

MODELIZACIÓN CLIMÁTICA MEDIANTE SIG APLICADAS A LOS MODELOS INSULARES. EL CASO DEL ARCHIPIÉLAGO BALEAR

X. Pons*, M. Ninyerola**, M. Pla*** y J.M. Roure**

* *Dep. Geografía y CREAM, Universidad Autónoma Barcelona, Fac. Filosofía y Letras,
Cerdanyola Vallès 08193, xavier.pons@uab.es*

** *Unidad Botánica, Universidad Autónoma Barcelona, Fac. Ciencias,
Cerdanyola Vallès 08193, miquel.ninyerola@uab.es*

*** *Dep. Geografía, Universidad Autónoma Barcelona, Fac. Filosofía y Letras,
Cerdanyola Vallès 08193.*

RESUMEN

Siguiendo en la línea de los atlas climáticos desarrollados para Cataluña y la España peninsular, hemos elaborado una cartografía climática digital para el caso del archipiélago balear. Este método de interpolación climática utiliza herramientas típicas de los SIG, análisis estadístico (regresión múltiple) y métodos de interpolación estrictamente matemáticos. Se utilizan los datos de las estaciones meteorológicas (temperatura media del aire –mínimas, medias y máximas– y precipitación) como variables dependientes juntamente con diferentes variables geográficas (altitud, latitud, continentalidad, radiación solar y curvatura del terreno) como variables independientes para realizar la interpolación. También se ha realizado una comparación del comportamiento de las variables geoclimáticas en función de si el territorio estudiado es peninsular o insular.

Palabras clave: modelización climática, SIG, interpolación espacial, interpolación con regresión múltiple, islas Baleares, corrección de residuos.

ABSTRACT

Following the previous works of the atlas of Catalonia and the atlas of the peninsular Spain, we have obtained a digital cartography for the Balearic Islands. This methodology of climatic interpolation uses GIS tools, statistical analysis (multiple regression) and exclusively mathematical interpolation methods. The data of the meteorological stations (mean air temperature –minimum, mean and maximum– and precipitation) are used as dependent variables and different geographical factors (altitude, latitude, continentality, solar radiation and terrain curvature) are used as independent variables to compute the interpolation. Also we have developed a comparison of the behavior of the geoclimatic variables in function of whether the studied area is a peninsula or an island.

Key words: climatic modelization, GIS, spatial interpolation, multiple regression analysis, Balearic Islands, residual correction.

1. INTRODUCCIÓN

No será en un congreso completamente dedicado a la climatología donde destacaremos la importancia y la influencia que posee la cartografía climática en muchas otras disciplinas. Lo que sí queremos destacar, sin embargo, es el interés que presenta esta cartografía climática implementada en un Sistema de Información Geográfica (SIG), en nuestro caso MiraMon. Esta importancia, a nuestro entender es doble, ya que de un lado, esta herramienta nos permite procesar un gran volumen de datos y, por otro lado, nos permite obtener como resultado final unos mapas digitales que pueden ser integrados fácilmente en un sistema digital para realizar los análisis y estudios deseados.

La posibilidad de realizar una presentación en un congreso, organizado en un territorio insular del Estado español, nos ha parecido una oportunidad interesante para perfeccionar los modelos climáticos que habíamos desarrollado anteriormente. Este interés creemos que es tanto por el hecho de presentar un trabajo relacionado con la sede del congreso como por tener una motivación extra para poner a punto esta cartografía balear que solamente habíamos desarrollado de forma parcial.

