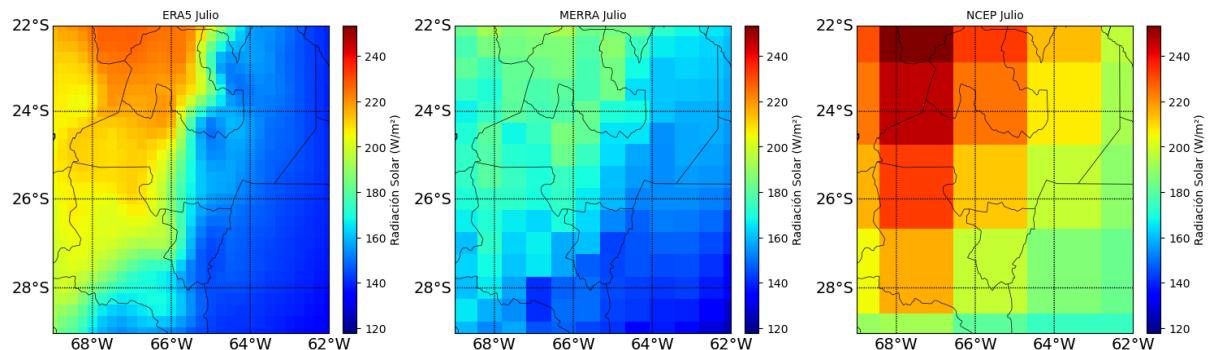


Figura 3. Promedios de radiación global en plano horizontal en superficie en el período 2000-2023, correspondiente a valores promedio mensual de julio utilizando los datos de ERA5 (primera columna), MERRA V2 (segunda columna) y NCEP/NCAR R1 (tercera columna).

METODOLOGÍA

Entre los numerosos estadísticos usados para realizar comparaciones (Gueymard, 2004, Medina et al., 2023), elegimos el error absoluto medio (MAE, Mean Absolute Error) (Willmott y Matsuura, 2005), el error medio relativo (Mean Relative Error) y el coeficiente de correlación de Pearson (Chicco et al., 2021).

$$\text{MAE} = \sum \frac{|y - x|}{n} \quad (1)$$

$$\text{MRE} = \sum \frac{(y - x)}{x} * 100 \quad (2)$$

$$r = \frac{n (\Sigma xy) - (\Sigma x) (\Sigma y)}{\sqrt{[n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2] [n \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2]}} \quad (3)$$

donde "x" corresponde a los datos de referencia, "y" a los datos a comparar, "n" al número de datos de cada serie.

La comparación en este caso es una comparación de valores promedios considerando la distribución espacial de la radiación. No se analiza la variación temporal dado que utilizamos valores promediados en todo el período (2000-2023). Es decir que los distintos estadísticos se aplican a valores que únicamente presentan una variación espacial. Dado que las grillas de los reanálisis considerados no coinciden, previo a estimar los estadísticos se realizó una interpolación bi-lineal de las grillas de ERA5 y del MERRA V2 para obtener los valores correspondientes en los puntos del grillado de NCEP/NCAR.

Es decir que en este estudio n=30. Posteriormente se realizó un regrillado llevado a la grilla de mayor resolución de los tres reanálisis, es decir, de ERA5, donde se interpoló las grillas de MERRA V2 y NCEP/NCAR, quedando en ésta segunda comparativa n=1681. Los resultados son casi idénticos, pero elegimos mostrar el caso del re-grillado utilizando la grilla con la resolución más baja (NCEP/NCAR).

Se consideró como valor de referencia a los datos de radiación de ERA5, basados en un análisis preliminar de comparación con mediciones en Tucumán (26.8°S, 65.1°O) durante el período 2017-2018, en base a valores promedios diarios, que no se incluye en este estudio. En dicho análisis, ERA5 presentó un mejor desempeño que NCEP/NCAR, con errores relativos entre ~10% y 25% para ERA5 y entre ~50% y 65% para NCEP/NCAR. En cuanto a la detección de la variabilidad diaria, el coeficiente de correlación (*r*) fue de ~0.9 para ERA5 y ~0.6 para NCEP/NCAR.

