

Apuntes Metodológicos

Apuntes Metodológicos

SiCLIMA



SiCLIMA: Sistema Básico de Información Climática de Aragón. Apuntes metodológicos para la elaboración de los informes trimestrales sobre el estado del clima en Aragón

ANTECEDENTES DEL SiCLIMA Y CONTENIDOS

El Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, bajo el auspicio de los fondos FEDER de la Unión Europea ha encargado el desarrollo de un análisis del comportamiento del clima en la Comunidad aragonesa con el fin de ofrecer una aproximación divulgativa, a la vez que científica, a la situación actual de las temperaturas y las precipitaciones a partir de la información instrumental disponible.

Tras la publicación del Atlas Climático de Aragón, se ha entendido como necesaria desde el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón continuar actualizando las bases de datos creadas para la elaboración de ese documento así como la elaboración de las cartografías necesarias para monitorizar la evolución del clima en un momento en el que el proceso de cambio climático parece ser una realidad que afecta al devenir de las actividades antrópicas y al comportamiento de los sistemas naturales. Fruto de esa necesidad nació el Sistema Básico de Información Climática de Aragón (SiCLIMA) un servicio que, además de la actualización permanente de las bases de datos, proporciona información de carácter divulgativo sobre las temperaturas y precipitaciones recientes en la Comunidad Autónoma. En 2012, el SiCLIMA, es gestionado por el Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio de la Universidad de Zaragoza.

La periodicidad de los informes que se publican en la web del Departamento es trimestral. En ellos se representan las anomalías de las temperaturas y precipitaciones registradas en Aragón a escala estacional en relación al periodo 1971-2000 pero también a los últimos 5 años, su evolución diaria en las capitales, la situación del solar regional en relación a las sequías mediante el uso de índices y la evolución de las condiciones termopluviométricas de un conjunto de observatorios meteorológicos representativos de distintos ambientes climáticos de la Comunidad Autónoma.

Estos mapas se ofrecen con un elevado grado de resolución espacial y la máxima objetividad en cuanto a la representación de las variables estudiadas en razón de la exhaustiva depuración desarrollada de la información y los métodos cartográficos aplicados. Sólo así podemos mostrar de forma fiable cuál ha sido el comportamiento

de las temperaturas y precipitaciones de invierno (diciembre-enero-febrero), primavera (marzo-abril-mayo), verano (junio-julio-agosto) y otoño (septiembre-octubre-noviembre) así como del agregado anual en relación al periodo de referencia 1970-2000, el mismo utilizado en el Atlas Climático de Aragón, pero también respecto de los últimos cinco años, dado que se aproximan más a la memoria climática reciente de cualquier usuario del SiCLIMA.

En las páginas siguientes trataremos de mostrar cuál ha sido la metodología utilizada para la elaboración de la base de datos, el cálculo de los índices de sequía y la cartografía de los datos.

1. BASE DE DATOS.

Los datos utilizados provienen en su mayor parte de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), aunque en casos concretos y allí donde la cobertura espacial del banco nacional de datos meteorológicos es escasa o las series tienen acusados problemas de calidad, se recurren a otras fuentes también verificadas, como son las estaciones meteorológicas de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) y las de la Oficina del Regante del Departamento de Agricultura y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón. El listado de observatorios y la fuente de cada uno de ellos aparece como anexo a estas notas.

En la figura 1 aparece la distribución espacial de los observatorios utilizados, más abundantes en el caso de las precipitaciones que en el de las temperaturas. Puede observarse que se incluyen observatorios que quedan fuera del ámbito de la comunidad, necesarios sin embargo para obtener cartografías de mayor precisión en las zonas limítrofes.

Originalmente, sea cual sea la fuente, los datos provienen de observaciones directas de las variables climáticas, bien sean registradas por un observador manual o de forma digital por una estación automática, que registra periódicamente estos valores. La calidad de estos datos varía en función de diversas razones, que pueden dar lugar a datos erróneos o alejados de la realidad (ausencia de valores, errores de medida, falsos ceros, valores extremos no reales, mala calibración de los equipos de medición, errores de transcripción, cortes de luz, etc.). Es por ello que, antes de cualquier desarrollo cartográfico resulta imprescindible evaluar la calidad de estos datos, así como su viabilidad para ser integrados en la cartografía. Para ello se han seguido las directrices generales en cuanto a control de calidad y homogeneización de series climáticas de la Organización Meteorológica Mundial (WMO, 2003).

El proceso de depuración de los datos que se ha realizado proporciona una base de datos en la que se han eliminado o corregido los datos anómalos. De esta forma se ha

evaluado la presencia de datos extremos, falsos ceros, datos aberrantes u otras anomalías que podrían estar relacionadas con errores de medición o de digitalización de la información a partir de la fuente original y que podrían introducir sesgos no climáticos en la cartografía final, en el análisis de las sequías o en la monitorización de la evolución climática.

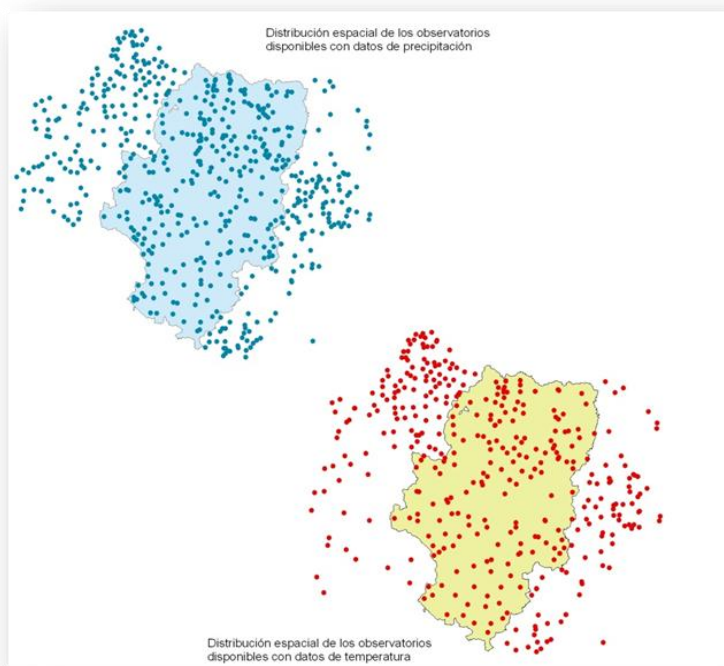


Figura 1.- Distribución espacial de los observatorios utilizados para la cartografía de las precipitaciones y temperaturas en Aragón.



Figura 2.- Estación meteorológica manual de La Almunia de Doña Godina (Zaragoza)

Algunos de los controles efectuados consisten en evaluar una serie a partir de los datos de dos o más estaciones que se encuentran en la misma localidad o en zonas muy

próximas. Obviamente, interesa tener un solo dato para el mismo punto geográfico, por lo que se comparan ambas series (normalmente una manual y una automática muy próximas). Caso de que existan uno o varios datos extremos en una de ellas que no aparecen reflejados en las estaciones del entorno, el dato es interpretado como una laguna de información.

Otro de los controles realizados es el de la comprobación de datos ausentes. En muchos casos, la serie mensual de datos diarios presenta lagunas de este tipo, bien sea por un error en la estación automática o por una falta de registro en una estación manual.

A la hora de la digitalización de los datos en origen, cuando el número de días sin dato es superior a un umbral establecido por AEMET, el dato mensual no queda registrado en el Banco Nacional de Datos. La existencia sin embargo de observaciones en el entorno, a partir de ellas y de las series históricas solapadas en el tiempo, puede desarrollarse una aproximación probabilística a partir del análisis de las series temporales del observatorio a rellenar, Esto ha permitido en el contexto del SiCLIMA reconstruir con fiabilidad el valor ausente, quedando completa la serie de datos mensuales y obteniéndose con ello el valor necesario para la modelización cartográfica.