Durante la realización de los atlas climáticos digitales de Cataluña (NINYEROLA *et al.*, 2001) y de la España peninsular (NINYEROLA, 2000), los territorios de los archipiélagos Balear y Canario no fueron abordados en profundidad. Esta exclusión no vino determinada por una falta de interés en estos territorios (más bien al contrario) sino por la dificultad y el volumen de datos que representan los mencionados trabajos precedentes y la innegable singularidad de los territorios insulares. Durante este periodo sólo realizamos algunas tímidas aproximaciones al respecto, que desembocaron en una cartografía conformada a partir de relativamente pocas estaciones meteorológicas y sólo para unos meses concretos del año. Posteriormente, espoleados por el incentivo de este III Congreso de la AEC, hemos hecho los pasos necesarios para incrementar el número de estaciones meteorológicas y la longitud de sus series temporales. Hemos refinado algunos aspectos del modelo con la introducción de nuevas variables y tratamientos y hemos incrementado el número de variables dependientes (introduciendo las temperaturas medias de las mínimas y de las máximas al igual que en los mencionados atlas) y la resolución temporal de la cartografía resultante (inicialmente sólo realizada para los meses solsticiales y equinocciales).

2. METODOLOGÍA

2.1. Breve síntesis

La metodología de base utilizada es muy similar a la que se puede encontrar en PONS (1996) y NINYEROLA *et al.* (2000). Se trata de relacionar la información geográfica (variables independientes) con la información climática (variables dependientes) mediante un análisis de regresión múltiple. Los coeficientes de regresión pueden ser utilizados para reproducir, mediante álgebra de mapas, la ecuación de regresión múltiple y así obtener un mapa para la correspondiente variable dependiente.

Lógicamente este proceso pasa por disponer de una matriz ráster de las distintas variables independientes: un MDE para la altitud, un mapa de latitud, un mapa de continentalidad, etc.

Un aspecto a destacar es el refinamiento posterior que se realiza sobre estos mapas, utilizando precisamente los residuos del mismo análisis de regresión múltiple. De esta manera obtenemos por interpolación estrictamente matemática (distancia ponderada, *splines* o *kriging*) unos mapas de residuos o anomalías que nos sirven para corregir los mapas iniciales (figura 1). Así pues, estamos delante de un método de interpolación espacial que integra aspectos estadísticos, matemáticos y herramientas típicamente SIG. Como todo buen método de interpolación espacial, la clave está en realizar tests estadísticos para validar el modelo. En nuestro caso utilizamos el 60 % de las estaciones para elaborar el modelo y el restante 40 % para validarlo.

