

RADIACIÓN SOLAR – CONCEPTOS Y APLICACIONES

Marcelo Martínez
Ingeniero Agrónomo

La radiación solar

Muchas veces nos preguntamos qué es la radiación solar. Sólo como referencia de su magnitud e importancia, baste decir que la superficie de la tierra recibe en una hora el equivalente al total de la energía consumida en un año por todo el planeta (CER, 2014).

Unidades de energía Equivalencias

W: vatio J: Julio

1 W-s = 1 J
1 J = 0,239 cal
1.000 W = 1 kW
1.000 kW = 1 MW
1.000 MW = 1 GW

Pero, ¿qué es la radiación solar? La energía del sol llega a la tierra en forma de radiación solar con una longitud de onda entre 300 y 2.500 nm (Twidell y Weir, 2006) (**Figura 1**). La región visible se encuentra entre 400 y 700 nm, representando casi un 50% de la radiación.

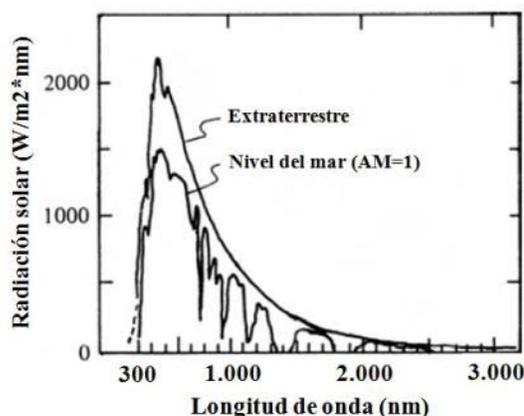


Figura 1. Distribución del espectro de la radiación solar sobre la atmósfera y a nivel del mar. Fuente: Adaptado de Twidell y Weir (2006).

La energía recibida por la tierra en un año alcanza la estratosférica suma de $5,46 \times 10^{24}$ vatios (W) (Chen, 2011).

La densidad de potencia del sol (potencia por unidad de área) justo por encima de la atmósfera terrestre se conoce como constante solar y es igual a 1.366 W m^{-2} . Este valor se reduce en un 30% en su paso por la atmósfera, dando una insolación en la superficie de la tierra de aproximadamente 1.000 W m^{-2} , a nivel del mar en un día claro (Lynn, 2010).

Ahora bien, la radiación solar que llega a la superficie de la tierra tiene tres componentes: i) radiación directa (procedente en línea recta desde el sol), ii) radiación difusa (procedente de todas direcciones, salvo del sol) y iii) albedo (radiación reflejada por la superficie terrestre) (**Figura 2**). La suma de estos tres componentes constituye la radiación global.

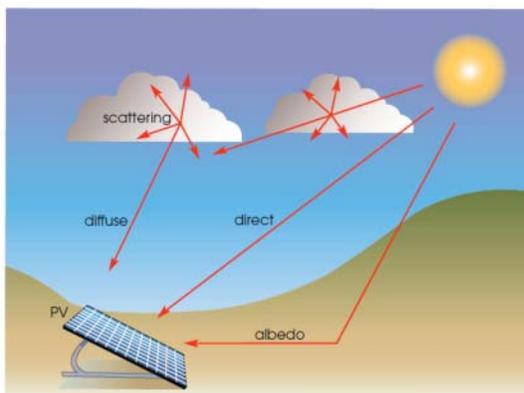


Figura 2. Componentes de la radiación global y su incidencia sobre un panel fotovoltaico (PV). Fuente: Lynn (2010).

La zona norte de Chile presenta una de las mejores condiciones del mundo en términos de radiación solar, mientras que la zona sur-austral recibe aproximadamente la misma radiación que la zona centro-norte de Europa.

De hecho, Alemania posee una radiación similar a la de Valdivia y es uno de los principales productores de energía solar fotovoltaica en el mundo (CDT, 2013).

Medición de la radiación solar

La radiación solar se mide con distintos propósitos, uno de ellos es fundamental para una buena planificación, diseño e implementación de un proyecto de aplicación solar (e.g. fotovoltaico, solar térmico).