En la figura 3 puede observarse un ejemplo del proceso de reconstrucción de los datos, desarrollado mediante una rutina ejecutada en R (Beguería y Serrano, 2012). El script desarrollado y aplicado al presente trabajo permite la corrección automática de los datos extremos y el relleno de lagunas mediante un control estadístico de la serie temporal de datos. Sin embargo, el script se ha programado para que a partir del resumen de resultados de la figura 3, el investigador pueda controlar los resultados de ese proceso de automatización y en definitiva el producto final.

Describiendo brevemente esa figura 3, en el rectángulo de la derecha aparece, en el centro, el observatorio problema, es decir, el observatorio con lagunas. Y unido a él con las líneas grises aquellos observatorios utilizados en el proceso de relleno. En la leyenda de esa figura se señala el número de datos utilizados en cada observatorio para rellenar los datos del observatorio problema. La banda horizontal de arriba indica en gris los puntos donde se ha producido el relleno y las gráficas Q-Q y de densidad, que no son sino distintas aproximaciones estadísticas a la calidad de las bases de datos.

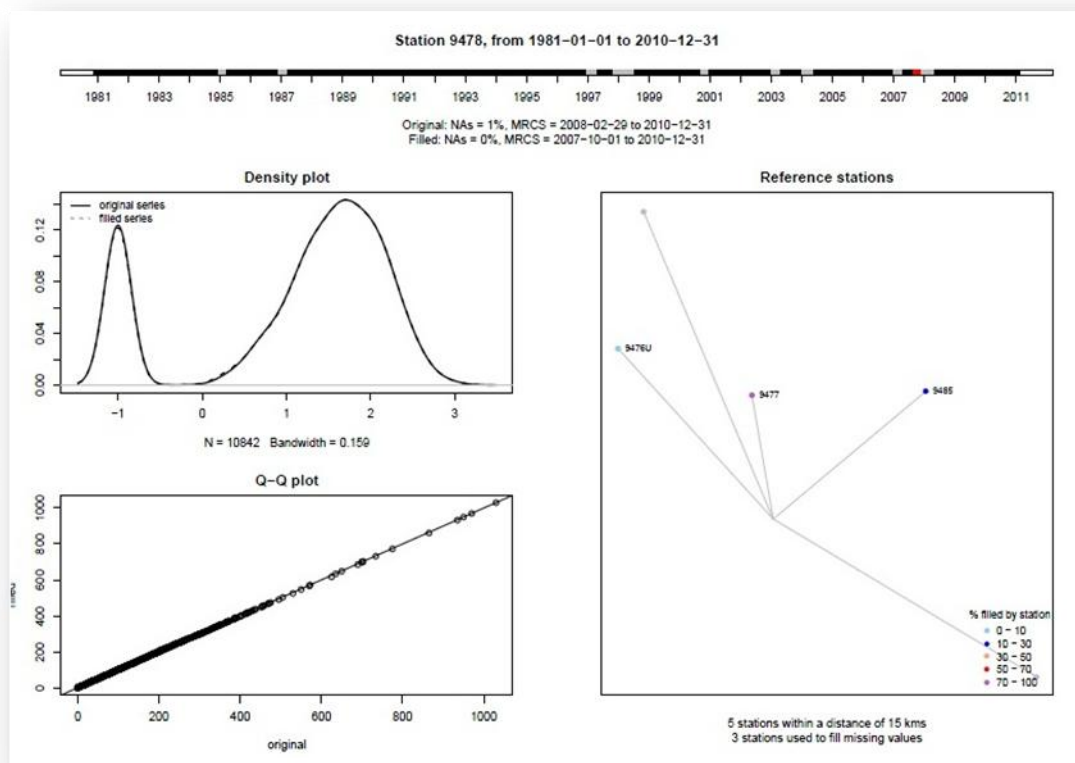


Figura 3. Ejemplo de una de las fichas individuales obtenidas tras el relleno de lagunas mediante R

Como puede observarse, a pesar de la necesaria automatización de un proceso que en el caso de series plurianuales puede llevar a la resolución de varios miles de problemas, ha existido para la depuración de esta base de datos un control exhaustivo que evita la aparición de errores sistemáticos en la fase de relleno que pudieran falsear la información resultante de la cartografía o de los indicadores.

Las series finales son además sometidas a un proceso de control de homogeneidad. Cambios en la ubicación de los observatorios, en las condiciones ambientales en las que se desarrolla una medición o en los propios aparatos de medida, pueden introducir un sesgo no climático en las series temporales de datos climáticos. El ejemplo más claro puede ser el de una estación que, localizada en un punto de un término municipal a una altura sobre el nivel del mar determinada, se reemplace por otra situada 100 metros por encima. Conocida es la existencia en la atmósfera de un gradiente térmico en la vertical cuantificado en media en 6 °C cada 1.000 metros, lo que a priori nos haría pensar en que esa nueva ubicación nos dará temperaturas más bajas que las que mostraba la serie en su localización original. El crecimiento de las ciudades en torno a un observatorio y el consecuente efecto urbano sobre las temperaturas puede introducir también tendencias que no tienen nada que ver con la

evolución regional del clima sino con el cambio en las características del entorno de medición. Este tipo de problemas se han resuelto antes de la utilización de esos datos mediante el test de Alexandersson (Alexandersson, 1986), integrado dentro del software estadístico de climatología AnCLIM (Štěpánek, P. 2003).

2. ÍNDICE DE SEQUÍA (*Standardized Precipitation Index* - SPI)

Entre las características del clima aragonés, la recurrencia de sequías es, sin duda, una de las más relevantes. Este riesgo natural de origen hidroclimático provoca notables pérdidas económicas, daños ambientales y una enorme alarma social.

Las sequías son consecuencia de la variabilidad climática natural en relación con el comportamiento de la circulación general atmosférica sobre nuestras latitudes. Se trata de un fenómeno extraordinariamente complejo, pues los diferentes elementos de la misma, como su intensidad, magnitud, duración o extensión superficial, (Dracup *et al*, 1980), se manifiestan a diferentes escalas espaciales y temporales, dependiendo de los procesos físicos que las generan en cada época del año, espacio analizado y en cada subsistema hidrológico y, en parte, de las condiciones hidrológicas previas.

La variabilidad espacio temporal de las sequías constituye uno de los principales problemas para su cuantificación y análisis. Se trata de un riesgo penetrante, dada su frecuencia y duración, su velocidad de implantación y su carácter aleatorio. Un evento extremo para cuyo estudio se han desarrollado distintos índices que permiten caracterizar su inicio y final, intensidad, frecuencia y extensión superficial mediante la combinación de información espacial y temporal.

Heim (2002) hace una revisión de hasta veinte índices de sequía, señalando que el SPI (*Standardized Precipitation Index*) o Índice Estandarizado de Sequía es el que mejor estima su severidad, duración y extensión, permitiendo un seguimiento de las sequías a distintas escalas temporales y la delimitación de su inicio y final. El SPI es un valor numérico que representa la desviación de la precipitación a lo largo de un periodo de acumulación determinado respecto a la media y que según el método de cálculo que hemos empleado para su obtención en el marco del SiCLIMA es independiente de la normalidad o no de las series climáticas.

Este indicador fue desarrollado por McKee *et al*. (1993), y presenta importantes ventajas respecto a otros índices (Guttman, 1998; Redmond, 2002), entre ellas la de que para su cálculo se necesitan únicamente datos de precipitación total mensual, especialmente abundantes en el caso del territorio aragonés.

Como consecuencia de la ausencia de normalidad de las series temporales de precipitación, los autores citados utilizaron un ajuste probabilístico de las series

pluviométricas a diferentes escalas temporales a una distribución *gamma*. Su cálculo sin embargo ha sido mejorado introduciendo cálculos probabilísticos más robustos basados en la distribución *Pearson* III y en la estimación de parámetros mediante *L-momentos* (Vicente-Serrano, 2006; López-Moreno y Vicente-Serrano, 2008).

