

CAPÍTULO 6

SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS INSTALACIONES FOTVOLTAICAS.

6.1 Resultados

6. SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS INSTALACIONES FOTVOLTAICAS.

Toda instalación fotovoltaica tiene un comportamiento idéntico cuando se expone a las mismas condiciones climáticas. Por tanto, si es posible caracterizar estas condiciones climáticas entonces es posible estimar el comportamiento de la instalación fotovoltaica en cualquier lugar y para cualquier periodo del año. Como ya se ha dicho, la Función de Utilizabilidad es capaz de caracterizar estas condiciones climáticas.

En nuestro caso, los resultados se han basado en cuatro instalaciones fotovoltaicas repartidas tres de ellas en Sevilla y una cuarta en Jaén. Lo que se pretende en este proyecto es VALIDAR la metodología de cálculo que permite caracterizar estas condiciones climáticas por medio de los datos globales de irradiancia y temperatura ambiente.

En la primera parte del proyecto, se utilizan las bases de datos experimentales y las aportadas por el Meteonorm para calcular la Función de Utilizabilidad y la Energía Eléctrica Producida de las cuatro instalaciones fotovoltaicas. Una vez calculados estos parámetros, se realiza una comparativa entre los resultados obtenidos con los datos experimentales y los obtenidos por medio de los del Meteonorm.

Esta comparativa se realiza para los resultados de Irradiación global mensual, la temperatura ambiente en cada rango de irradiancia y la función de utilizabilidad.

En el primer caso, la Irradiación Global Mensual, lo que se pretende es comprobar que tipo de año es el que se utiliza en los datos experimentales con respecto al “año tipo” que posee el Meteonorm. Aquí se comprueba que los niveles de Irradiación global mensual son siempre inferiores en el caso de los datos experimentales.

En la segunda comparativa, aparece el parámetro de la temperatura ambiente; en esta ocasión se pretende comprobar que temperaturas se alcanzan en las instalaciones en comparación al año tipo del Meteonorm.

En el caso de la comparativa de la Función de Utilizabilidad, se pretende comprobar como evoluciona este parámetro con los datos experimentales y los aportados por el Meteonorm.

Para el cálculo de la energía eléctrica producida en una instalación fotovoltaica se ha necesitado un parámetro intermedio, la temperatura de los paneles. En la Base de Datos de los datos experimentales existe un parámetro que es dicha temperatura; por tanto, se realiza una comparativa entre los resultados obtenidos por medio del método de cálculo y los datos medidos, tanto para la base de datos experimental como los del Meteonorm.

Una vez realizados los cálculos de la energía eléctrica producida, se realiza un estudio en relación al error cometido entre el valor calculado y el medido experimentalmente en cada instalación. Todos estos resultados se resumen en unas tablas recogidas en los anexos VII y VIII.

Una vez realizado este estudio para cada una de las instalaciones, y como conclusión, se realiza un análisis en relación a los resultados obtenidos en la metodología para comprobar si realmente es VÁLIDA.

PASOS EN LA METODOLOGÍA DE CÁLCULO.

En la metodología de cálculo de la función utilizabilidad se necesitan como datos iniciales los correspondientes a la irradiancia y la temperatura ambiente a lo largo de los meses del año.

La metodología a seguir necesita los siguiente pasos:

1. Con los datos de irradiancia se calcula el porcentaje de irradiación útil.
2. Con la temperatura ambiente se calcula la temperatura de los paneles.
3. Con este dato, el nivel de irradiancia y la curva característica del panel se obtiene la potencia aportada por el módulo según el nivel de irradiancia.
4. Con esta potencia aportada y la curva de rendimiento del inversor se calcula el rendimiento de inversor.
5. Una vez calculado todos estos parámetros, se incluyen los respectivos rendimientos de los equipos.

Ahora, se puede calcular la energía eléctrica total por instalación por medio de las siguientes ecuaciones:

$$E_A(t_1, t_2) = A \cdot \sum_{t=t_1}^{t=t_2} \sum_{I_i=0}^{I_i=1000} (\eta_A(\frac{I_i + I_{i+1}}{2}, T_m) \cdot H_t \cdot (\phi_t(I_i) - \phi_t(I_{i+1})))$$

$$E_u(t_1, t_2) = A \cdot \sum_{t=t_1}^{t=t_2} \sum_{I_i=0}^{I_i=1000} (\eta_A(\frac{I_i + I_{i+1}}{2}, T_m) \cdot \eta_i(\frac{I_i + I_{i+1}}{2}) \cdot H_t \cdot (\phi_t(I_i) - \phi_t(I_{i+1})))$$

De esta forma se obtiene para cada mes del año un tabla como la siguiente, en la que se obtienen las energías eléctricas en el campo solar (Eu_{CS}) y la energía eléctrica útil (Eu_{CA}), es decir, considerando el rendimiento del inversor :

Cálculo de energía útil										
TONC	Area paneles	Rend_varios	Tmodulos	Imedia	P_modulo 110	Rend_CS	P_paneles	Rend_inv	Eu_cs (J)	Eu_ca (J)
47	21,325	0,95	12,53	50,00	4,00	0,094	100	0,3	2,25E+07	6,76E+06
			15,91	150,00	15,00	0,117	375	0,85	6,32E+07	5,37E+07
			19,28	250,00	26,00	0,122	650	0,93	5,79E+07	5,39E+07
			22,66	350,00	36,00	0,121	900	0,93	8,80E+07	8,18E+07
			26,03	450,00	47,00	0,122	1175	0,93	1,00E+08	9,34E+07
			29,41	550,00	57,00	0,121	1425	0,92	1,39E+08	1,28E+08
			32,78	650,00	68,00	0,123	1700	0,91	2,67E+08	2,43E+08
			36,16	750,00	78,00	0,122	1950	0,91	3,02E+07	2,75E+07
			39,53	850,00	88,00	0,121	2200	0,91	3,68E+06	3,35E+06
			42,91	950,00	98,00	0,121	2450	0,91	0,00E+00	0,00E+00
TOTAL									7,72E+08	6,91E+08

