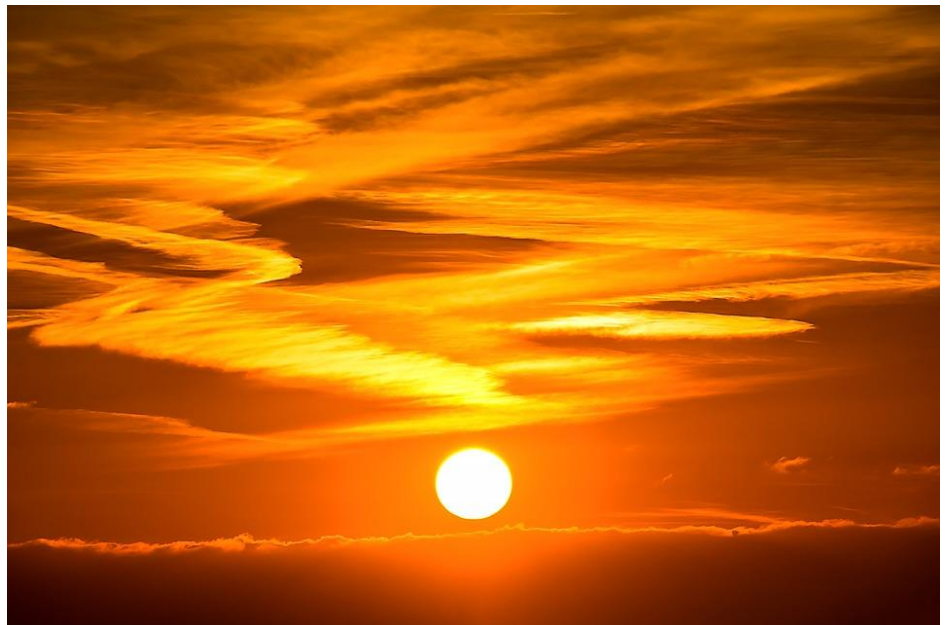


**BOLETÍN BIMESTRAL DE RADIACIÓN SOLAR GLOBAL Y DIFUSA OBTENIDO EN
LAS ESTACIONES DEL SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL**

ENERO-FEBRERO DE 2021



Fuente: https://www.freepik.es/fotos-premium/piranometro-medir-irradiancia-granja-solar-cielo-azul-planta-celulas-solares_3652856.htm



Fuente: <https://pixabay.com/es/photos/sun-puesta-del-sol-abendstimmung-3275314/>

RESUMEN

Conocer los valores de radiación solar medidos en superficie es muy importante para áreas como aprovechamientos energéticos solares, estudios de crecimiento vegetal y todo tipo de estudios científicos relacionados con la temática.

En este boletín se publican los resultados obtenidos de las mediciones de irradiación solar horizontal global y difusa medidos en estaciones del Servicio Meteorológico Nacional. Para obtener esas mediciones se utilizan piranómetros de alta calidad y calibrados con trazabilidad al World Radiation Reference en Davos.

INTRODUCCIÓN

La energía solar representa un parámetro de vital importancia para diversas disciplinas y conseguir datos confiables medidos en superficie es realmente un desafío debido a la dificultad que genera adquirir, mantener y calibrar los sensores que los obtienen. En Argentina existen actualmente muy pocas redes de medición de radiación solar debido al alto costo y esfuerzos que ello requiere.

Se han publicado numerosos estudios que buscan estimar y evaluar el recurso solar del país el cual se utiliza para múltiples aprovechamientos, siendo de los más usuales los agrícolas para estudiar la evapotranspiración y el crecimiento vegetal, así como los energéticos mediante la generación eléctrica fotovoltaica y el calentamiento de agua sanitaria.

El Servicio Meteorológico Nacional fue una de las primeras instituciones relacionadas con la medición de la radiación solar en el país cuando en el año 1938 se instaló en el Observatorio de Buenos Aires un piranógrafo bimetálico que representó el puntapié para que posteriormente, algunos años después, se instalaran más de estos instrumentos a lo largo del país completando veinte estaciones. Luego, en el año 1964 la institución instaló seis piranómetros marca Kipp&Zonen modelo CM5. Lamentablemente, por la dificultad que conlleva el mantenimiento de una red solarimétrica, la cantidad de estaciones en las que se mide radiación solar en la actualidad es mucho menor. La tabla 1 muestra la ubicación de los sitios en los que se dispone de mediciones de radiación solar global y difusa obtenidas por el SMN para el presente bimestre, sus coordenadas y los instrumentos que se encuentran en cada sitio.

Cabe destacar que, gracias al proyecto SAVER-NET, se realizan mediciones en Comodoro Rivadavia, Bariloche, Pilar, Neuquén, Río Gallegos y Tucumán pero, debido a inconvenientes técnicos, no se cuenta con los datos correspondientes al presente bimestre. Asimismo, se informa que el sensor que mide en la base antártica Marambio pertenece al Finnish Meteorological Institute y realiza las mediciones por convenio con el SMN.