En el proceso de cálculo del SPI, los registros acumulados mensuales son ajustados a una distribución concreta para determinar la probabilidad acumulada de cada uno de los valores de precipitación. Las probabilidades acumuladas son posteriormente transformadas en una variable aleatoria normal estándar con media 0 y desviación estándar 1, que finalmente da lugar a la obtención del SPI.

Como señalábamos antes, McKee *et al.*, (1993) ajustaron los valores de precipitaciones mensuales a una distribución *gamma*, obteniendo con ello buenos resultados. No obstante, Guttman (1999) examina las propiedades del SPI y describe los efectos que en el índice tiene ajustar los valores de precipitación a diferentes modelos probabilísticos. Este autor concluye que la distribución *Pearson* III con tres parámetros es el mejor modelo para calcular el SPI, ya que gracias a sus tres parámetros es mucho más flexible que la distribución *gamma*. La distribución de probabilidad de la distribución *Pearson* III se expresa según:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha \Gamma(\beta)} \left(\frac{x-\gamma}{\alpha} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{x-\gamma}{\alpha}\right)}$$

Donde α , β y γ son los parámetros de forma, escala y origen respectivamente. $\Gamma(\beta)$ es la función *gamma* de β . La obtención de dichos parámetros se realiza mediante el método de los *L-momentos*. Una vez obtenidos los parámetros de la distribución, la probabilidad acumulada de la distribución *Pearson* III se obtiene mediante:

$$F(x) = \frac{1}{\alpha \Gamma(\beta)} \int_{\gamma}^x \left(\frac{x-\gamma}{\alpha} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{x-\gamma}{\alpha}\right)}$$

Que se resuelve de forma analítica para cada una de los observatorios estudiados.

Una vez obtenidas las frecuencias acumuladas se lleva a cabo la conversión de la distribución de frecuencias ajustada a partir de una distribución *Pearson* III en una distribución normal estándar de media 0 y desviación estándar 1. Teóricamente, los valores obtenidos para el SPI no presentan ningún límite inferior ni superior. Límites entre +2,33 y -2,33 pueden ser admitidos, ya que corresponden a probabilidades de 0,99 y 0,01 respectivamente y periodos de retorno de 100 años (tabla 1). Sin embargo, calculados los valores de SPI, McKee *et al.*, (1993) establecen una categorización de estos valores con el fin de identificar la severidad de cada uno de los periodos secos

identificados, estableciéndose siete categorías que van desde extremadamente seco a extremadamente húmedo, que son las que se utilizarán posteriormente en este trabajo (tabla 2).

SPI	PROBABILIDAD ACUMULADA
-3.0	0.0014
-2.5	0.0062
-2.0	0.0228
-1.5	0.0668
-1.0	0.1587
-0.5	0.3085
0.0	0.5000
0.5	0.6915
1.0	0.8413
1.5	0.9332
2.0	0.9772
2.5	0.9938
3.0	0.9986

Tabla 1. Probabilidad acumulada para distintos valores de SPI.

SPI	CATEGORÍA
<-1.65	Extremadamente húmedo
1.28 a 1.64	Muy húmedo
0.84 a 1.27	Moderadamente húmedo
-0.84 a 0.84	Normal
-1.28 a -0.83	Moderadamente seco
-1.65 a -1.27	Muy seco
<-1.65	Extremadamente seco

Tabla 2. Probabilidad acumulada para distintos valores de SPI.

El SPI parte de unos valores de precipitación acumulados y de una aproximación probabilística a ese valor en función de la serie temporal. Sin embargo, es fundamental la elección de ese umbral de acumulación de pluviometría a la hora de presentar los resultados del índice en función de determinados objetivos.

Su cálculo suele realizarse para valores acumulados que oscilan entre 1 mes y 72 meses. En todos los casos obtenemos valores del SPI, que nos señalan cuál es la

situación del territorio en relación a la sequía teniendo en cuenta la ventana temporal que hayamos utilizado para el acumulado. Y según los objetivos del trabajo, esa ventana temporal puede variar. La de 1 mes no nos da más información que la que aportaría una serie de anomalías pluviométricas. Un SPI calculado a 3 meses nos aportaría información de carácter estacional, señalando cuál es la situación en el territorio en relación a la sequía teniendo en cuenta la pluviometría de los tres últimos meses. En el SPI6, la pluviometría de el último medio año, y así sucesivamente.

El análisis de la sequía desde el punto de vista pluviométrico, dada la estacionalidad de la precipitación en Aragón, con máximos equinocciales, mínimo estival y mínimo secundario en invierno, han aconsejado como más adecuado en el contexto del SiCLIMA el empleo del SPI3. Desde una perspectiva hidrológica y con objeto de analizar la situación de la sequía en relación a los recursos hídricos superficiales, ventanas más amplias, de entre 6 y 9 meses, serían seguramente más útiles. Las sequías socioeconómicas pueden ser evaluadas mejor con cálculos para este índice de entre 12 y 18 meses, y en el caso de recursos subterráneos, ventanas superiores pueden ser también las más adecuada.

Para la obtención de los índices de sequía y la cartografía se han seleccionado de la base de datos del SiCLIMA un conjunto de 59 observatorios, cuya relación figura en el anexo, todos con series continuas y homogéneas que cubren en su totalidad el periodo 1960-2011. Para la obtención de este índice es necesaria al menos una serie de 40 años (Vicente-Serrano, 2006), cubriendo las utilizadas en este trabajo 51 años. Para su cartografía se han utilizado métodos de interpolación basados en el inverso a la distancia o el kriging (Daly *et al.*, 2002; Ninyerola *et al.*, 2000 y 2007; Vicente-Serrano *et al.*, 2003), habiéndose seleccionado como cartografía final aquella que presenta un valor de error cuadrático medio más bajo. Los detalles del proceso cartográfico se exponen en el punto 4.

3. CARTOGRAFÍA

En la elaboración de documentos como el SiCLIMA se entiende como fundamental la elaboración de una cartografía de calidad, entendiéndose esa calidad en dos aspectos.

El primero es el formal. Se trata de un producto que cualquier usuario, avanzado o no, ha de interpretar de forma sencilla. La forma de representación, los colores elegidos o el tipo de proyección cartográfica, son fundamentales para que este objetivo pueda cumplirse.

El otro aspecto es el científico. Una cartografía ha de ser fácilmente legible, pero no por ello ha de desarrollarse sin los criterios de calidad científica necesarios. Ha de señalarse en este sentido que tras el proceso de desarrollo cartográfico, el mapa final

que se visualiza en los informes no es el único producto generado. La cartografía, elaborada mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), en nuestro caso ArcGIS 10.1, genera información climática para todo el territorio de las distintas variables analizadas en un formato ráster a una escala de resolución espacial de 100 m, el mismo con el que se elaboró el Atlas Climático de Aragón, que permite la comparación de los mapas resultantes en el SiCLIMA con los generados en aquel proyecto y que, además, posibilita la inclusión de cartografías referidas al clima como variables explicativas de otros procesos ambientales o socioeconómicos susceptibles de ser analizados en entornos SIG.

En el caso del SiCLIMA se utilizan métodos de interpolación distintos para, por un lado, la elaboración de la cartografía de las anomalías respecto al periodo 1970-2000 y 2007-2011 y para, por otro, el índice de sequía. El carácter puntual de la información climática y la dispersión de la toma de datos obligan a estimar los valores climáticos en aquellos puntos, mayoritarios en el espacio, en los que no existe información registrada. Los métodos de estimación y modelización espacial que podemos aplicar en un entorno SIG de trabajo son diversos en cuanto a su concepción y formulación matemática (Borrough y McDonnell, 1998), aunque tradicionalmente se han clasificado en tres categorías: métodos locales, globales y geoestadísticos.

