6 Mapas de radiación solar

6.1.- Introducción

Como aplicación de la nueva metodología propuesta en esta tesis para generar series de radiación solar, se han realizado una serie de mapas solares en diferentes escalas espaciales. Estos mapas abarcan desde zonas del tamaño de provincias españolas, en concreto se han elaborado mapas para la provincia de Jaén, hasta mapas a escala de regiones, en particular Andalucía. Si bien esta metodología se puede ampliar para abarcar regiones mayores como países o continentes.

Para trazar un mapa de radiación solar de una cierta extensión de terreno, se deberá conocer la radiación solar en gran cantidad de puntos de la zona donde se va a realizar dicho mapa. Como ya se ha mencionado repetidas veces, esa información no está disponible generalmente. Ni siquiera se suele contar con otra información relacionada con la radiación solar como podría ser el número de horas solares, la nubosidad, precipitaciones, etc., por lo que, en principio, ninguno de los métodos clásicos servirá para generar secuencias de radiación que posteriormente permitan elaborar los mapas solares. Se hace necesario intentar encontrar otro tipo de información adicional para la generación de series sintéticas de radiación en aquellos lugares donde se va a trazar el mapa solar, que no dispongan de ninguna referencia sobre radiación solar. Además, interesa que dicha información sea un rasgo distintivo y diferenciador de cada lugar seleccionado. Esta información nueva que se le incorpora al PMC es la latitud geográfica del lugar y la altitud sobre el nivel de mar. Ambas se incorporan como dos nuevas entradas al PMC (normalizadas entre 0 y 1). Estas nuevas variables sí son conocidas para cualquier localidad o punto geográfico en estudio.

Para tal fin se entrenó un perceptrón con la nueva estructura mostrada en la figura 6.1 para las localidades ya mencionadas, tal como resumimos en la siguiente tabla:

Localidad	Clima	Latitud	Altitud	Años Registrados
Oviedo	Atlántico	43.35 º	348	1977 – 1984 (8)
Logroño	Continental	42.46 º	372	1981 – 1984 (4)
Madrid	Continental Extremo	40.45 º	664	1977 – 1984 (8)
Palma de Mallorca	Mediterráneo Insular	39.33 º	32	1977 – 1984 (8)
Badajoz	Continental Atenuado	38.89 º	185	1976 – 1983 (8)
Murcia	Mediterráneo Árido	38.00 º	69	1977 – 1984 (8)
Málaga	Mediterráneo	36.66 º	7	1977 – 1984 (8)

Tabla 6.1. Localidades utilizadas para obtener mapas de radiación.

El proceso fue similar a los descritos en el capítulo 4. Se entrenó una única red con los AMT de cada localidad y se realizaron pruebas de validación con el último año que se reserva para tal fin. Los años generados artificialmente con la red así entrenada se ajustan fielmente a los años reales de prueba. Además, en este caso, gracias a las nuevas entradas de latitud y altitud, se pueden generar valores diferentes de radiación solar con solo cambiar los valores de latitud y longitud. La estructura de la red utilizada en este caso es 9x15x1.

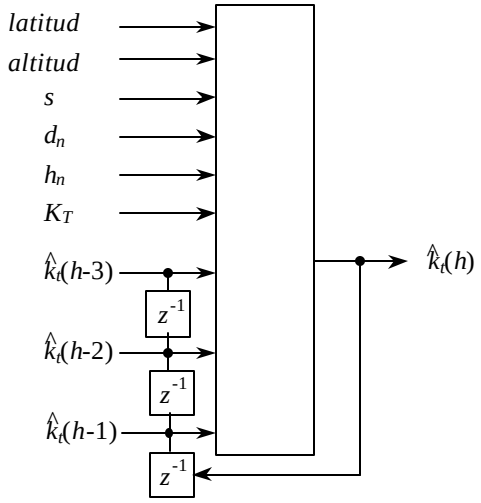

Figura 6.1. Estructura Final del PMC para la generación de series de radiación solar.