En todos los sitios, las mediciones de radiación solar global y difusa se realizan sobre el plano horizontal con piranómetros marca Kipp&Zonen y dataloggers Campbell, los cuales están configurados para tomar datos cada diez segundos y adquirir un promedio minotal.

Tabla 1. Coordenadas, tipo de sensor y datalogger al cual se conectan.

Sitio	Latitud	Longitud	Elevación (m)	Sensor	Parámetro	Datalogger
La Quiaca	-22.1	-65.6	3468	CMP11	Global	CR10X
				CM11	Difusa	
Pilar	-31.67	-63.88	335	CMP11	Global	CR1000
				CM11	Difusa	CR10X
Mendoza	-32.89	-68.87	837	CM11	Global	CR10X
Buenos Aires	-34.59	-58.48	30	CMP11	Global	CR1000
				CM11	Difusa	
Ushuaia	-54.85	-68.31	11	CM11	Global	CR10X
				CM11	Difusa	
Marambio	-64.23	-56.63	0	CMP11	Global	CR1000

La figura 1 muestra un piranómetro Kipp&Zonen CMP11 que es el utilizado en algunas de las estaciones.



Figura 1. Piranómetros termoelectrónicos utilizados por el SMN. Fuente <https://www.kippzonen.com/>

Las medidas de radiación solar difusa se realizan con piranómetros en los que se proyecta la sombra de un aro sombreador, de tal manera que la radiación solar nunca incida de manera directa sobre el sensor durante todo el día. Este aro sombreador, que puede verse en la figura siguiente, es acomodado semanalmente por personal del SMN. Este parámetro solo se mide en La Quiaca, Buenos Aires, Pilar y Ushuaia.



Aro sombreador que proyecta sombra sobre el sensor para medira radiación difusa. Fuente <https://www.kippzonen.com/>

Los datos obtenidos en Buenos Aires, Pilar, La Quiaca y los de la VAG de Ushuaia son enviados al Centro Mundial de Datos en Rusia (wrdc.mgo.rssi.ru) en conformidad con los compromisos asumidos para participar en el proyecto GAW (Global Atmospheric Watch) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

RESULTADOS

Las figuras 2-7 muestran la irradiación solar global y difusa diaria disponible para cada sitio para el bimestre considerado en el presente boletín. Debido a problemas técnicos operativos se presentan días sin datos ya sea porque los mismos no se encuentran disponibles o por sospechas sobre la calidad de éstos. Esta última situación se presenta con frecuencia en los datos de radiación solar difusa debido a que la proyección de sombra sobre el piranómetro no se realiza con un seguimiento solar sino con un aro que se debe acomodar manualmente. Asimismo, en Buenos Aires no se presentan los valores correspondientes a la irradiación difusa debido a que el piranómetro utilizado para medir dicho parámetro se encontraba calibrándose.

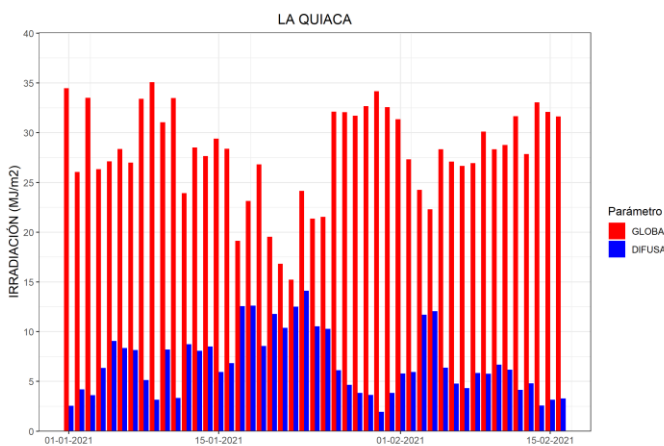


Figura 2. Irradiación solar global y difusa diaria disponibles para La Quiaca durante el bimestre considerado

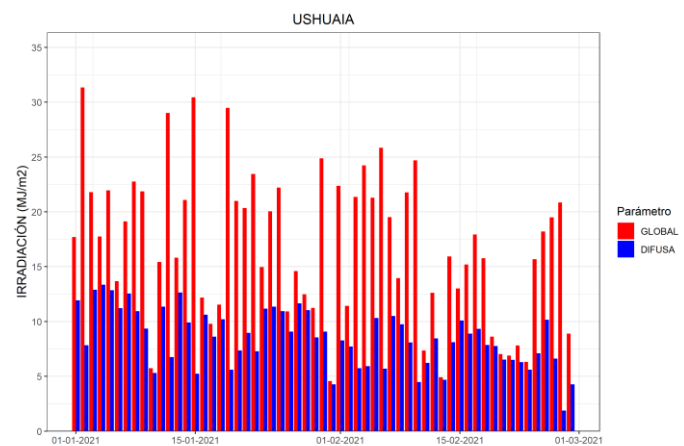


Figura 3. Irradiación solar global y difusa diaria disponibles para Ushuaia durante el bimestre considerado