- Los procesos de interpolación locales llevan a cabo la estimación del valor de la variable climática en un punto del espacio teniendo en cuenta únicamente los datos de los puntos de muestreo más cercanos según distintos tipos de ponderación.
- Los métodos globales utilizan la información de todas las estaciones disponibles en el territorio para la predicción en cualquier punto de éste, a través de modelos de dependencia entre los datos climáticos, considerados como variables dependientes, y otras variables independientes o predictores.
- Los métodos geoestadísticos se basan en una suma ponderada de las observaciones más cercanas al punto de estimación, escogiéndose el peso para cada uno de los puntos de forma que la estimación no se encuentre sesgada y tenga la menor varianza posible en relación a otras combinaciones lineales entre el conjunto de puntos de muestreo disponibles.

Todos estos métodos presentan ventajas e inconvenientes. En el caso por ejemplo de los métodos globales, la interpolación resalta los patrones generales de variación espacial de la variable climática, ofreciendo resultados menos dependientes de la distribución espacial de la red de muestreo, muy irregular en el caso de la información climática instrumental. Sin embargo, registran mal las variaciones locales del clima (la presencia, por ejemplo, de fenómenos de inversión térmica, de obstáculos orográficos que condicionan la precipitación, etc). En cambio, los métodos locales y los geoestadísticos, en este caso según sean los parámetros elegidos, ajustan mejor esas

variaciones de carácter local, aunque sus resultados están mucho más condicionados por la distribución espacial de la red. Una aproximación a la calidad de los diferentes métodos y su aplicación en Aragón puede consultarse en Vicente y Saz (2002) y Vicente *et al* (2003).

En los últimos años han comenzado a desarrollarse metodologías para la generación de cartografías climáticas que combinan diferentes métodos de interpolación (Ninyerola *et al*, 2000; Prudhomme y Reed, 1999). En la actualidad, estos métodos mixtos son considerados como los más adecuados para la modelización de variables climáticas en espacios de topografía y características climáticas complejas, como puede ser Aragón.

Estos planteamientos presentan la ventaja de considerar las tendencias generales y relaciones físicas que se producen entre la variable climática y los factores geográficos del medio, gracias a la aplicación de métodos globales, mientras que también tienen en cuenta las variaciones locales que puedan extraerse de la información climática disponible por su corrección mediante un método local o geoestadístico.

En su concepción el proceso metodológico que conlleva la realización de un mapa mediante estos métodos mixtos es relativamente simple. Primero ha de obtenerse un mapa digital mediante un método global, basado generalmente en un modelo de regresión múltiple. Este método resulta ser un interpolador inexacto, de forma que el valor estimado no se corresponde con el valor real medido en el punto de observación. En ese punto podemos obtener así un error o valor residual, que será igual al valor observado menos el predicho por el modelo. La interpolación de esos residuos, en una segunda fase, mediante un interpolador local o geoestadístico, nos proporcionará una cartografía de los errores generados por el interpolador global. Finalmente, la combinación algebraica de ambas cartografías: de la obtenida a partir del método global y de la resultante de la modelización espacial de los residuales, nos dará una cartografía final de la variable climática considerada que combinará patrones globales con patrones locales, que ofrecerá un grado de fiabilidad superior a otros métodos.

3.1. Cartografía de anomalías mediante modelos de regresión múltiple y corrección por residuales

Para el caso de las anomalías son estos métodos mixtos elegidos para la cartografía que aparece en los informes trimestrales y en el anual. El primer paso es la construcción de la base de datos, utilizando los datos promedio de los observatorios para el periodo 1970-2000 y 2007-2011 por un lado y los registrados en 2012 por otro. Obtenemos así dos series de datos de anomalías referidas a cada uno de esos dos

periodos, que funcionarán como variables dependientes y que son las que, en último término, pretendemos llevar a una superficie continua de información en el mapa.

El desarrollo metodológico que llevará a la construcción del mapa climático final a partir de esos datos continúa con la selección de las variables independientes que van a ser utilizadas para el cálculo de los modelos de regresión. En Vicente *et al* (2003) se detallan las variables que pueden ser incluidas como predictores en estos modelos, apareciendo como más habituales el Modelo Digital de Elevaciones (MDE), la distancia a los mares Cantábrico y Mediterráneo, la latitud y la longitud. Para cada una de ellas se compusieron mediante un SIG las capas ráster de información digital, a un tamaño de celda de 100 metros cada una de ellas. Otras variables como la distancia a los ríos principales, la elevación media a distintas escalas de precisión o la radiación solar incidente, se demostró en los mapas realizados para el Atlas Climático Digital de Aragón que aportaban un porcentaje de varianza explicada mínimo en relación a las cinco señaladas anteriormente, por lo que no se tomaron en consideración para la realización de las cartografías del SiCLIMA.

Posteriormente, en las coordenadas de cada uno de los observatorios con datos de anomalía se obtuvo el valor de cada uno de los predictores, es decir, de cada una de las 5 variables topográficas o geográficas antes señaladas. Con ello se creó una base de datos a partir de la que se realizaron los modelos de regresión múltiple por pasos sucesivos para cada variable y mes, desarrollados en SPSS 15.0. Así, el valor de una variable climática determinada en los puntos en los que no existe información se obtuvo mediante ecuaciones que toman esta forma:

$$z(x) = b_0 + b_1P_1 + b_2P_2 + \dots + b_nP_n$$

Donde z es el valor predicho de anomalía térmica o pluviométrica en el punto (x), definido por sus coordenadas x, y , $b_0, b_1, b_2 \dots, b_n$ son los coeficientes de la regresión, y P_1, P_2, \dots, P_n son los valores de las diferentes variables independientes en el punto x .

La regresión múltiple por pasos sucesivos (*stepwise regression*), para la que se fijó un nivel de significación de 0,01, ha permitido seleccionar aquellas variables independientes que aportan significación estadística al modelo final, eliminando las redundantes o que ofrezcan problemas de colinealidad, utilizándose así un modelo con un número menor de parámetros.

Mediante las herramientas de cálculo ráster disponibles en el SIG, las ecuaciones resultantes de los modelos de regresión se han aplicado sobre las capas digitales de información topográfico-geográfica, estimándose para cada celda de 100 metros un valor para la variable climática de anomalía considerada.

Como ejemplo se presentan los resultados del modelo de regresión obtenido en SPSS 15.0 para la anomalía de la precipitación de la primavera de 2011 (tablas 3 y 4) y la capa ráster resultante de la aplicación de la ecuación resultante en el SIG.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,610(a)	,372	,371	57,4229457
2	,775(b)	,601	,599	45,8359258
3	,842(c)	,708	,706	39,2508178
4	,865(d)	,749	,747	36,4510768
5	,873(e)	,762	,760	35,4917637
6	,873(f)	,762	,760	35,4988088

a Variables predictoras: (Constante), latitud
b Variables predictoras: (Constante), latitud, mdt21
c Variables predictoras: (Constante), latitud, mdt21, d-all
d Variables predictoras: (Constante), latitud, mdt21, d-all, d-med
e Variables predictoras: (Constante), latitud, mdt21, d-all, d-med, longitud
f Variables predictoras: (Constante), latitud, mdt21, d-med, longitud

Tabla 3. Resumen del modelo de regresión por pasos obtenido para la anomalía de la precipitación de primavera de 2011. En la parte inferior se señalan las variables consideradas por cada uno de los seis modelos. Los modelos (e) y (f) explican un porcentaje de varianza similar, tomándose en consideración los parámetros del modelo (e).

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
5	(Constante)	1570,062	1981,826		,792	,429
	latitud	-,001	,000	-,976	-1,543	,124
	mdt21	,066	,007	,322	9,843	,000
	d-all	,000	,000	,508	1,081	,280
	d-med	,003	,000	3,039	7,513	,000
	longitud	,002	,000	1,866	4,939	,000

Tabla 4. Coeficientes del modelo de regresión por pasos (e) obtenido para anomalía de la precipitación de primavera de 2011

El resultado es la obtención del ráster que aparece en la figura 4.