Es decir, se comprobó que utilizando la red entrenada con las dos nuevas entradas y aplicándola a cualquier localidad, los resultados que genera son estadísticamente indistinguibles de los reales, en aquellos lugares donde existen datos reales para tal comprobación, por lo que se puede extrapolar y generar series de

radiación solar en cualquier otro punto con sólo cambiar el valor de latitud y altitud y utilizando valores de radiación diaria (que son también necesarios) de la localidad más próxima de la cual se dispongan de datos o bien tras generar éstos a su vez artificialmente.

6.2.- Mapas solares para la provincia de Jaén

En la provincia de Jaén no se está realizando ningún tipo de medidas de radiación solar en toda la provincia, salvo las que realiza el Grupo IDEA. Este grupo de investigación formado por profesores de la Universidad de Jaén, entre los cuales se encuentra el autor de esta tesis, realiza desde 1995 medidas de radiación solar global y directa. Para ello cuenta con el llamado Laboratorio de Energía Solar. Este laboratorio consta de una pequeña estación de medidas meteorológicas, llamada METEODATA, donde se registran entre otras variables la radiación solar global sobre superficie horizontal, la radiación directa incidente sobre una superficie perpendicular a la dirección del sol y la temperatura ambiente.

Una vez que se hacen los registros de la radiación, estos datos han de ser tratados y su calidad revisada, puesto que hay días en los que se han podido registrar datos erróneos o no ha habido registro. En la siguiente tabla se muestran el número de días con datos válidos en los diferentes años de medidas:

Año	***1995***	***1996***	***1997***	***1998***	***1999***	***2000***	***2001***	***Total***
Días con datos válidos	233	334	325	300	313	347	339	**2191**

Tabla 6.2. Datos válidos de radiación solar global para Jaén capital.

Por tanto, una vez que se cuenta con una red entrenada con dos nuevas entradas, que son variables según la situación geográfica (latitud y altitud), y se disponen de datos de radiación solar de al menos una localidad de la zona donde se realizará el mapa solar, se puede comenzar el proceso. El procedimiento para la elaboración de los mapas de radiación solar se puede resumir en los siguientes pasos:

i) Se toma el mapa de la provincia de Jaén y se cuadricula siguiendo las líneas de latitud y longitud (paralelos y meridianos terrestres). La distancia elegida entre latitudes y longitudes es de 5 minutos. Cada

cuadrícula equivale a unos 9 kilómetros de lado. Las dimensiones de la provincia de Jaén son: la longitud varía desde 4º 10’ W hasta 2º 30’ W, y la latitud desde 38º 25’ N hasta 37º 25’ N.

ii) Para cada uno de estos puntos se generan secuencias horarias de radiación solar con la red que ha sido entrenada con datos de las localidades de la tabla 6.1. Para la generación se utilizan los valores del índice de claridad diario de Jaén capital, y la información que va variando para cada punto geográfico de la cuadrícula es la altitud y la latitud, que son los rasgos diferenciadores en cada lugar topográfico. Se generan varios años de radiación solar horaria (en concreto se han generado 5 años en cada punto).

iii) Con todos esos datos de radiación a escala horaria se está en disposición de obtener las medias mensuales en cada punto de la cuadrícula, que serán los que se utilicen para elaborar los mapas. Así pues, se ha conseguido, para cada lugar geográfico elegido de la provincia de Jaén, obtener 12 valores medios mensuales derivados de 5 años de radiación solar horaria.

iv) A continuación se preparan los 12 mapas de radiación, cada uno de ellos correspondiente a un mes del año. Se colorea, según una escala de valores, cada punto geográfico (dimensión: 5 minutos de latitud x 5 minutos de longitud).

Además de los propios puntos de la cuadrícula del mapa, necesarios para de la generación, se han seleccionado diversas localidades de la provincia de Jaén, bien por su importancia a nivel cultural, económico o social, dentro de la provincia, o bien por ser puntos geográficos importantes, como puede ser la inclusión del Pico Mágina, el más elevado de toda la provincia. Las localidades seleccionadas se presentan en la tabla 6.3, junto a algunas características de las mismas como son la latitud, longitud y altitud sobre el nivel del mar.