El **MAE** mide la magnitud promedio de los errores en el conjunto de datos, sin tener en cuenta su signo, es una medida de la precisión de un modelo, que indica en promedio cuánto difieren las predicciones de los valores reales. Un MAE bajo indica un modelo más preciso. El **MRE** mide la magnitud promedio de los errores relativos entre las predicciones y los valores reales, usado para evaluar la precisión en términos relativos de un conjunto de datos. El MRE se expresa generalmente como porcentaje e indica una medida de cuán grande es el error, un MRE positivo además indica sobreestimación de valores, y un valor negativo una subestimación del valor real. El **coeficiente de correlación de Pearson (*r*)** mide el grado de linealidad de la asociación entre "x" e "y". Es decir que mide cuan similar es la variación de ambas series. Está limitado entre 1 y -1, donde 1 es el valor óptimo en nuestro caso indicando que ambas variables varían de forma idéntica. Se destaca que, en este caso, la variabilidad es espacial.

RESULTADOS

Se estimaron los tres estadísticos mencionados para la serie de los 12 meses y para la serie anual, cuyos valores se listan en la Tabla 2.

La Figura 4 muestra los valores de los estadísticos listados en la Tabla 2. Se observa claramente que los valores de radiación de MERRA V2 son más comparables con ERA5 que los valores de NCEP/NCAR, los cuales en general sobreestiman los valores de radiación en la región. Con respecto a la variabilidad espacial, si bien NCEP/NCAR presenta valores de "*r*" superiores a los de MERRA en los meses de invierno, en el promedio anual MERRA nuevamente es más comparable con ERA5.

CONCLUSIONES

En este estudio se realizó un análisis comparativo de los datos de irradiación global en plano horizontal obtenidos de tres diferentes reanálisis: ERA5, MERRA V2 y NCEP/NCAR. Se utilizó ERA5 como referencia y la comparación se realizó entre los valores promedios en el período 2000-2023 de la radiación diaria en la región del NOA. Para esto se estimaron el coeficiente de correlación de Pearson (*r*), el Error Medio Absoluto (MAE) y el Error Medio Relativo (MRE) en cada caso. Si bien lo ideal es realizar este análisis usando como valor de referencia la grilla de los valores obtenidos de mediciones, como no se disponen de las mismas, se utilizó la grilla del ERA5.

Tabla 2. Estadísticos de comparación entre los valores de los reanálisis con resolución NCEP.

Mes	<i>r</i> ERA5 vs.		MAE (W/m ²) ERA5 vs.		MRE (%) ERA5 vs.	
	NCEP/NCAR	MERRA V2	NCEP/NCAR	MERRA V2	NCEP/NCAR	MERRA V2
1	0.72	0.82	54.1	31.1	19.2	-7.2
2	0.74	0.84	51.8	27.6	20.2	-4.8
3	0.73	0.85	51.0	28.0	24.1	-0.2
4	0.85	0.85	48.6	28.7	29.2	3.1
5	0.89	0.82	43.8	24.3	32.1	2.8
6	0.86	0.78	41.0	22.7	33.1	1.9

7	0.89	0.81	35.7	19.9	24.0	-4.5
8	0.90	0.85	33.7	23.6	17.5	-8.8
9	0.87	0.84	38.5	28.8	16.8	-7.9
10	0.83	0.83	49.6	33.4	19.6	-3.7
11	0.80	0.82	57.3	35.5	20.8	-3.6
12	0.74	0.84	59.7	34.4	21.2	-5.6
Anual	0.89	0.89	46.6	22.7	21.4	-4.4