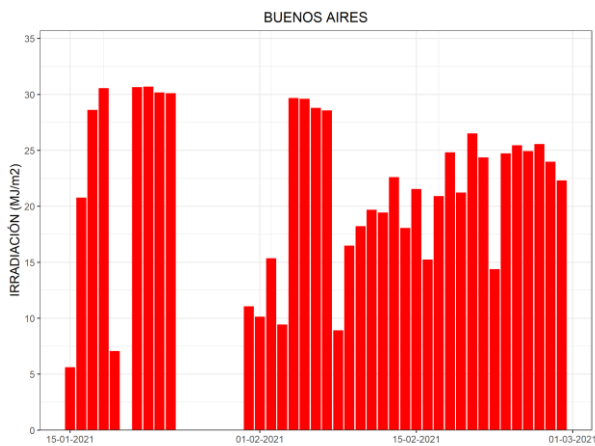


Figura 4. Irradiación solar global diaria disponible para Buenos Aires durante el bimestre considerado

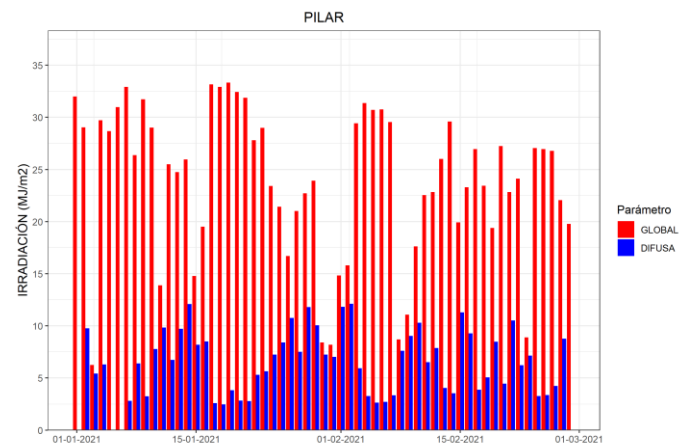


Figura 5. Irradiación solar global y difusa diaria disponibles para Pilar durante el bimestre considerado

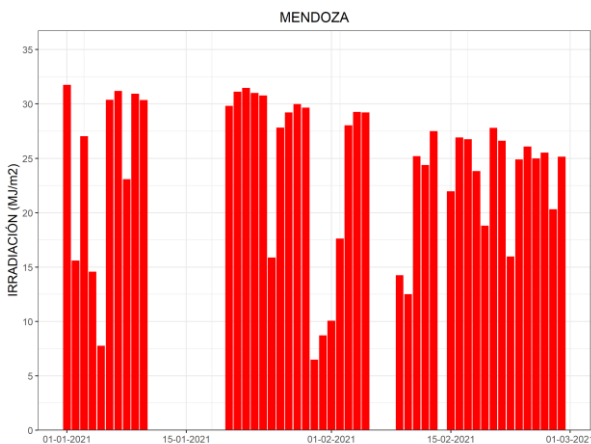


Figura 6. Irradiación solar global diaria disponible para Mendoza durante el bimestre considerado

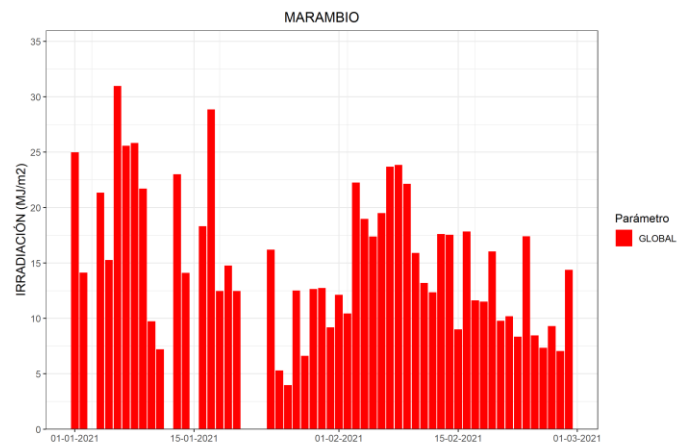


Figura 7. Irradiación solar global diaria disponible para Marambio durante el bimestre considerado

