

# Herramienta HOMER.

## Análisis del recurso solar.

<b>Apellidos, nombre</b>	<b>Elisa Peñalvo</b> <sup>1</sup> ( <a href="mailto:elpealpe@upvnet.upv.es">elpealpe@upvnet.upv.es</a> ) <b>Javier Cárcel</b> <sup>2</sup> ( <a href="mailto:fracarc1@csa.upv.es">fracarc1@csa.upv.es</a> ) <b>David Alfonso</b> ( <a href="mailto:daalso@die.upv.es">daalso@die.upv.es</a> ) <b>Ainara Sancho</b> ( <a href="mailto:aisanpas@etsii.upv.es">aisanpas@etsii.upv.es</a> )
<b>Departamento</b>	<sup>1</sup> Instituto de Ingeniería Energética <sup>2</sup> Instituto de Ingeniería de Materiales
<b>Centro</b>	Universitat Politècnica de València

## 1 Introducción

HOMER es una herramienta utilizada para dimensionar sistemas renovables híbridos para zonas alejadas de la red eléctrica. Introduciendo como datos de entrada la demanda eléctrica, los recursos naturales disponibles y las tecnologías, el programa te ayuda a evaluar cómo varias combinaciones de sistemas renovables responden a las necesidades eléctricas. En este objeto de aprendizaje nos centraremos en la introducción de datos relacionada con el recurso solar.

## 2 Objetivos

- Definir y caracterizar el recurso del sol de una zona.
- Analizar y evaluar el recurso solar en el dimensionamiento de sistemas renovables e híbridos.

## 3 Desarrollo

Una vez que se conoce la demanda eléctrica de un área, el siguiente paso es identificar los recursos naturales disponibles en la zona que permitan generar energía eléctrica, dígase la radiación solar. A continuación, se define el recurso solar, se muestra como introducirlo y analizarlo.

### 3.1. Tecnologías

En función de la tecnología energética escogida, se seleccionan una serie de equipos específicos. Estos equipos serán empleados por la herramienta HOMER para caracterizar las diferentes alternativas y configuraciones de sistemas renovables. En la siguiente tabla se presentan las diferentes tecnologías junto con los equipos a emplear:

Tecnología	Equipos
Energía Eólica	Aerogeneradores
Energía Solar	Paneles fotovoltaicos
Energía Hidráulica	Centrales a filo de agua
Fuente de Hidrógeno	Celda electrolítica y tanque de hidrógeno
Energía eléctrica	Generadores eléctricos, convertidores y baterías

*Tabla 1: Tecnologías y equipos*

### 3.2. Recursos naturales disponibles

En este objeto de aprendizaje se presenta el recurso natural del sol, la radiación solar, y se describe cómo caracterizarla en la herramienta HOMER.

En primer lugar, se introducen los elementos del sistema. Para ello, al abrir el programa se seleccionará añadir/eliminar equipos:

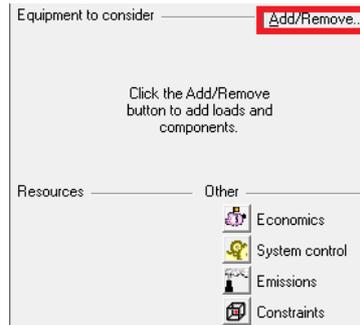


Ilustración 1: Añadir o eliminar equipos a considerar

Se definen los componentes o tecnologías que se van a utilizar en el dimensionamiento. En este caso se seleccionan los paneles fotovoltaicos, el generador y las baterías.