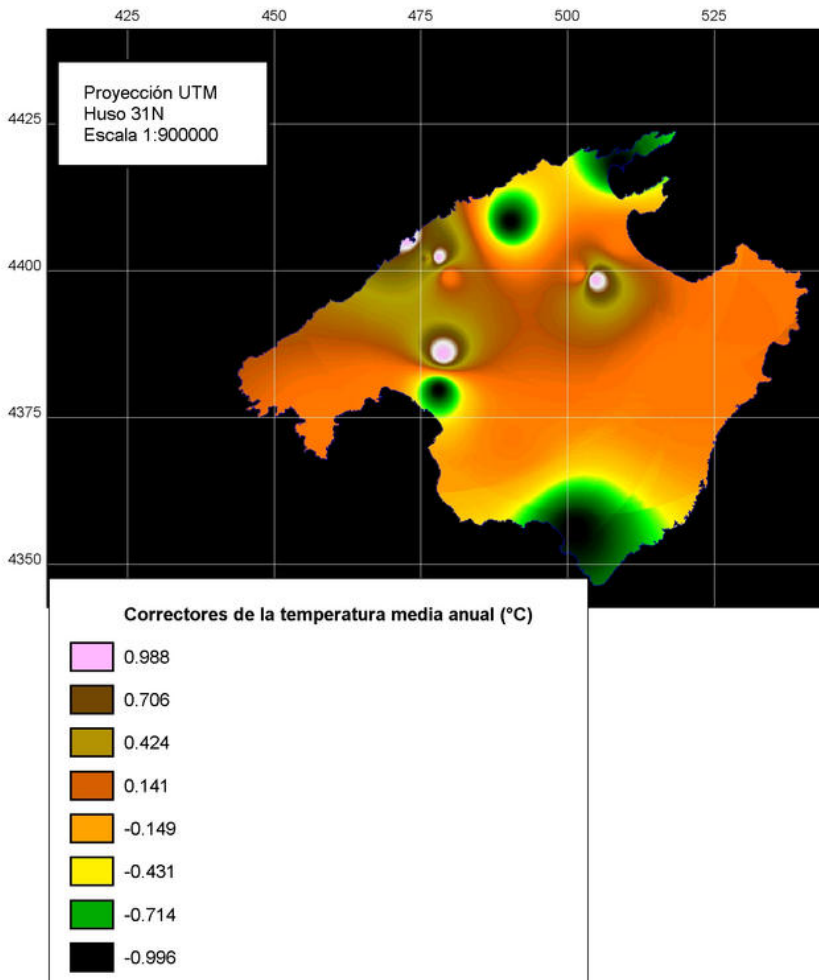


Figura 1: Correctores de la temperatura media anual (°C).

2.2. Las variables dependientes o climáticas

Las variables climáticas modelizadas y cartografiadas son: temperatura media de las mínimas, temperatura media, temperatura media de las máximas, precipitación y radiación solar. Ésta última se obtiene mediante una metodología distinta a las otras variables ya que se utiliza un modelo físico computacional (Pons, 1996).

2.3. Las estaciones meteorológicas

Los datos meteorológicos han sido obtenidos a partir del Instituto Nacional de Meteorología (INM) y presentan valores, en el mejor de los casos, durante el periodo 1950-2001.

A causa de la distribución espacial de las estaciones y su cantidad, el modelo sólo puede ser aplicado de forma sólida en la isla de Mallorca. El caso de Menorca resulta en una distribución polar de las estaciones quedando áreas muy descubiertas en la parte central de la isla. En el caso de Ibiza tenemos pocas estaciones incluso teniendo en cuenta la reducida superficie de la isla.

El filtrado de los datos, tal como nos obliga la metodología aplicada, es un compromiso entre la estabilidad de las series y el recubrimiento espacial. Así pues, utilizaremos series que como mínimo tengan 15 o más años en el caso de la temperatura y 20 o más años en el caso de la precipitación.

A causa de la falta de estaciones de radiación solar nos hemos visto obligados a utilizar un modelo de radiación potencial.

2.4. Las variables independientes o geográficas

Todas las matrices ráster relacionadas con estas variables han sido obtenidas con herramientas implementadas en el SIG MiraMon. Destacaremos que el Modelo Digital de Elevaciones (MDE) ha sido interpolado a partir de las curvas de nivel digitalizadas a partir de los mapas topográficos 1:200000 del SGE. Este punto es importante ya que el relieve actúa como variable limitante para la resolución final de los mapas climáticos. En este caso, sin embargo, aunque hubiéramos podido mejorar la resolución (100 m) se ha optado para trabajar a una resolución de 200 m que parece ser idónea si nos fijamos en la información climática disponible para elaborar y validar los mapas finales.

2.5. Nuevos aspectos

Hemos realizado diferentes aproximaciones a la modelización climática de las Baleares:

1. Usando todas las estaciones de forma conjunta.
2. Usando las estaciones de cada isla por separado.
3. Usando las estaciones de cada isla por separado e introduciendo estaciones peninsulares que estén dentro de un radio de 300 km del centro de las islas.

Tabla 1: Coeficientes de determinación de los tests estadísticos para la temperatura media y la precipitación de los meses de Junio y Diciembre.

	R^2 (temp. media)	R^2 (precipitación)
Junio	0.75	0.79
Diciembre	0.80	0.81
Anual	0.71	0.84

Esta última aproximación es interesante desde el punto de vista de comparar los efectos climáticos peninsulares-insulares y ver cómo las distintas variables independientes modelan el clima.