Para la medición de la radiación solar existen diversos instrumentos, siendo los más comunes las celdas fotovoltaicas y los piranómetros (**Figura 3**).

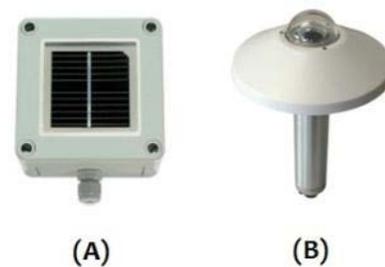


Figura 3. Instrumentos para la medición de radiación solar. (A) Celda fotovoltaica, (B) Piranómetro.

Los piranómetros absorben la radiación solar por medio de termocuplas que convierten el calor en voltaje eléctrico proporcional a la radiación. La celda fotovoltaica en tanto, es un pequeño panel de silicio conectado a una resistencia que genera una corriente proporcional a la radiación (Schmidt, 2012).

A partir de estos instrumentos es posible obtener perfiles de la radiación solar diaria. Por ejemplo, en la **Figura 4**, se presenta el perfil típico de un día de verano (15 de enero) y uno de invierno (21 de junio) en la sección media del Valle de Azapa.

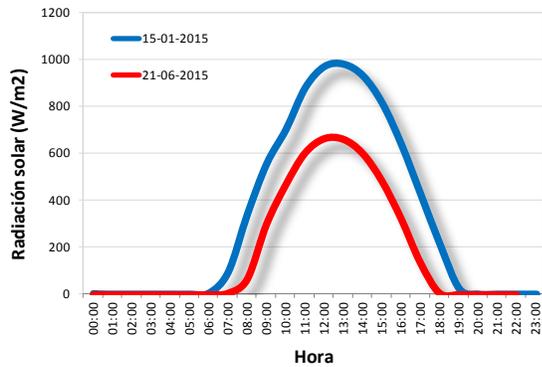


Figura 4. Perfil de radiación solar de un día de verano y un día de invierno del año 2015 en la sección media del Valle de Azapa. Fuente: INIA Ururi (2016), elaborado a partir de datos de la red AGROMET INIA (2015).

De la figura precedente, es evidente que la radiación solar es mayor durante el verano que en el invierno: el valor máximo de la radiación en verano -en la localidad y fecha indicadas- es cerca de un 30% mayor que el valor máximo alcanzado el 21 de junio cuando comienza el invierno en el hemisferio sur. Lo anterior también se ve reflejado en el comportamiento que la radiación global presenta a lo largo del año (Figura 5).

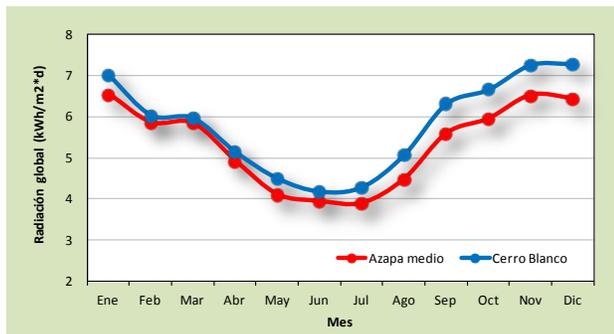


Figura 5. Perfil de radiación solar global en la sección media del Valle de Azapa durante el año 2015. Fuente: INIA Ururi (2016), elaborado a partir de datos de la red AGROMET INIA (2015).

Por otro lado, la relación entre la radiación solar y la demanda hídrica de las plantas, representada por la evapotranspiración potencial (ET_o), observa un patrón similar (Figura 6).