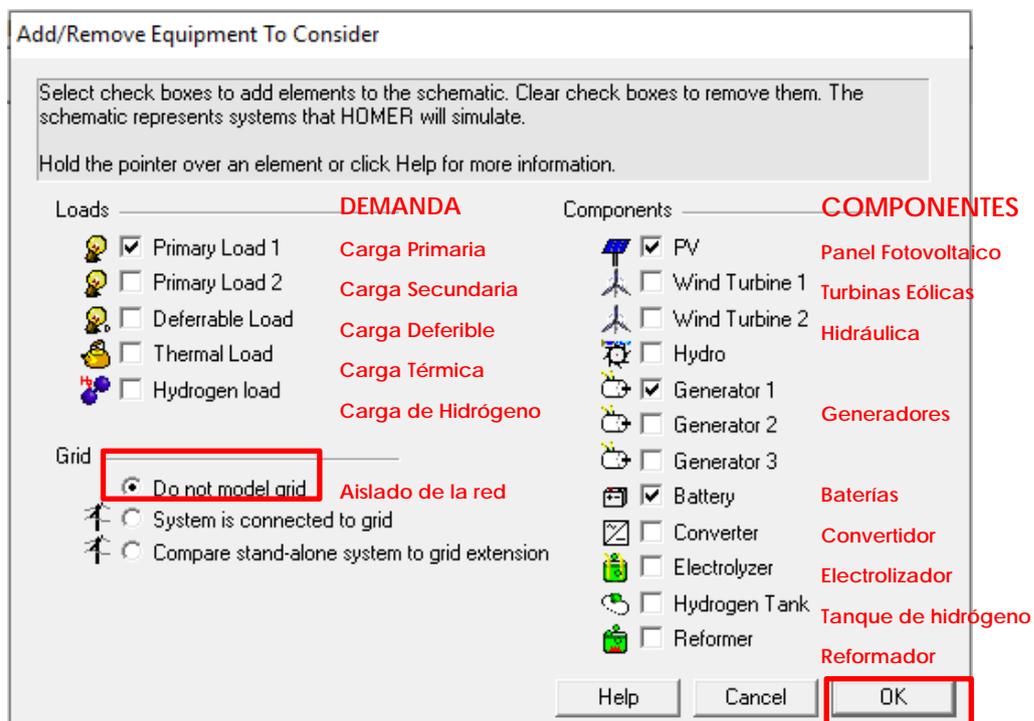


Ilustración 2: Selección de los componentes necesarios

Una vez marcadas las tecnologías, aparecen en el apartado de "Resources", los recursos necesarios para su operación.

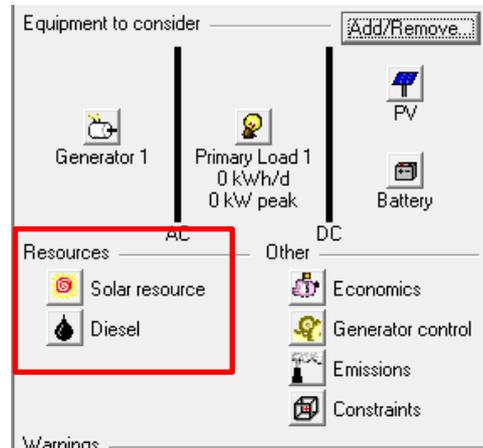


Ilustración 3: Recursos a emplear

### 3.3. Recurso solar

La caracterización del recurso solar requiere conocer la radiación solar anual de la zona deseada. La introducción de los valores puede realizarse manualmente o directamente ser importada de otro fichero. En este caso, se explica la introducción de datos de forma manual. Para ello, se marca la opción "Introducción de datos medios mensuales", que se encuentra recuadrado en morado en la siguiente imagen.

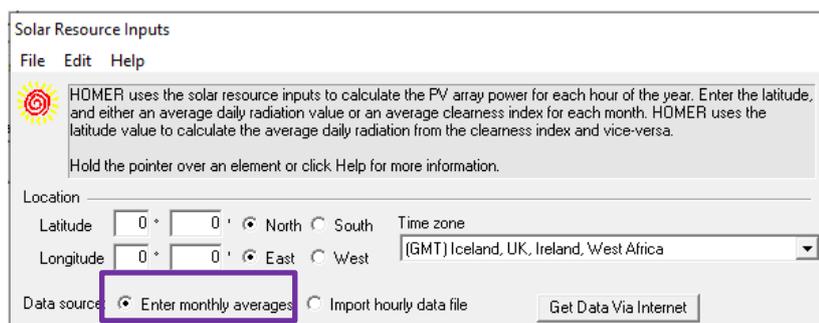


Ilustración 4: Introducción Manual de datos

En caso de importar los datos a partir de archivo, marcar la opción "Importar archivo de datos horarios". HOMER simula para cada una de las 8760 horas del año, por lo que el archivo debe incluir estos valores en una sola columna.