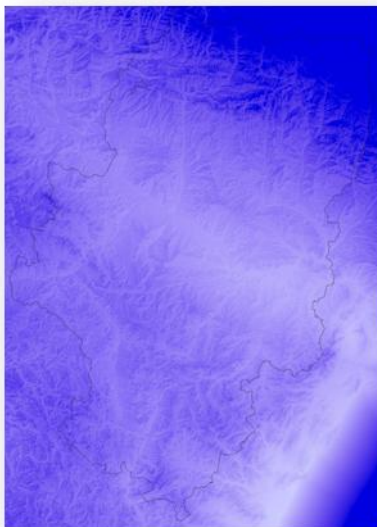


Figura 4.- Estimación de los valores de anomalía de la precipitación de primavera de 2011 (sólo capa ráster) mediante el modelo de regresión obtenido en la modelización

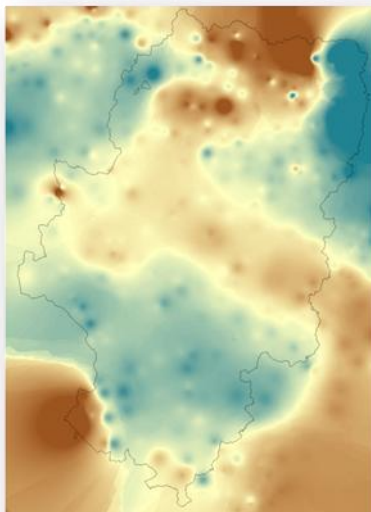


Figura 5- Residuales obtenidos a partir de la estimación de los valores de anomalía de la precipitación de primavera de 2011 mediante el modelo de regresión

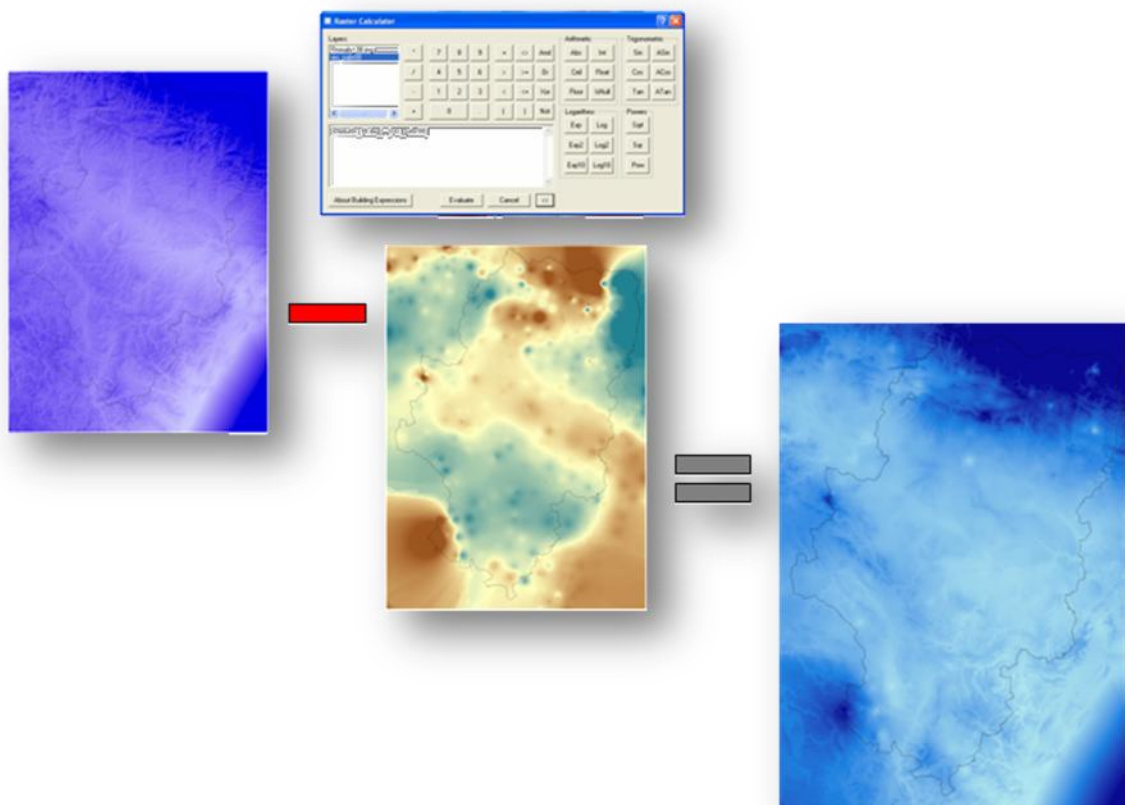


Figura 6. Corrección del modelo mediante residuales y ráster final con los valores de anomalía estimados.

Como hemos señalado con anterioridad, los resultados obtenidos por la modelización no son exactos, de forma que el valor estimado en un punto en el que existe información no suele coincidir con el dato modelizado.

Esa inexactitud está relacionada con las variaciones locales que puede presentar la variable analizada y que no son bien reproducidas por los modelos de regresión. Esto ha obligado a analizar la distribución espacial de esos errores. Gracias al conocimiento de estos residuales ha sido posible llevar a cabo la corrección de los modelos originales a partir de las cartografías obtenidas mediante la interpolación de estos (figura 5)

Para aplicar la corrección, basta con restar de los valores modelizados los valores de error interpolados, de forma que el valor final de la variable climática en cada píxel será el correspondiente al valor estimado menos el del residual (figura 6).

3.2. Cartografía del índice estandarizado de sequía (SPI)

Como señalábamos en el apartado en el que se detallaban aspectos sobre el cálculo del SPI, los métodos utilizados han los basados en el inverso a la distancia o métodos de kriging (métodos geoestadísticos). La elección de uno u otro para la cartografía final se ha basado en el valor obtenido en la validación cruzada desarrollada por ArcGIS para el error cuadrático medio (RMSE). Un valor más bajo para este estadístico de error apuntaría hacia una mayor precisión de la cartografía, habiéndose seleccionado finalmente el modelo que ha obtenido un RMSE menor.

Ambos son métodos de interpolación en los que, como en la modelización señalada mediante regresión, tratamos de convertir en superficies continuas valores que son puntuales en el espacio. La diferencia es que no se precisa de información auxiliar ni de software adicional, pudiendo desarrollarse todo el trabajo en ArcGIS 10.1.

Inverso a la distancia

La base del método del inverso a la distancia es la de que existe una autocorrelación espacial de los datos a cartografiar. Este método estima el valor de la variable de un punto a partir de los puntos más cercanos en el espacio, es decir, mediante un promedio ponderado según la distancia a cada uno de los puntos muestreados de la zona de estudio.

Para proyectar el método expuesto se aplicó una función determinada para calcular el valor estimado; en donde $Z(x_0)$ es el valor climático de una estación vecina; d_{ij} es la distancia entre $z(x)$ y $z(x_i)$, y r es el exponente de la distancia:

$$z(x_0) = \frac{\sum_{i=1}^n z(x_i) \cdot d_{ij}^{-r}}{\sum_{i=1}^n d_{ij}^{-r}}$$

El exponente r es función del peso que se le atribuye a la distancia. Su valor puede optimizarse directamente en ArcGIS con objeto de obtener un valor mínimo de error cuadrático medio (RMSE).

Kriging

El kriging es un método de interpolación más complejo desde el punto de vista matemático. Tratando de describirlo de una forma sencilla, podríamos decir que los métodos de kriging, al igual que hacen otros métodos de interpolación espacial, estiman el valor que un determinado atributo tomaría en un punto a partir de los valores observados en los puntos vecinos, teniendo en cuenta unos factores de ponderación determinados. Sin embargo, esta ponderación no sólo tiene en cuenta la distancia a esos puntos seleccionados dentro del conjunto de interpolación, sino que también toma en consideración la relación espacial general que en todo el área de estudio se establece entre los valores de los diferentes pares de puntos situados a distancias similares. Es decir, que tiene en cuenta las variaciones en los valores observados entre puntos situados a distancia similar en todo el área de estudio, integrando de esta forma una consideración espacial más amplia sobre la variación del atributo que pretendemos cartografiar en nuestro área de estudio que la que asumen los métodos de interpolación local.