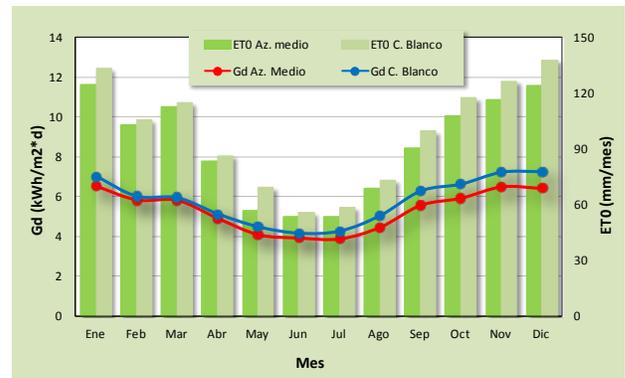


Figura 6. Perfiles de radiación solar global (Gd) y evapotranspiración potencial (ET_o) en la sección media del Valle de Azapa durante el año 2015. Fuente: INIA Ururi (2016), elaborado a partir de datos de la red AGROMET INIA (2015).

Uno de los alcances directos de esta relación es la coincidencia entre la oferta de energía (radiación solar) y la demanda de agua de un cultivo (evapotranspiración). De esta forma, se pueden optimizar los recursos disponibles en sistemas fotovoltaicos con aplicación en la agricultura tales como el bombeo solar directo o sistemas autónomos con fines de riego y/o fertirriego.

Aplicaciones solares en la agricultura

Las aplicaciones de la energía solar en el ámbito productivo son muy diversas. En la agricultura pueden dirigirse al riego, al suministro de energía eléctrica de equipos que la requieran o al calentamiento de agua. Así, los sistemas implementados podrán ser fotovoltaicos o solares térmicos.

Los sistemas fotovoltaicos están constituidos básicamente por un generador fotovoltaico capaz de convertir la energía solar en electricidad de corriente continua y un inversor que la convierte en corriente alterna. Las aplicaciones de estos sistemas pueden ser de tres tipos: i) autónomas, ii) con conexión a la red; o iii) para el bombeo de agua.

A modo de ejemplo, INIA Ururi implementó tres sistemas fotovoltaicos en el contexto productivo del Valle de Azapa. Dos de estos sistemas se diseñaron para suministrar una parte de la energía eléctrica que demanda el predio y permiten intercambiar energía con la red (sistemas On-grid). El tercero de estos sistemas replica una situación en la que no se dispone de red (sistema Off-grid) y se utiliza para el suministro energético del sistema de riego e iluminación de la caseta.

En la **Figura 7** se presenta el generador fotovoltaico de uno de los sistemas con conexión a red del proyecto.



Figura 7. Generador fotovoltaico de 5 kWp emplazado en el km 21 del Valle de Azapa. Fuente: INIA Ururi (2016).

Respecto de las aplicaciones solares térmicas, la principal y más difundida de ellas está dirigida al calentamiento de agua con fines sanitarios (ACS). Estos sistemas transforman la energía radiante emitida por el sol en energía térmica, calientan el agua y la acumulan en un estanque para su posterior uso (**Figura 8**).



Figura 8. Equipos solares térmicos de 180 y 120 L en el km 21 del Valle de Azapa. Fuente: INIA Ururi (2016).

El proyecto de INIA implementó ocho de estos equipos en el Valle de Azapa, totalizando un volumen de acumulación de 1.500 litros de ACS.

Referencias bibliográficas

- CDT.** 2013. Diseño y dimensionamiento de sistemas solares fotovoltaicos conectados a red. Documento Técnico N°37 de la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) de la Cámara Chilena de la Construcción (CChC). Santiago, Chile. 87p.
- CER.** 2014. Energía solar. Centro de Energías Renovables, Ministerio de Energía. Santiago, Chile. 28p.
- Chen, C.J.** 2011. Physics of solar energy. John Wiley and Sons. New Jersey, EEUU. 326p.
- Lynn, P.** 2010. Electricity from sunlight - An introduction to photovoltaics. John Wiley and Sons. West Sussex, Reino Unido. 289p.
- Schmidt, R.** 2012. Aplicaciones de energía solar fotovoltaica – Diseño, implementación, experiencias. Corporación para el Desarrollo de la Ingeniería (CODING). Arica, Chile. 238p.
- Twidell, J., A. Weir.** 2006. Renewable energy resources. 2nd Edition. Taylor and Francis Group. Abingdon, Reino Unido. 601p.