La adquisición de datos se obtiene a partir de mediciones. No obstante, existen recursos digitales que proporcionan datos promedios de radiación solar. Uno de ellos es la web EnergyPlus, en la sección de "Weather Data" (datos climatológicos), donde se puede seleccionar la región y el país tal y como se presenta a continuación:

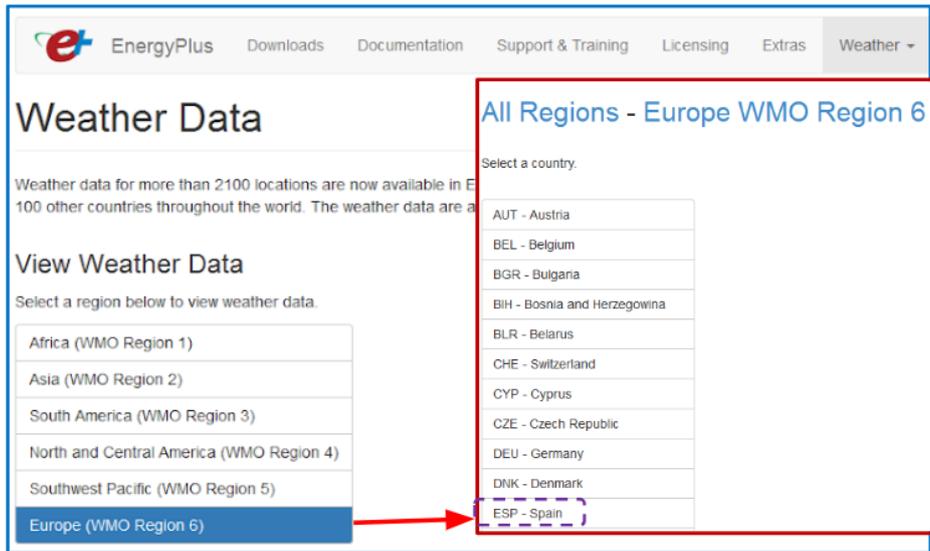


Ilustración 4: Obtención de los datos meteorológicos mediante "EnergyPlus"

Una vez seleccionado el país, también podrá seleccionarse la ciudad y descargarse los diferentes archivos en formato de texto. En ellos se puede encontrar la información relativa a la radiación solar:

- Monthly Statistics for Solar Radiation (Direct Normal, Diffuse, Global Horizontal) Wh/m <sup>2</sup>												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Direct Avg	3233	3358	3653	4814	4506	5533	6478	6074	4598	3709	3165	3055
Direct Max	5055	6638	5885	7233	8156	8518	8413	8013	7653	6317	5784	5245
Day	28	27	22	19	17	27	11	2	2	5	1	21
Diffuse Avg	877	1367	1854	2347	2424	2627	2263	1828	1813	1477	1018	845
Global Avg	2280	2959	4137	5684	5764	6806	7147	6278	4746	3425	2361	1978
- Maximum Direct Normal Solar of 8518 Wh/m <sup>2</sup> on Jun 27												

Ilustración 5: Información mensual de radiación solar promedio diaria

Al introducir los datos de radiación, obtenemos una tabla de valores en los que aparecen las radiaciones promedio diarias en  $\frac{kWh}{m^2}$  para cada mes. El índice de claridad, indicado en morado, se completa automáticamente. A partir de ahí, se elabora un gráfico, que se presenta en color amarillo en la siguiente ilustración:

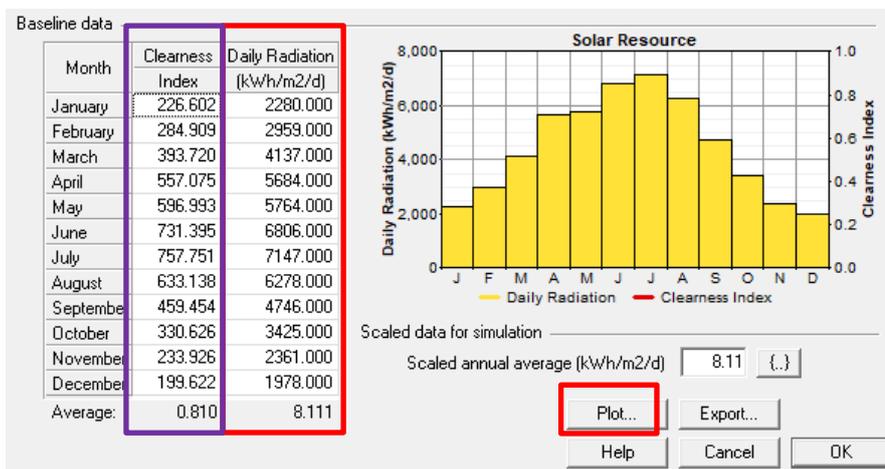


Ilustración 7: Introducción de valores para el recurso solar

### 3.4. Análisis de la radiación

A continuación, se analizan los principales parámetros relacionados con el recurso solar:

- **Índice de claridad:** es una medida de la claridad de la atmósfera. Es la fracción de la radiación solar que se transmite a través de la atmósfera para golpear la superficie de la Tierra. Es un número adimensional entre 0 y 1, definido como la radiación de superficie dividida por la radiación extraterrestre. El índice de claridad tiene un valor alto en condiciones claras y soleadas, y un valor bajo en condiciones de nubosidad.

El índice de claridad se puede definir mensualmente por hora. Los valores de índice de claridad en la ventana de Entradas de recurso solar de HOMER son valores promedio mensuales. El símbolo para el promedio mensual de claridad es Kt.

Los valores típicos de Kt varían de 0.25 (un mes muy nublado, como un promedio de diciembre en Londres) a 0.75 (un mes muy soleado, como un promedio de junio en Phoenix).

La tabla de datos solares contiene índices de claridad promedio mensual para numerosos lugares en todo el mundo.

Una vez definidos los parámetros anteriores, se pueden obtener diferentes gráficas que muestran la evolución del recurso solar para el caso a estudiar. Para ello, debe pulsarse la pestaña que indica graficar (plot) indicada en la figura anterior.

La representación gráfica puede realizarse mediante los diferentes tipos de representación que ofrece la herramienta HOMER. Entre ellos destacan la PDF (Distribución Parcial de Frecuencia), la CDF (Distribución de Frecuencia Acumulada) y la DC (Curva de Duración). En la siguiente ilustración se muestran las pestañas con los diferentes tipos de representación, así como la representación de radiación diaria, mensual y la PDF.