Para tratar de evaluar esa nueva forma de variabilidad en el espacio del atributo que queremos cartografiar y obtener unos pesos de ponderación basados en esa filosofía, no nos sirven los estadísticos habituales basados en la media, la desviación estándar o la varianza, sino que se introduce un estadístico alternativo al que se conoce como semivarianza y que se visualiza a partir de un semivariograma.

Ese semivariograma nos va a indicar a partir del conjunto muestral, es decir, a partir de todos los puntos en los que tenemos una medición real del atributo que queremos cartografiar, hasta dónde llega, hasta qué distancia encontramos, dependencia espacial de los puntos muestrales, hasta dónde se observa cierta relación entre las mediciones, y también la distancia a partir de la que no existe dependencia espacial, a partir de qué punto dos mediciones pueden considerarse independientes.

- Determinar todos los posibles pares de puntos que pueden establecerse en el conjunto muestral
- Para cada uno de esos pares de puntos (i, j) ha de calcularse la distancia (d_{ij}) entre los puntos.
- Para cada par de puntos ha de calcularse además el cuadrado de las diferencias entre los valores medidos del atributo en cada uno de ellos

$$dZ^2 = (Z_i - Z_j)^2$$

- Después, hemos de establecer unos valores críticos de distancia (h) que dependerán de las dimensiones del área de estudio. P.ej. 1.000 mts, 2.000, 3.000, 4.000, 5.000, etc, asignándose a cada uno de esos valores de distancia (h) los de dZ^2 de los pares de puntos cuya distancia (i,j) sea más cercana a cada uno de esos valores críticos establecidos
- Posteriormente ya podremos calcular el valor $\gamma(h)$, el valor de semivarianza, para cada valor de h (distancia), según la fórmula:

$$\gamma(h) = \frac{\sum_{k=1}^{n_h} dZ_k^2}{2n_h}$$

de forma que el valor del semivariograma en una distancia crítica h será igual al sumatorio de las diferencias al cuadrado entre los valores de cada par de puntos asignado a esa distancia (h) partido por el número de pares asignados a esa distancia multiplicados por 2.

Calculado el valor de semivarianza para los diferentes valores de h obtendremos un semivariograma experimental (figura 7), dependiente en general del número total de datos muestrales pero también de la coherencia espacial de estos, resultando en que un semivariograma puede no sernos útil si existen pocos datos o si en las series de datos existen valores extremos.

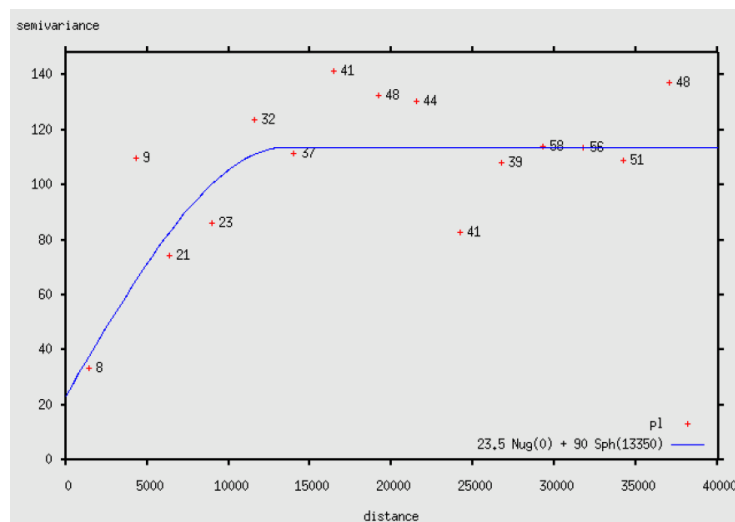


Figura 7. Ejemplo de semivariograma experimental

En cualquier caso, con muestras con un número de datos suficiente y con cierta coherencia en la distribución espacial de los valores medidos, es lógico pensar que para valores de distancia crítica (h) pequeños, el valor obtenido por el semivariograma alcanzará valores pequeños, puesto que es de esperar que las diferencias entre los

valores medidos en puntos cercanos sean pequeñas. Y claro está, al aumentar h y con ello la distancia entre los puntos, el valor $Y(h)$ aumentará al ser teóricamente mayor la diferencia observada entre puntos situados a distancias espaciales mayores, hasta llegar a una distancia h a partir de la cual $Y(h)$ se mantenga más o menos estable, es decir, hasta que el valor de semivarianza no cambia ya en el espacio (momento en el que podemos pensar que prácticamente desaparece la relación entre los valores de los distintos puntos muestrales en función de la distancia).

Para interpretar y poder aplicar la información del semivariograma en un proceso de interpolación, éste ha de ajustarse a una función o modelo teórico que nos proporciona unos parámetros con los que describir la variación espacial de la variable, parámetros que después van ser utilizados por el proceso de cálculo mediante kriging.

Ese modelo o semivariograma teórico es generalmente un semivariograma esférico, aunque existen otros procedimientos de cálculo, que se define por:

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \left\{ \frac{3h}{2a} - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right\} \text{ cuando } 0 < h < a$$

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \text{ cuando } h > a,$$

La representación gráfica del semivariograma, colocando h en abscisas y $Y(h)$ en ordenadas, nos proporciona un resumen de cuál es la estructura espacial de la variable que pretendemos cartografiar. Una información que nos puede servir como referencia a la hora de modificar los parámetros de cálculo de la interpolación basada en métodos de kriging en nuestro SIG.

Y es ese modelo teórico el utilizado para determinar los pesos λ_i necesarios para la interpolación mediante kriging. De forma que el valor estimado de un lugar viene dado por.

$$Z(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot Z(x_i)$$

Siendo λ_i el peso desconocido que tenemos que calcular para cada valor observado y $Z(x_i)$ el valor observado en un lugar

Existen diversos tipos de kriging: ordinario, simple, universal y Cokriging. La diferencia entre estos métodos radica en la forma en que se calculan los pesos de λ_i a partir del semivariograma teórico mediante la resolución de sistemas de ecuaciones basadas en matrices. No entraremos obviamente en cómo es este proceso de cálculo, sino que la elección de un tipo u otro de kriging en el presente trabajo ha venido dada por parámetros finales y el valor del RMSE que haya presentado la cartografía final.