Con respecto al patrón de variación espacial, en el caso de NCEP/NCAR, "r" varía entre 0.72 y 0.90 a lo largo de los meses, resultando 0.88 en el caso de los valores promedio anual. En el caso de MERRA V2, "r" oscila entre 0.78 y 0.85, con un promedio anual de 0.89. Es decir que las tres bases de datos presentan un gradiente de variación latitudinal y longitudinal similar. En realidad, estos gradientes se deducen además de manera teórica ya que se trata de una región con elevaciones hacia el oeste de manera que es esperable una disminución de la radiación hacia el este. Y de igual manera, al estar hacia el sur del ecuador, es esperable una disminución de la radiación hacia a medida que nos trasladamos hacia el sur.

Con respecto a los valores de radiación, MERRA V2 presenta valores más comparables con los de ERA5 que NCEP/NCAR ya que tanto el MAE como el MRE son notablemente menores para todos los meses del año, y también para el valor promedio anual, como puede deducirse claramente de la Figura 2 y de los valores de la Tabla 2. En el caso de MERRA V2, MAE varía entre 20 y 36 W/m², mientras que en el caso de NCEP/NCAR la variación es entre 34 y 60 W/m². El MRE resulta en promedio -5% en el caso de MERRA V2, y 20% en el caso de NCEP/NCAR, lo que indica una clara sobre-estimación de la radiación en el NOA por parte de NCEP/NCAR.

Considerar datos observacionales sería esencial para una validación completa y para comprender mejor las desviaciones observadas. A pesar de las limitaciones, los resultados sugieren que MERRA-2, junto con ERA5, sería más preciso que NCEP/NCAR para estimaciones de irradiación global en plano horizontal en ausencia de datos observacionales en la región del NOA. Sin embargo, futuras investigaciones deberían integrar datos medidos para una evaluación más robusta.

Estos hallazgos destacan la importancia de seleccionar adecuadamente las fuentes de datos de reanálisis para estudios climáticos y energéticos, reconociendo al mismo tiempo la necesidad de incorporar datos medidos para validaciones futuras.