Además, también se ha optado por introducir una nueva variable independiente, la curvatura del terreno, que no habíamos utilizado en los modelos peninsulares. Esta variable nos informará de si una celda del territorio estudiado se halla en una zona de cubeta (concavidad) o de promontorio (convexidad). Así pues, esta variable puede aportar mejoras especialmente en la modelización de la precipitación.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN PRELIMINARES

El resultado final es una cartografía implementada en un SIG con un error conocido, una detallada resolución espacial (200 m) y una resolución temporal mensual. Las figuras 2 y 3 muestran algunos ejemplos de esta cartografía preliminar.

A continuación, presentamos algunas tendencias observadas en los modelos preliminares antes mencionados:

1. La distancia logarítmica a la costa parece tener más peso que la distancia lineal.
2. La continentalidad es más importante en invierno que en verano.
3. La latitud influye más en la precipitación que en la temperatura.
4. Los modelos de precipitación, al ser validados, ofrecen mejores resultados que los de temperatura (tabla 1). Este hecho, probablemente, es provocado por la pobre distribución espacial de las estaciones de temperatura. Es de esperar que con las nuevas estaciones, los modelos de temperatura mejoren substancialmente, aspecto que daremos a conocer durante el congreso.

Es importante tener en cuenta que, en el momento de escribir estas líneas, estos resultados no han sido obtenidos con todos los datos disponibles ni con una resolución temporal exhaustiva.

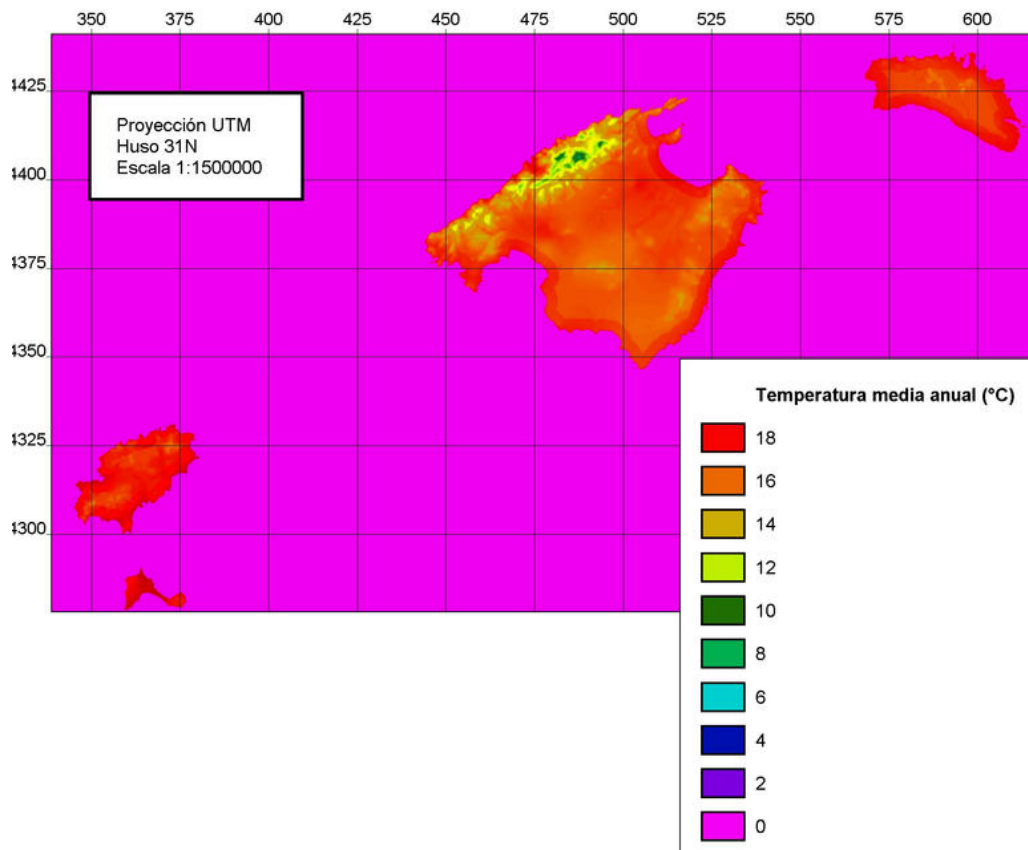


Figura 2: Temperatura media anual (°C).