A fin de analizar el comportamiento a lo largo del año de la radiación solar global, las figuras 8-13 muestran la irradiación solar global diaria junto con el promedio mensual para cada sitio durante el transcurso de los últimos 12 meses. En estas figuras se puede observar un comportamiento estacional en donde los valores aumentan hacia el verano austral (diciembre) y disminuyen hacia el invierno austral (junio). Se puede ver como sitios como Ushuaia y Marambio presentan promedios mensuales de irradiación diaria siempre por debajo de 5 MJ/m^2 durante los meses de invierno. Como contraparte, debido a su latitud y su altura sobre el nivel del mar, los valores en La Quiaca son altos incluso durante el invierno. Debe tenerse en cuenta que la cantidad de radiación solar que alcanza la superficie depende de muchos parámetros como nubosidad, aerosoles atmosféricos, latitud y altura sobre el nivel del mar entre otros. Es interesante notar que, durante los meses de invierno, y por su ubicación latitudinal, la radiación solar en Marambio es muy baja, pero en verano se pueden observar valores similares a los que se presentan en La Quiaca en la misma estación del año. En las figuras los puntos rojos corresponden al promedio mensual mientras que los cuadrados negros la irradiación global diaria.

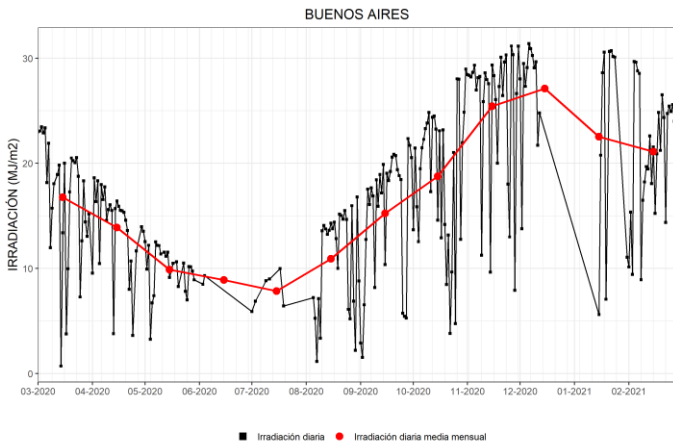


Figura 8. Irradiación solar global diaria y promedios mensuales de los últimos 12 meses en Buenos Aires.

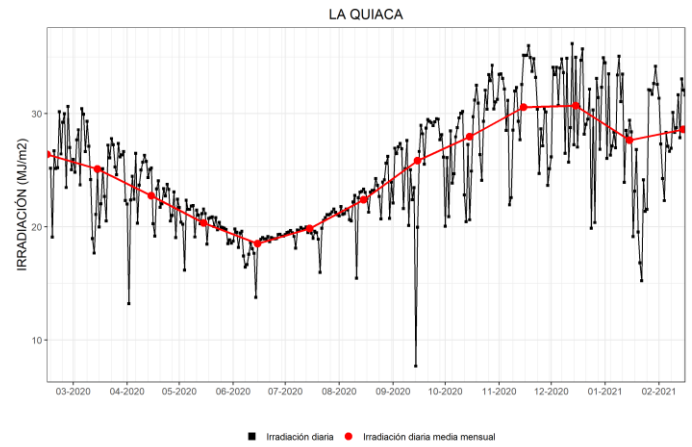


Figura 9. Irradiación solar global diaria y promedios mensuales de los últimos 12 meses en La Quiaca.

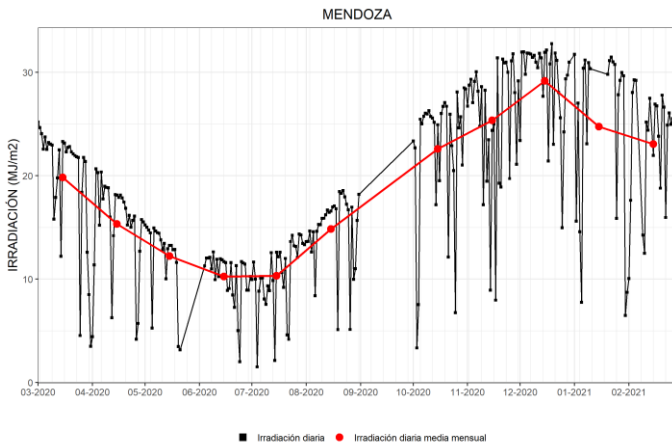


Figura 10. Irradiación solar global diaria y promedios mensuales de los últimos 12 meses en Mendoza.