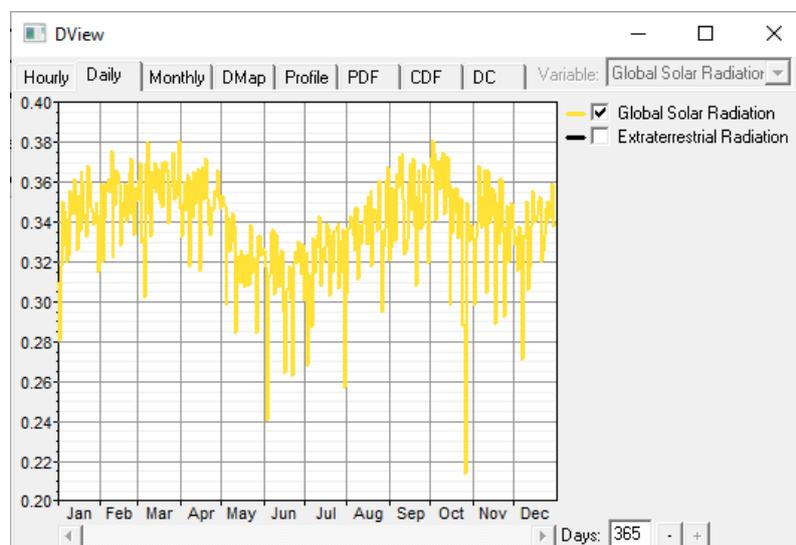


Ilustración 8: Radiación diaria

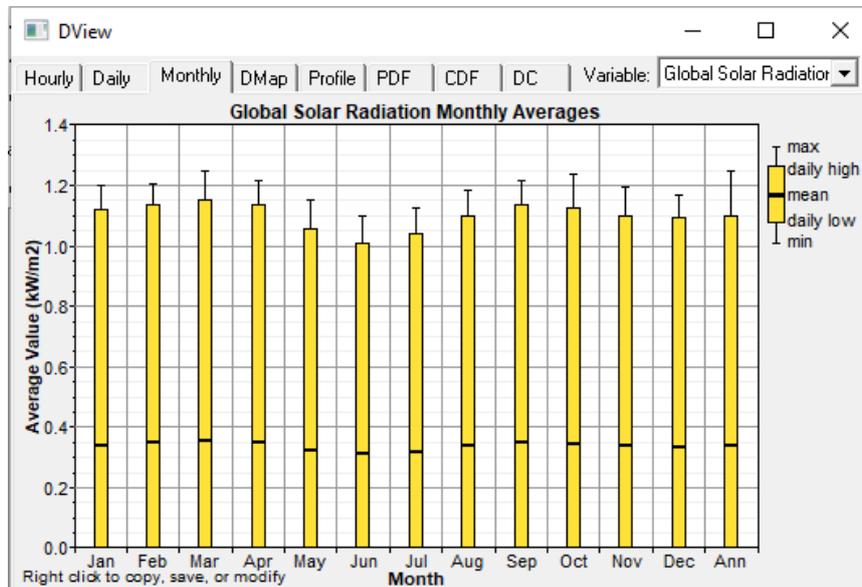


Ilustración 11: Radiación mensual

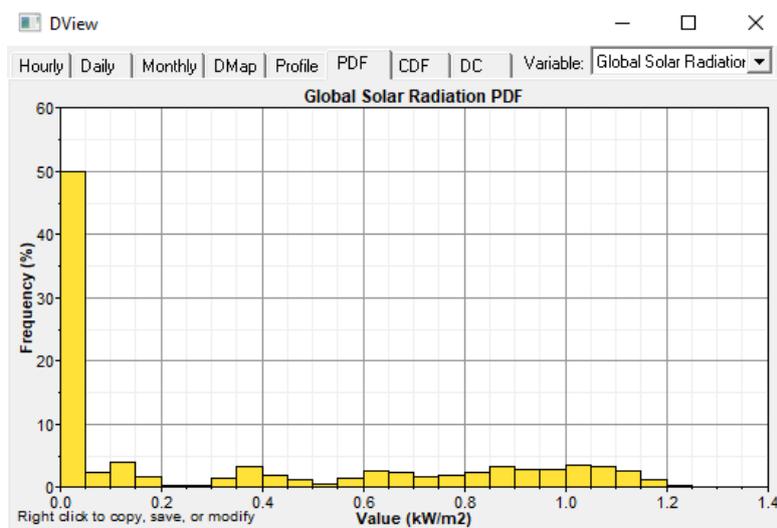


Ilustración 12: PDF de la radiación solar

## 4 Cierre

Se describe en este objeto de aprendizaje el uso del software HOMER para la caracterización y análisis del recurso solar. Inicialmente, se describe cómo introducir los datos de radiación y dónde se pueden encontrar. Seguidamente, se explican las herramientas de que dispone HOMER para realizar un estudio del recurso.

## 5 Bibliografía

### 5.1 Libros:

Sistemas fotovoltaicos: introducción al diseño y dimensionado de instalaciones solares fotovoltaicas (Miguel Alonso Abella)

Sistemas de almacenamiento de energía y su aplicación en energías renovables (Escobar Mejía, Andrés ; Holguín Londoño, Mauricio)

Metodología para el diseño de sistemas autónomos de electrificación rural con energías renovables (Domenech Léga, Bruno ; Ferrer Martí, Laia ; Pastor Moreno,

### 5.2 Comunicaciones presentadas en revistas:

A. Pérez-Navarro, D. Alfonso, H.E. Ariza, J. Cárcel, A. Correcher, G. Escrivá-Escrivá, E. Hurtado, F. Ibáñez, E. Peñalvo-López, R. Roig, C. Roldán, C. Sánchez, I. Segura, C. Vargas. (2016). "Experimental verification of hybrid renewable systems as feasible energy sources". *Renewable Energy*, 86, pp. 384–391.

E. Hurtado, E. Peñalvo-López, A. Pérez-Navarro, C. Vargas, D. Alfonso (2015). "Optimization of a hybrid renewable system for high feasibility application in non-connected zones". *Applied Energy*, 155, pp. 308–314.