Localidad	*Latitud (N)*	*Longitud (O)*	*Altitud(m)*
Alcalá la Real	37º27'	3º58'	900
Andújar	38º00'	4º05'	212
Baeza	38º00'	3º25'	769
Bailén	38º08'	3º48'	343
Cabañas (Pico)	37º50'	2º58'	2036
Cazorla	37º55'	3º02'	886
Huelma	37º39'	3º28'	996
Jabalcuz (Pico)	37º45'	3º49'	1614
Jaén	37º44'	3º48'	573
Jódar	37º50'	3º21'	627
La Carolina	38º17'	3º38'	606
Linares	38º10'	3º40'	419
Mágina (Pico)	37º40'	3º30'	2167
Martos	37º44'	3º58'	741
Quesada	37º51'	3º05'	679
Santa Elena	38º20'	3º32'	743
Siles	38º24'	2º32'	826
Úbeda	38º03'	3º23'	748
Villacarrillo	38º07'	3º03'	794
Villanueva del Arzobispo	38º10'	3º00'	688

Tabla 6.3. Localidades de la provincia de Jaén en las que se han generado secuencias sintéticas horarias de radiación solar.

En el anexo se muestran 4 mapas de radiación solar correspondientes a diferentes meses dentro de las cuatro estaciones (nota: en cada mapa aparecen señaladas las localidades de Andújar (A), Cazorla (C), Jaén (J), Linares (L) y Úbeda (U)). Como ejemplo se presentan a continuación los mapas correspondientes a los meses de enero y junio.

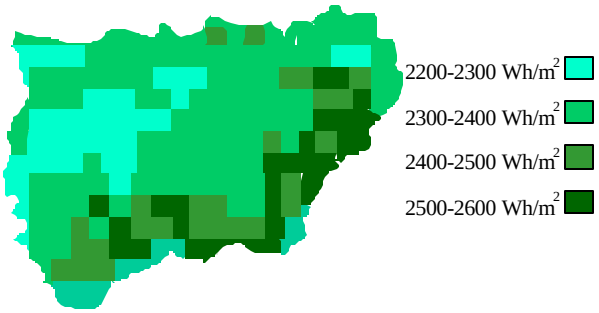

Figura 6. 2. Mapa de radiación solar de la provincia de Jaén. Enero.

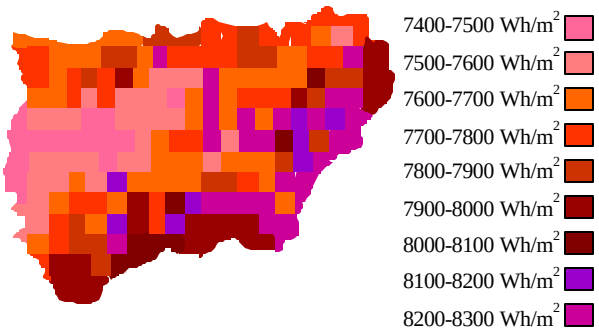

Figura 6. 3. Mapa de radiación solar de la provincia de Jaén. Junio.

De estos dos mapas solares, junto con el conocimiento orográfico de la zona, se deduce que las máximas radiaciones se producen en las zonas elevadas, siendo el valle del Guadalquivir, la zona con la radiación solar más baja dentro de la provincia. En principio se esperaría que las zonas montañosas deberían presentar niveles más bajos de radiación (suelen presentar mayor nubosidad). El resultado obtenido por medio del PMC sin embargo contradice esta idea. La conclusión a la que se ha llegado es que puesto que como se recuerda, el PMC principalmente se ajusta bien a la tendencia de las series reales, obviando el rizado aleatorio debido a la nubosidad, sí es cierto que en ausencia de nubes, hay mayor radiación en zonas de mayor altitud.

6.3.- Mapas solares para Andalucía

El proceso es totalmente similar que para el caso anterior. La única diferencia es que ahora el mapa de Andalucía se ha cuadriculado con dimensiones de 10’ x 10’ (LatitudxLongitud). Los datos de radiación solar diaria necesarios para la generación de las series se toman de las capitales de cada provincia (es decir, es prácticamente como si se hubiesen tomado 8 mapas provinciales).

La tabla que corresponde a las latitudes y altitudes seleccionadas en este caso se presenta en el anexo, así como los correspondientes mapas de radiación solar. Aquí sólo se muestran, como ejemplo, los correspondientes a los meses de diciembre y junio.