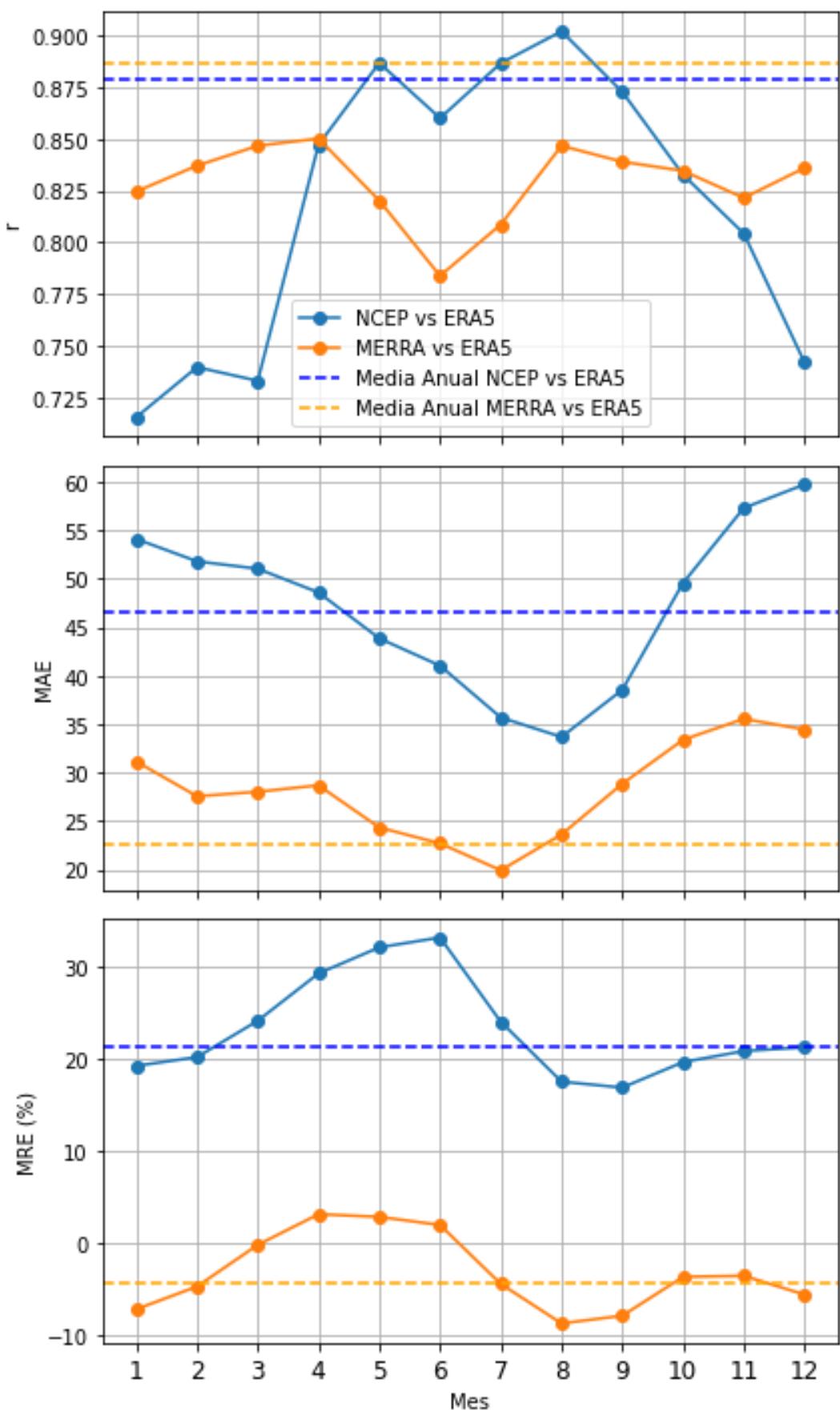


Figura 4. Parámetros estadísticos obtenidos. (Nota: en el eje horizontal el n° representa el mes).