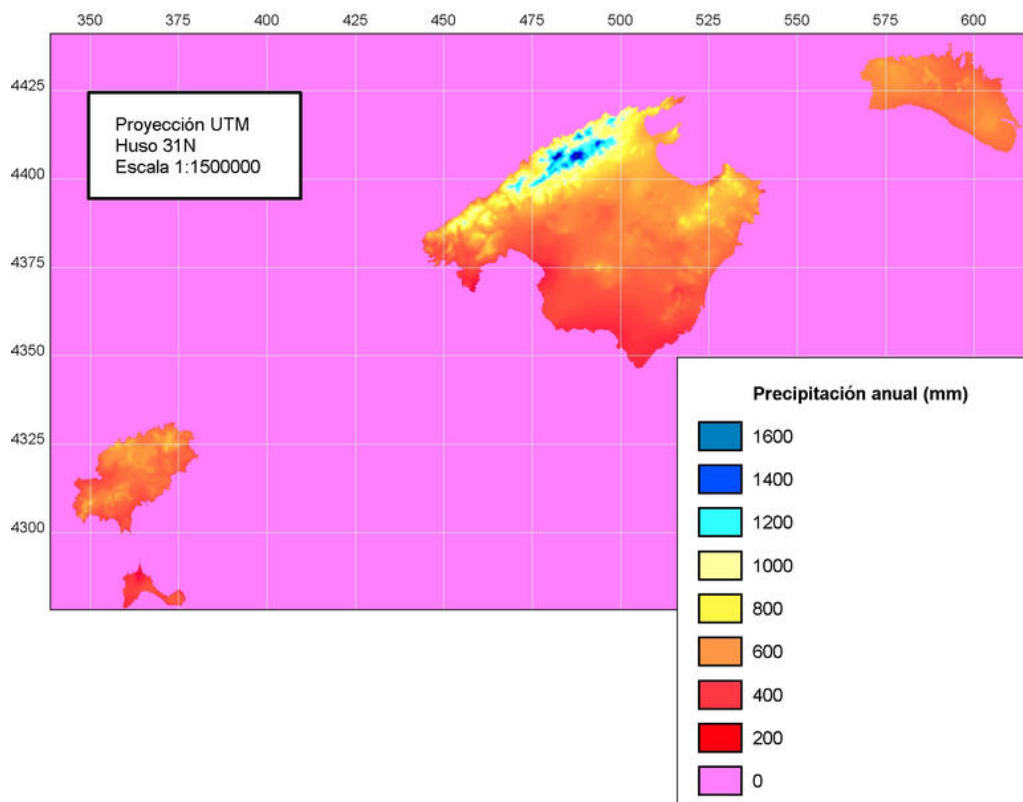


Figura 3: Precipitación anual (mm).

4. REFERENCIAS

PONS, X. (1996): Estimación de la Radiación Solar a partir de modelos digitales de elevaciones. Propuesta metodológica. En JUARISTI, J. y MORO, I. (Eds.): *VII Coloquio de Geografía Cuantitativa, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección*. Vitoria-Gasteiz.

NINYEROLA, M. (2000): *Modelització climàtica mitjançant tècniques SIG i la seva aplicació a l'anàlisi quantitativa de la distribució d'espècies vegetals a l'Espanya peninsular*. Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona.

NINYEROLA, M.; PONS, X. I ROURE, J.M. (2000): A methodological approach of climatological modelling of temperature and precipitation through GIS techniques. *International Journal of Climatology*, 20.

NINYEROLA, M.; PONS, X. I ROURE, J.M. (2001): *Atles climàtic digital de Catalunya* (ACDC). Universitat Autònoma de Barcelona i Servei de Meteorologia de Catalunya (Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya). <http://www.uab.es/atles-climatic/>.