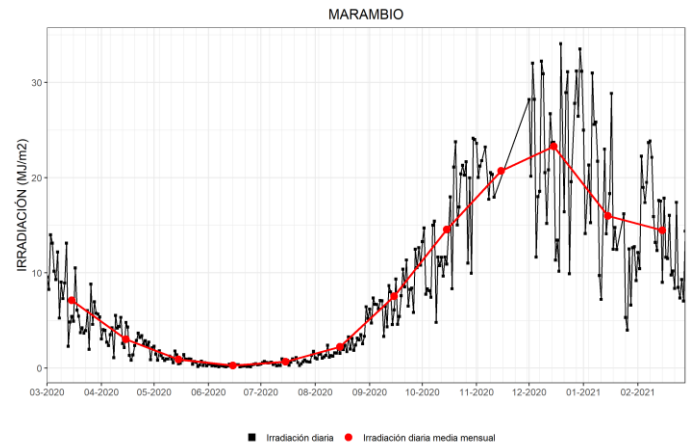


Figura 11. Irradiación solar global diaria y promedios mensuales de los últimos 12 meses en Marambio.

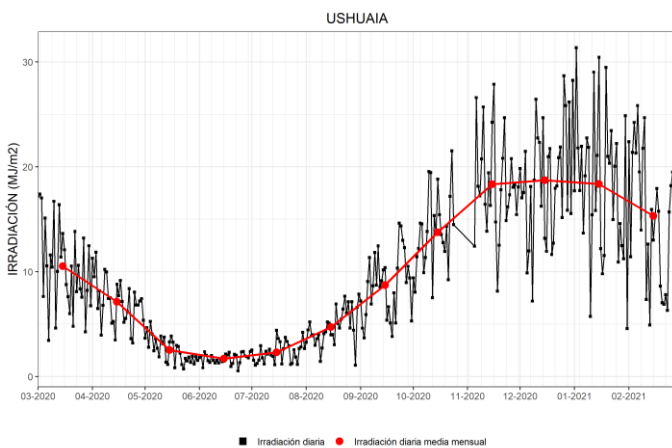


Figura 12. Irradiación solar global diaria y promedios mensuales de los últimos 12 meses en Ushuaia.

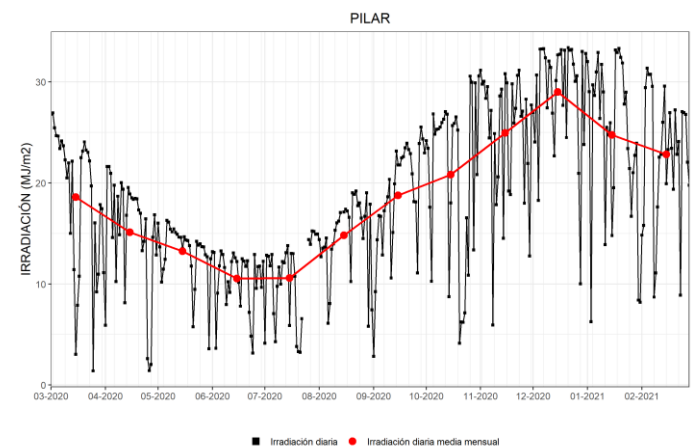


Figura 13. Irradiación solar global diaria y promedios mensuales de los últimos 12 meses en Pilar.

Es interesante contrastar las mediciones obtenidas para el período del presente boletín contra las mediciones históricas con las que cuenta cada sitio a fin de detectar anomalías o posibles eventos que se relacionen con algún fenómeno. A tal fin, las figuras 14-19 muestran los promedios mensuales de irradiación diaria medidos en lo que va del año junto con la media, máxima y mínima mensual histórica de cada sitio. En la tabla 2 se informan los años de datos utilizados para cálculo de los promedios mensuales históricos.

Tabla 2. Años de medición utilizados para calcular los promedios mensuales históricos.

Sitio	AÑOS
La Quiaca	1997-1999; 2005-2007; 2018-2020
Pilar	1995-1999; 2013-2020
Mendoza	2015-2020
Buenos Aires	2012-2020
Ushuaia	2010-2020
Marambio	2013-2020

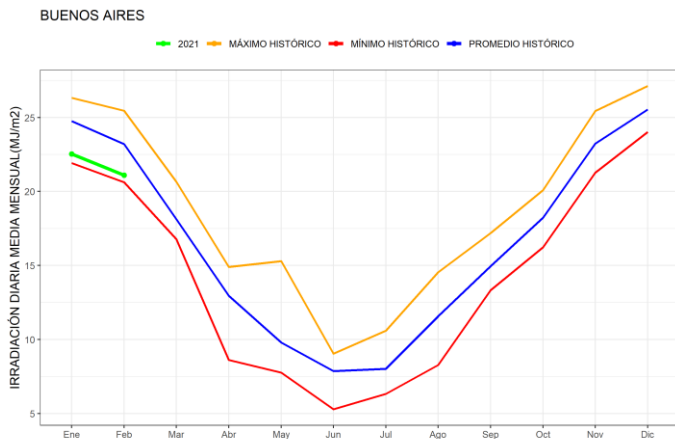


Figura 14. Promedios mensuales de irradiación solar global diaria junto con los valores históricos disponibles de Buenos Aires