REFERENCIAS

- Alexandersson, A. 1986. A Homogeneity Test Applied to Precipitation Data. *International Journal of Climatology*, 6, 661-675.
- Beguiría, S., Serrano, R. (2012): Filling gaps in daily precipitation series. *Journal of Climate*. En revisión.
- Borrough, PA y McDonnell, RA (1998). Principles of Geographical Information Systems. Oxford University Press.
- Daly, C., Gibson, W.P., Taylor, G.H., Johnson, G.L. y Pasteris, P., (2002). A knowledge-based approach to the statistical mapping of climate. *Climate Research*, 22, pp. 99-113.
- Dracup, J.A., Lee, K. y Paulson, E.G., (1980): On the definition of droughts. *Water Resources Research*. 16, pp. 297-302.
- Guttman, N.B., (1998). Comparing the Palmer drought index and the Standardized Precipitation Index. *Journal of the American Water Resources Association*, 34, pp. 113- 121.
- Heim, R.R., (2002). A review of twentieth-century drought indices used in the United States. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 83, pp. 1149-1165.
- López-Martín, F, Cabrera, M, Cuadrat, JM, Saz, MA, Vicente, SM (2007). *Atlas Climático de Aragón*. Departamento de Medio Ambiente. Gobierno de Aragón. Zaragoza. pp 222.
- López-Moreno, J.I. y Vicente-Serrano, S.M., (2008). Extreme phases of the wintertime North Atlantic Oscillation and drought occurrence over Europe: a multi-temporal-scale approach. *Journal of Climate* 21 pp 1220-1243
- McKee, T.B.N., J. Doesken, and J. Kleist, (1993): The relationship of drought frequency and duration to time scales. *Eight Conf. On Applied Climatology*. Anaheim, CA, Amer. Meteor. Soc. 179-184.
- Ninyerola, M, Pons, X y Roure, JM. 2000. A methodological approach of climatological modelling of air temperature and precipitation through GIS techniques. *International Journal of Climatology*, 20, pp. 1823-1841.
- Ninyerola, M., Pons, X. y Roure, J.M. (2007). Monthly precipitation mapping of the Iberian Peninsula using spatial interpolation tools implemented in a Geographic Information System. *Theoretical and Applied Climatology*, 89, pp. 195-209.
- Prudhomme, C y Reed, DW. (1999). Relationships between extreme daily precipitation and topography in a mountainous region: a case study in Scotland. *Internacional Journal of Climatology*, 19, pp. 1337-1453.
- Redmond, K.T., (2002). The depiction of drought. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 83, pp. 1143-1147.
- Štípanek, P. 2003. AnClim – software for time series (for Windows 95/NT). Departamento de Geografía. Universidad de Breso (República Checa). <http://www.climahom.eu/AnClim.html>
- Vicente Serrano, S.M. y Saz, M.A., (2002). Cartografía de precipitaciones y temperaturas en el valle medio del Ebro mediante la utilización de diferentes técnicas estadísticas. *Geographicalia*, 42, pp. 73-92.
- Vicente, SM, Saz, MA y Cuadrat, JM, (2003). Comparative analysis of interpolation methods in the middle Ebro valley (Spain): application to annual precipitation and temperature. *Climate Research* 24, p 161-180.
- Vicente-Serrano, S.M., (2006). Spatial and temporal analysis of droughts in the Iberian Peninsula (1910-2000). *Hydrological Sciences Journal*, 51, pp. 83-97.
- World Meteorological Organization (2003). *Fourth seminar for homogeneization and quality control in climatological databases*. WCDMP, 56. Ginebra.

ANEXO: LISTADOS DE OBSERVATORIOS

RELACIÓN DE OBSERVATORIOS PROCEDENTES DE LA AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA (I)

NOMBRE	ALTITUD	C_X	C_Y	Indicativo	NOMBRE	ALTITUD	C_X	C_Y
ABABUJ	1368	686597	4491216	9899A	ARGUIS (DGA)	1039	711025	4688041
ABANTO	922	609250	4554948	9543A	ARIÑO (D.G.A.)	520	702140	4545075
ABIEGO	539	742104	4667396	9350A	ARIZA P F E	700	579125	4574114
AGUARON P F E	830	640960	4577087	9453I	ASO DE SOBREMORTE	1240	716002	4723331
AGUAVIVA (D.G.A.)	565	735942	4522467	9392	ATEA	842	621590	4557549
AGUERO	696	681538	4691629	9367B	ATECA (DGA)	608	601413	4576827
AGUILAR DE ALFAMBRA	1302	686254	4495527	9478	AYERBE	582	690579	4682485
AGUILON	678	663484	4573486	9478A	AYERBE (COMARCAL)	585	690990	4683361
AINSA (COMARCAL)	530	758733	4700915	9521	AZAILA	273	709878	4574246
AINZON (COMARCAL)	455	622987	4629853	9519T	AZUARA (DGA)	581	678622	4569275
AISA RIOSETA	1460	703016	4738500	9210E	BAILO 'PUENTE LA REINA'	595	680587	4714169
AISA DE JACA	1040	694779	4728105	9911F	BALLOBAR (DGA)	178	765711	4612644
ALACON (D.G.A.)	650	693646	4543673	9380	BAÑON	1141	651129	4522498
ALBALATE ARZOBISPO (D.G.A.)	340	708846	4554955	9866E	BARBASTRO (BRILLEN)	355	757833	4655413
ALBARRACIN (HUERTO DE LOS FRA-ILES)	1182	631831	4474316	9866	BARBASTRO (COMARCAL)	338	759232	4658707
ALBARRACIN 'COMARCAL'	1130	632326	4475682	9861U	BARCABO (D.G.A.)	720	753092	4680909
ALBARRACIN P F E	1350	631108	4475229	9927	BECEITE	560	768514	4524814
ALBELDA EL SALADAR	361	786929	4639599	9520B	BELCHITE (DGA)	442	688965	4574567
ALCALA DE GURREA SAN PEDRO	425	686582	4666296	9998J	BELLO (DGA)	1006	626893	4531326
ALCALA DE LA SELVA	1404	693458	4471641	9878	BELVER CINCA-JULIA	340	768961	4629167
ALCALA DE LA SELVA (SOLANO DE LA VEGA)	1400	695385	4470148	9756	BENABARRE (COMARCAL)	740	787838	4668342
ALCAÑIZ (COMARCAL AUTOMATICA)	320	740531	4549229	9874	BERBEGAL	480	748009	4649781
ALCAÑIZ (COMARCAL)	320	740531	4549229	9874A	BERBEGAL (D.G.A.)	475	748474	4649673
ALCAÑIZ (COMARCAL)	320	740531	4549229	9470E	BERNUES	920	698504	4706137
ALCAÑIZ LA ESTANCA	346	736778	4549632	9200	BESCOS DE GARCIPOLLERA	920	704629	4722430
ALCORISA	632	720152	4529789	8356B	BEZAS (DGA)	1178	642247	4465962
ALCORISA (DGA)	662	720022	4530217	9322	BIEL	760	669964	4695012
ALDEA DE PUY DE CINCA	470	766610	4682799	9784P	BIELSA (II-GC)	990	764339	4724450
ALDEHUELA DE LIESTOS	990	609067	4546895	9782A	BIELSA (JAVIERRE)	1095	763340	4725524
ALFAMBRA (PFE-DGA)	1047	666717	4489820	9453	BIESCAS (BUBAL CHE)	1100	719700	4731106
ALHAMA DE ARAGON (DGA)	703	592616	4572084	9454A	BIESCAS (CENTRAL II)	855	719933	4723053
ALIAGA (COMARCAL)	1115	694060	4504707	9206E	BINACUA	762	688973	4712972
ALMONACID DE LA SIERRA (DGA)	600	640609	4584392	9915A	BINEFAR	283	773184	4639059
ALMONACID SIERRA COOPERATIVA	598	639986	4584164	9317A	BIOTA (D.G.A.)	480	649047	4680216
ALMUDEVAR 'GRANJA'	390	699947	4656074	9822	BOLTAÑA	643	752216	4703920
ALPARTIR	510	635133	4586509	9311C	BORJA (AYUNTAMIENTO)	440	622021	4632336
ALTORRICON	262	783768	4633695	9470I	BOTAYA	940	692972	4707062
ANDORRA (CENTRAL TERMICA)	610	720259	4541059	9443B	BOTORRITA	386	664183	4597015
ANGUES	535	735339	4666179	9815	BROTO	1005	736105	4720960
ANGUES (SILO)	530	735788	4665823	9376I	BUEÑA	1230	646399	4508118
ANIES	760	699658	4686504	9576C	BUJARALOEZ (AUTOMATICA)	357	735858	4600825
APIES	680	714192	4678133	9552O	BUJARALOEZ (PETRIS)	345	738480	4590999
ARAGUES DEL PUERTO	980	690555	4730982	9509D	BUJARALOEZ (ROZAS)	380	730948	4596189
ARAGUES DEL PUERTO (AUTOMATICA)	1120	692253	4734580	9946A	CALACEITE (D.G.A.)	490	767782	4545542
ARANDA DE MONCAYO (D.G.A.)	860	600571	4603868	9381I	CALAMOCHE (SAN ROQUE)	889	643564	4531972
ARATORES MOLINO	920	700392	4725456	9568Y	CALANDA (D.G.A.)	459	732655	4535947
ARCOS DE LAS SALINAS	1078	667030	4428741	9569A	CALANDA (D.G.A.)	459	732655	4535947
ARCUSA	869	752958	4690356	9561	CALANDA (EMBALSE)	420	733714	4531349
ARGENTE	1252	655929	4505937	9566	CALANDA (EMBALSE)	420	733714	4531349