REFERENCIAS

- Chicco D., Warrens M.J., Jurman G. (2021), The coefficient of determination R-squared is more informative than SMAPE, MAE, MAPE, MSE and RMSE in regression analysis evaluation, *PeerJ Computer Science*, 7, e623. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.623>
- Doddy Clarke, E., Griffin, S., McDermott, F., Monteiro Correia, J., Sweeney, C. (2021). Which Reanalysis Dataset Should We Use for Renewable Energy Analysis in Ireland? *Atmosphere*, 12, 624. <https://doi.org/10.3390/atmos12050624>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.117>
- Hollmann R., Merchant C. J., Saunders R. (2013). The ESA Climate Change Initiative: Satellite Data Records for Essential Climate Variables, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 94, 1541–1552. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00254.1>
- Jiao, B., Li, Q., Sun, W., Martin, M. (2022). Uncertainties in the global and continental surface solar radiation variations: inter-comparison of in-situ observations, reanalyses, and model simulations. *Clim. Dyn.*, 59, 2499–2516. <https://doi.org/10.1007/s00382-022-06222-3>
- Kalnay, E. Kanamitsu M., Kistler, R., Collins, W., et al. (1996). The NCEP/NCAR 40- year reanalysis Project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 77, 437-470.
- Mabasa, B., Lysko, M.D., Moloi, S.J. (2021). Validating Hourly Satellite Based and Reanalysis Based Global Horizontal Irradiance Datasets over South Africa. *Geomatics*, 1, 429-449. <https://doi.org/10.3390/geomatics1040025>
- Morales-Moraga, D., Meza, F.J., Miranda, M. y Gironás, J. (2019). Spatio-temporal estimation of climatic variables for gap filling and record extension using Reanalysis data. *Theor. Appl. Climatol.*, 137, 1089–1104.
- Peng, X., She, J., Zhang, S., Tan, J. y Li, Y. (2019). Evaluation of Multi-Reanalysis Solar Radiation Products Using Global Surface Observations. *Atmosphere*, 10, 42.
- Salazar, G., Gueymard, C. Bezerra Galdino, J., de Castro Vilela, O., Fraidenraich, N. (2020), Solar irradiance time series derived from high-quality measurements, satellite-based models, and reanalyses at a near-equatorial site in Brazil, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 117, 109478. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109478>
- Tahir, Z.R., Azhar, M., Mumtaz, M., Asim, M., Moeenuddin, G., Sharif, H., Hassan, S. (2020), Evaluation of the reanalysis surface solar radiation from NCEP, ECMWF, NASA, and JMA using surface observations for Balochistan, Pakistan, *J. Renewable Sustainable Energy* 12, 023703. <https://doi.org/10.1063/1.5135381>
- Tahir, Z.R., Amjad, M., Asim, M., Azhar, M., Farooq, M., Ali. M.J., Ahmad, S.U., Amjad, G.M., Hussain, A. (2021), Improving the accuracy of solar radiation estimation from reanalysis datasets using surface measurements, *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 47, 101485. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2021.101485>
- Trenberth K. E., et al. (2013). Challenge of a Sustained Climate Observing System. In: Asrar, G., Hurrell, J. (eds) *Climate Science for Serving Society*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6692-1_2
- Urraca, R., Huld, T., Gracia-Amillo, A., Martinez-de-Pison, F.J., Kaspar, F. Sanz-Garcia, A. (2018), Evaluation of global horizontal irradiance estimates from ERA5 and COSMO-REA6 reanalyses using ground and satellite-based data, *Solar Energy*, 164, 339-354. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.02.059>
- Wang, Y., Zhao, X., Mamtimin, A., Sayit, H., Abulizi, S., Maturdi, A., Yang, F., Huo, W., Zhou, C., Yang, X., et al. (2021), Evaluation of Reanalysis Datasets for Solar Radiation with In Situ Observations at a Location over the Gobi Region of Xinjiang, China" *Remote Sensing* 13, no. 21: 4191. <https://doi.org/10.3390/rs13214191>
- Willmott, C.J., K. Matsuura (2005), Advantages of the mean absolute error (MAE) over the root mean square error (RMSE) in assessing average model performance, *Climate Research*, 30, 79–82. <https://doi.org/10.3354/cr030079>.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo enmarcado en el Proyecto de UE de INFINOA; PUE 22920200100008CO. Los autores agradecen también el financiamiento provisto por el proyecto PIP 2957.

COMPARATIVE ANALYSIS OF SOLAR RADIATION IN THE NOA REGION FOR THE PERIOD 2000-2023 BETWEEN REANALYSIS DATABASES

ABSTRACT: The study of climatic parameters, such as surface solar radiation, is of vital importance in analyzing energy availability to appropriately size the technologies required for energy utilization. In many regions, such as Northwestern Argentina, the focus area of this work, there is an inadequate coverage of meteorological stations to work with measured values. Therefore, reanalysis databases are a promising alternative. This study analyzes the average surface solar radiation in the period from 2000 to 2023 in the NOA region using data from the NCEP/NCAR R1, ERA5, and MERRA-V2 reanalyses. The monthly average series were analyzed, and the different databases were compared for each month and the annual mean value. For the comparative analysis, three statistical parameters were estimated: the Pearson correlation coefficient (r), the mean absolute error (MAE), and the mean relative error (MRE). The three reanalyses exhibit similar spatial variability; however, in terms of absolute values, ERA5 and MERRA V2 are comparable, while NCEP/NCAR R1 shows a systematic overestimation reaching up to 30%

Keywords: surface solar radiation, NCEP/NCAR R1, MERRA V2, ERA5, NOA.