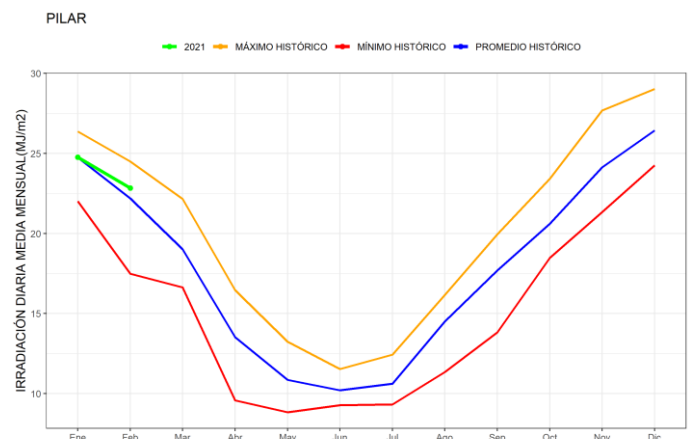


Figura 15. Promedios mensuales de irradiación solar global diaria junto con los valores históricos disponibles de Pilar

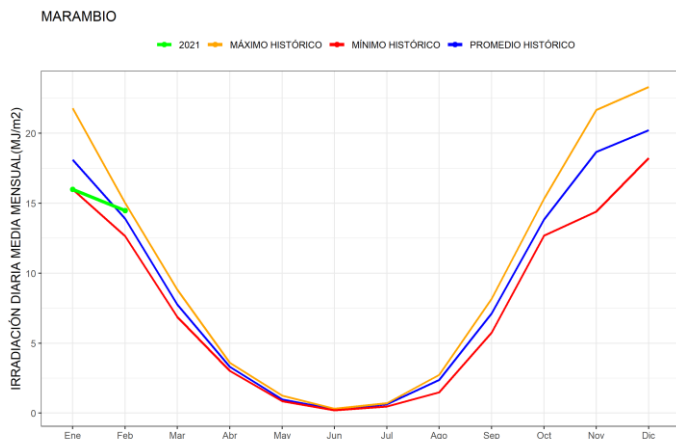


Figura 16. Promedios mensuales de irradiación solar global diaria junto con los valores históricos disponibles de Marambio

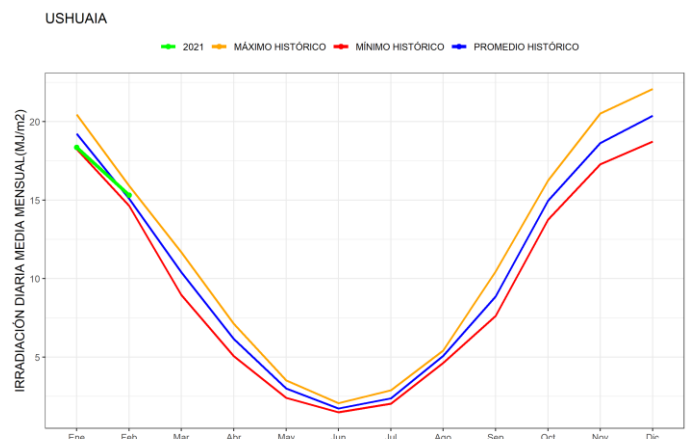


Figura 17. Promedios mensuales de irradiación solar global diaria junto con los valores históricos disponibles de Ushuaia

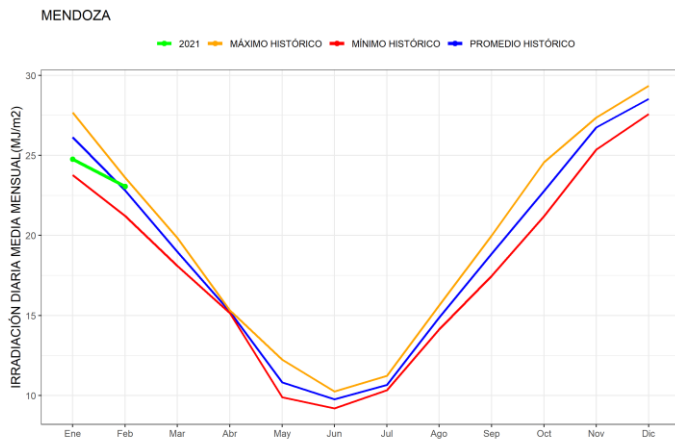


Figura 18. Promedios mensuales de irradiación solar global diaria junto con los valores históricos disponibles de Mendoza