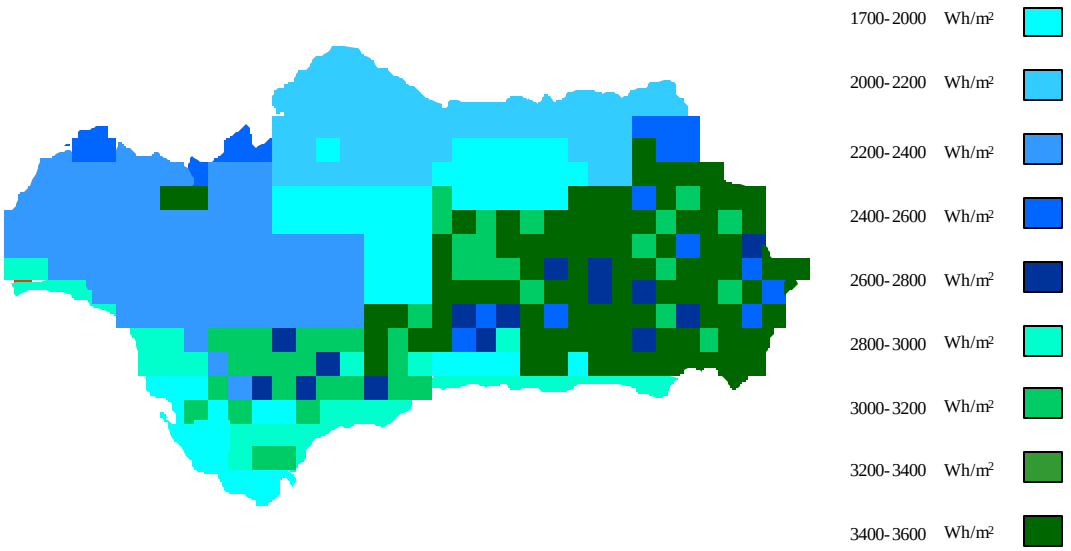

Figura 6. 4. Mapa de radiación solar para Andalucía. Diciembre.

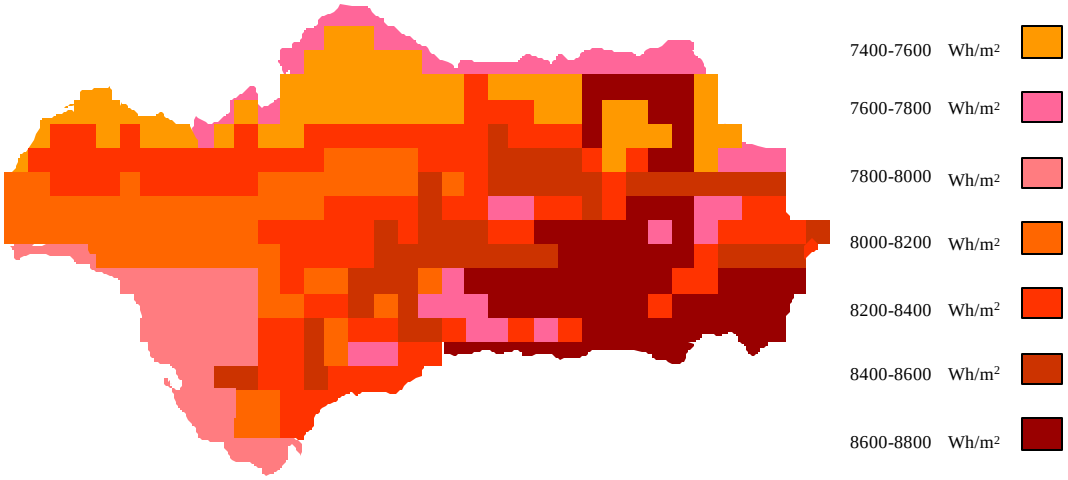

Figura 6. 5. Mapa de radiación solar para Andalucía. Junio.

Al igual que ocurría para el caso de los mapas provinciales, se observa que se repite el resultado de que en las zonas de menor altitud hay menor radiación solar.