TONC	aportado por el fabricante	Rend_CS:	Rendimiento del Campo Solar
Área Paneles	m ² de paneles en instalación	P_paneles:	Potencia Instalación
Rend_Varios:	Perdidas en la instalación	Rend_inv:	Rendimiento del Inversor
Tmodulos:	Temperatura de los Módulos	Eu_cs:	Energía Eléctrica Campo Solar
Imedia:	Irradiancia Media	Eu_ca:	Energía Eléctrica tras el Inversor
P_modulo:	Potencia del Módulo		

Una vez se ha obtenido la energía eléctrica posible en la instalación se realiza una comparación con los datos obtenidos experimentalmente, calculándose el error entre estos dos valores.

A continuación se muestra una tabla donde se resume los datos de mayor interés en cada mes del año.

Rango de Irradiancia	Irrad. (J/m ²)	φ	T ^a amb (°C)
0	316072,80	100,00%	0,00
0-100	304207,20	96,25%	9,19
100-200	277584,30	87,82%	11,53
200-300	254133,90	80,40%	12,80
300-400	218109,60	69,01%	13,48
400-500	177616,80	56,19%	14,59
500-600	121272,30	38,37%	16,01
600-700	13717,80	4,34%	16,32
700-800	1498,50	0,47%	16,00
800-900	0,00	0,00%	15,46
900-1000	0,00	0,00%	0,00
1000-1100	0,00	0,00%	0,00

	Calculado	Medido	Error
Eu CS (kWh)	212,89	216,33	1,59%
Eu CA (kWh)	189,62	197,21	3,85%

6.1. RESULTADOS.

Como ya se ha visto en este proyecto todos los datos de interés se resumen en una tabla para cada mes del año, incluyendo otra para los errores relativos entre los datos de energía eléctrica medidos experimentalmente y los calculados por esta metodología.

Una vez más se ha de dividir entre los dos tipos de instalaciones fotovoltaicas, la perteneciente al Municipio de Larva (Jaén) y las tres instalaciones que se encuentran en la provincia de Sevilla.

En este primer caso las tablas de la instalación fotovoltaica del **Municipio de Larva** se encuentran recogidas en el **Anexo VII**, pero son las pertenecientes a los datos experimentales. Mientras que en el **Anexo VIII** se recogen los tablas resumen para los datos del Meteonorm.

En esta instalación se encuentran dos subgrupos de potencia, unas subestaciones con un inversor de 2500 W y otras de 850 W. En los Anexos se dividen en estas dos subestaciones.

En estas tablas los parámetros son:

Una primera tabla donde se indican las energías eléctricas y los errores aportados por al subestación.

	Calculado	Medido	Error
Eu CS (kWh)	286,94	289,78	0,98%
Eu CA (kWh)	256,89	265,35	3,19%

- Eu CS (kWh) Energía Eléctrica aportada por el Campo Solar.
- Eu CA (kWh) Energía Eléctrica aportada a la red (tras inversor).
- Calculado Calculado por esta metodología.
- Medido Medido experimentalmente.
- Error (%) Error cometido en el proceso de Cálculo.

La otra tabla que aparece en el Anexo es la siguiente:

Rango de Irradiancia	Irradiación (J/m ²)	φ	T ^a amb (°C)
0	399795,60	100,00%	0,00
0-100	385785,00	96,50%	13,90
100-200	364321,20	91,13%	15,44
200-300	340846,20	85,26%	16,07
300-400	308959,20	77,28%	17,38
400-500	272265,60	68,10%	16,37
500-600	217633,80	54,44%	16,34
600-700	140204,40	35,07%	17,30
700-800	26461,20	6,62%	17,80
800-900	1114,20	0,28%	17,83
900-1000	0,00	0,00%	23,00
1000-1100	0,00	0,00%	0,00

- I crítica Rango de Irradiancia (W/m²).
- Irradiación (J/m²) Irradiación total por nivel de Irradiancia.
- φ Función de Utilizabilidad.
- T^a amb. (°C) Temperatura ambiente distribuida por los niveles de irradiancia.

Para el caso de la **provincia de Sevilla** existen tres instalaciones fotovoltaicas que responden al nombre de Vara del Rey, AbenBasso y Árbol FV.

Para el primer caso las tablas corresponden a la instalación de Vara del Rey, y una vez más se dividen entre los datos aportados experimentalmente (**Anexo IX**) y los pertenecientes a la Base de Datos del Meteonorm (**Anexo X**).

La estructura de las tablas es similar a la representada en la instalación de Larva.

En el caso de la instalación Arbol FV no se tienen datos de los meses de Enero y Febrero. Las tablas se recogen en el **Anexo XI** para el caso de los datos experimentales y en el **Anexo XII** el de Meteonorm.

En el caso de la instalación de AbenBasso no se tienen datos de los meses de Enero, Febrero, Marzo y Diciembre y las tablas se recogen en los **Anexo XIII** y **Anexo XIV** para los datos experimentales y del Meteonorm respectivamente.