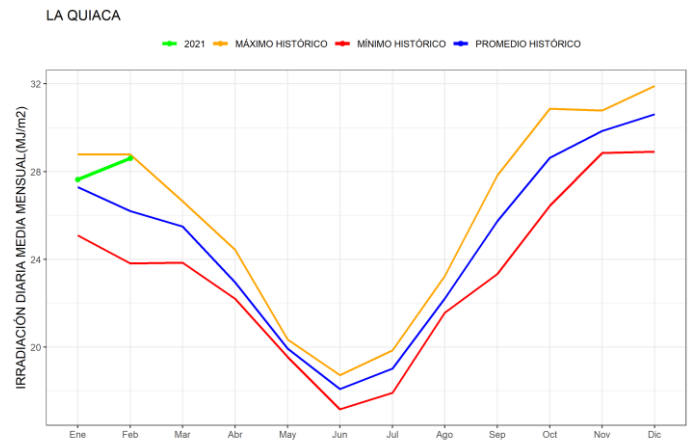


Figura 19. Promedios mensuales de irradiación solar global diaria junto con los valores históricos disponibles de Mendoza

Otro parámetro meteorológico que típicamente es medido en las estaciones del SMN es la heliofanía o cantidad de horas de sol. La medición se realiza utilizando una esfera sólida de vidrio pulido que se encarga de hacer converger la radiación solar directa sobre una faja de papel y generando que la misma se queme a medida que transcurre el día. Muchos trabajos en la literatura han establecido la estrecha relación entre este parámetro y la irradiación solar. En las figuras 20-25 se muestran los valores disponibles de la irradiación solar global diaria y los de heliofanía para el bimestre considerado en el presente boletín. Se puede observar que ambas variables encuentran una muy buena correlación.

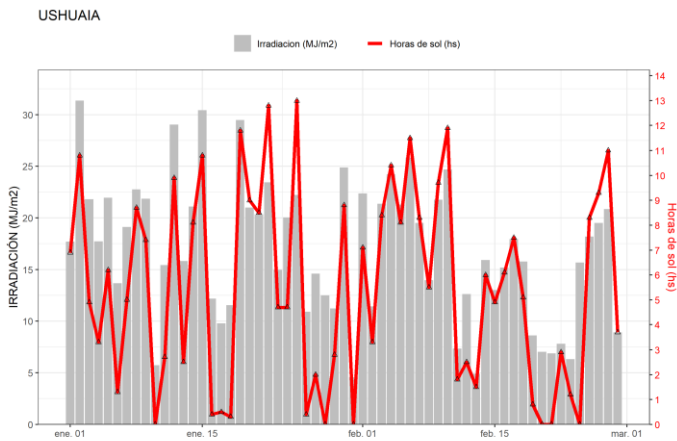


Figura 20. Irradiación solar global diaria y horas de sol obtenidas en Ushuaia.

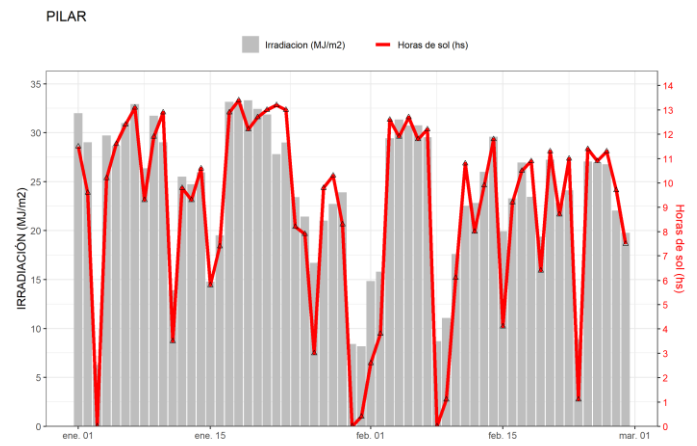


Figura 21. Irradiación solar global diaria y horas de sol obtenidas en Pilar.

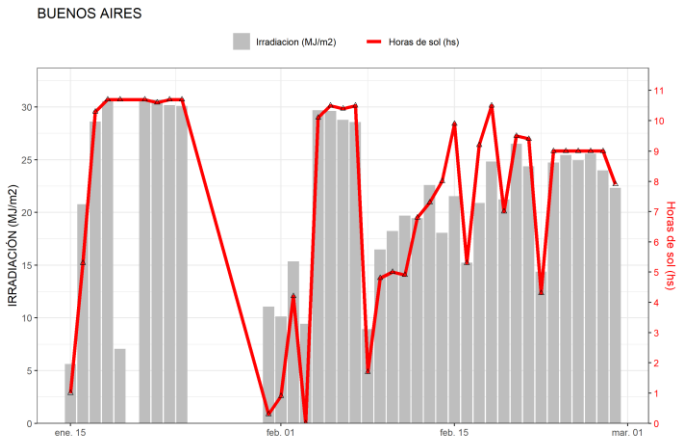


Figura 22. Irradiación solar global diaria y horas de sol obtenidas en Buenos Aires.

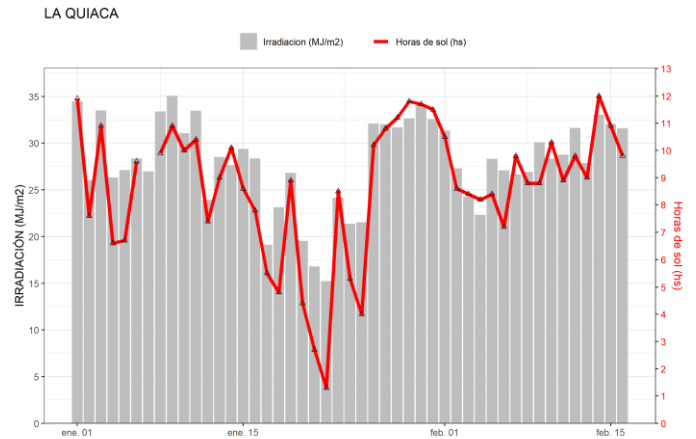


Figura 23. Irradiación solar global diaria y horas de sol obtenidas en La Quiaca.

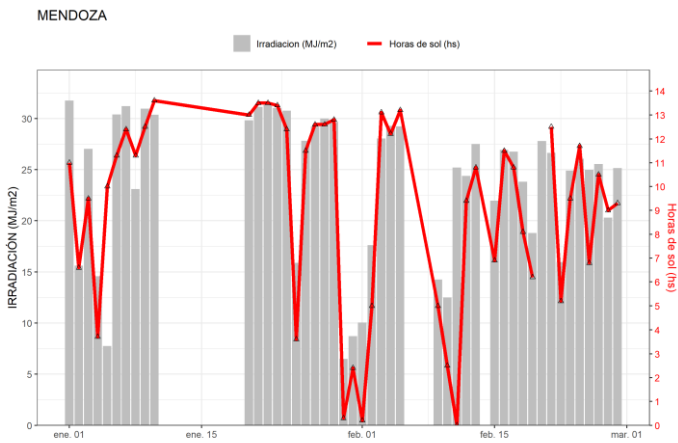


Figura 24. Irradiación solar global diaria y horas de sol obtenidas en Mendoza.

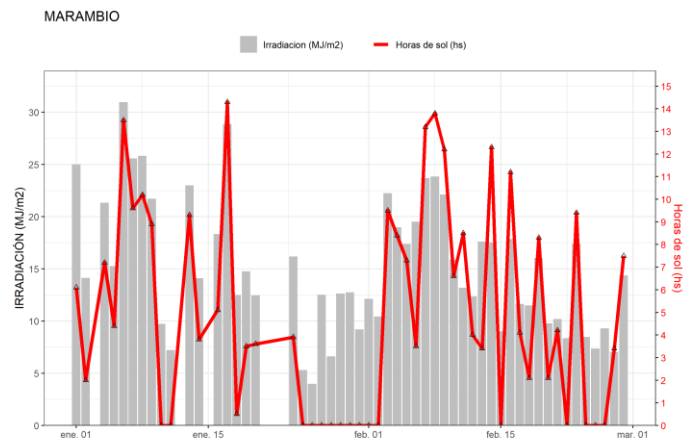


Figura 25. Irradiación solar global diaria y horas de sol obtenidas en Marambio.

Contacto:

Lic. Fernando Nollas.
Dirección Central de Monitoreo del Clima
Observatorio Meteorológico Mendoza
Tel. +54-261-156511217
Mendoza – Argentina
fnollas@smn.gov.ar

REFERENCIAS

- Aristegui R., Righini R. (2012). Discusión sobre el proceso de selección de sitios apropiados para la ubicación de estaciones de una futura red solarimétrica nacional. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* Vol. 16. (ISSN 0329-5184) 11.39-11.46
- Carbajal Benítez G. Barlasina M. E. Copes G, Cupeiro M, Sánchez R y Demasi M. "Registros y algunos aspectos de la radiación solar estacional en la Ciudad de Buenos Aires". International Center of Earth Science (ICES), ISBN 978-987-1323-24-1 y ISBN 978-987-1323-27-2.
- Grossi Gallegos, H. (1998a), Distribución de la radiación solar global en la República Argentina. I. Análisis de la información. *Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 4, 119-123.
- Grossi Gallegos, H. (1998b), Distribución de la radiación solar global en la República Argentina. II. Cartas de radiación. *Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 5, 33-42.
- Grossi Gallegos (2004) *Notas sobre radiación solar*, Luján, Buenos Aires, 225 páginas (ISBN 9879285-19-0).
- 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. (2013). Cartas de radiación solar directa normal para la pampa húmeda argentina. Acta de la XXXVI Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 1, pp. 11.47-11.53. ISBN 978-987-29873-0-5.