RELACIÓN DE OBSERVATORIOS PROCEDENTES DE LA AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA (II)

Indicativo	NOMBRE	ALTITUD	C_X	C_Y	Indicativo	NOMBRE	ALTITUD	C_X
9394U	CALATAYUD AGUAS	600	613230	4576447	9541E	ESTERCUEL (D.G.A.)	825	699630
9394X	CALATAYUD (AGUAS AUTOMATICA)	600	613230	4576447	9943	FABARA	242	766815
9428E	CALATORAO COOPERATIVA	360	640147	4596230	9812E	FANLO REFUGIO DE GORIZ	2215	747014
8374	CAMARENA DE LA SIERRA (DGA)	1310	666886	4446076	9506U	FARLETE	413	707700
8359J	CAMARILLAS D.G.A.	1314	689953	4498089	9947U	FAYON DGA	200	779192
9821E	CAMPODARBE	1040	748082	4701147	9817	FISCAL	770	736557
9759E	CAMPORRELS (DGA)	628	791929	4651699	9436U	FONFRIA 'D.G.A.'	1262	661005
9828U	CAMPORROTUNO	560	760596	4692705	8458E	FORMICHE ALTO (DGA)	1190	680019
9578B	CANDASNOS (D.G.A.)	279	755915	4599378	9565Z	FOZ DE CALANDA-ENDESA	550	731680
9578A	CANDASNOS(2)	280	755489	4598962	9924B	FRAGA (COMARCAL)	170	780101
9198E	CANFRANC (CENTRAL I.P.)	1075	702751	4734355	9814E	FRAJEN	1113	734507
9198A	CANFRANC (G.C.)	1160	703237	4735635	8350A	FRIAS DE ALBARRACIN D.G.A.	1462	617576
9198	CANFRANC LOS ARA/ONES	1160	703136	4735971	9336L	FUENDEJALON (D.G.A.)	455	627162
9204	CANIAS	855	696060	4719065	9503U	FUENTES DE EBRO	195	697480
9564I	CANTAVIEJA (D.G.A.)	1305	719920	4489284	9939A	FUENTESPALDA (DGA)	720	758868
9423A	CARIÑENA (COMARCAL 2)	595	648084	4577815	9567	GALLIPUEN (EMBALSE)	680	717873
9574X	CASPE (COMARCAL - AUTOMATICA)	190	748397	4568760	9789A	GISTAIN	1422	773472
9574A	CASPE (COMARCAL)	190	748397	4568760	9907I	GRAÑEN MONTE SODETO	365	727764
9573	CASPE-AYUNTAMIENTO	145	748097	4569336	9906E	GRAÑEN MONTESUSIN	350	716084
9574	CASPE-AYUNTAMIENTO	145	748097	4569336	9903O	GRAÑEN (COMARCAL)	325	718591
9553E	CASPE-FORCABALLES	175	744166	4569790	9850A	GRAUS (RESIDENCIA)	480	775349
9388E	CASTEJON DE TORNOS (D.G.A.)	1080	632654	4540096	8346	GRIEGOS	1601	609176
9869E	CASTEJON DEL PUENTE	382	761890	4650341	8346A	GRIEGOS D.G.A.	1601	609180
9869F	CASTEJON DEL PUENTE (2)	345	761845	4650309	8345	GUADALAVIAR	1519	609003
9561I	CASTELLOTE (D.G.A.)	680	725508	4519332	9480O	GURREA DE GALLEGO SAN PEDRO	390	686559
9201	CASTIELLO DE JACA	885	700794	4722566	9489U	GURREA DE GALLEGO D.G.A.	338	685597
9245A	CASTIUSCAR D.G.A.	465	641819	4693057	9207	HECHO	855	684263
8458A	CEDRILLAS (AYUNTAMIENTO DGA)	1347	681965	4478450	9518A	HERRERA DE LOS NAVARROS (D.G.A.)	865	660468
9372	CELLA	1023	644930	4479802	9546A	HUJAR (COOPERATIVA) DGA	300	714579
9839T	CERLER (REFUGIO MILITAR)	1600	790711	4720840	9463	HOSTAL DE IPIES	780	713861
9354	CETINA	680	586710	4571825	9901L	HUERRIOS	484	710127
9940F	CRETAS (D.G.A.)	557	770333	4535968	9864	HUERTA DE VERO	465	749227
9359	CUBEL (CASAS ALTAS)	1108	614381	4550430	9901J	HUESCA (CENTRO MUN. DEPORTES)	463	715376
9437	CUCALON	1034	649818	4549990	9901G	HUESCA (POLITECNICA)	450	710960
9537	CUEVA FORADADA (EMBALSE)	580	693928	4540101	9901K	HUESCA (SAN JORGE)	468	713207
9390	DAROCA OBSERVATORIO	779	633428	4552789	9898	HUESCA MONFLORITE	541	721151
9321B	EJEA DE LOS CABALLEROS (COMARCAL)	321	653893	4665107	9901B	HUESCA OBRAS PUBLICAS	475	712184
9567U	EJULVE (D.G.A.)	1095	705449	4516865	9408O	ILLUECA (D.G.A.)	581	613978
9331F	EL BAYO	360	643319	4672228	8376B	JABALOYAS (D.G.A.)	1350	635600
9804	EL PUEYO DE ARAGUAS	699	760049	4703683	9202	JACA	800	700921
9807	EL PUEYO DE ARAGUAS	699	760049	4703683	9201K	JACA (E.M. MONTANA)	820	701276
9452	EL PUEYO DE JACA	1091	720535	4734189	9203U	JACA ESC CAP AGRIC	700	693747
9875	EL TORMILLO-TERREU	400	749582	4637791	9556F	JARQUE DE LA VAL (D.G.A.)	1268	685750
9907K	EL TORROLLON (EMBALSE)	378	726878	4644627	9548	JATIEL	209	718951
9209	EMBUN	780	686515	4722043	9818E	JAVIERRE DE ARA	738	740800
9432B	EPILA (D.G.A.)	320	643191	4606441	9470K	JAVIERRELATRE	709	702759
9840	ERISTE (CENTRAL)	1100	786478	4721034	9576	LA ALMOLDA	491	732527
9920E	ESPLUS RAFALES 34	234	773776	4628424	9425C	LA ALMUNIA (LA REDONDA)	398	636634
9205B	ESPOSA	980	695064	4726106	9427B	LA ALMUNIA EITA (COMARCAL)	370	635002

RELACIÓN DE OBSERVATORIOS PROCEDENTES DE LA AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA (III)

Indicativo	NOMBRE	ALTITUD	C_X	C_Y	Indicativo	NOMBRE	ALTITUD	C_X
9940B	LA FRESNEDA (D.G.A.)	583	758961	4535652	9465Q	MOLINO DE VILLOBAS (D.G.A.)	822	723295
9567I	LA MATA DE LOS OLMOS	900	708509	4526487	9507	MONEGRILLO	432	715180
9432H	LA MUELA (D.G.A.)	620	657535	4602976	9507A	MONEGRILLO (2)	418	715165
9491U	LA PAUL	430	683020	4650338	9874U	MONESMA	300	753905
9474	LA PEÑA (EMBALSE)	589	686091	4695206	9515	MONEVA-EMBALSE	650	681645
9547	LA PUEBLA DE HIJAR	245	714909	4566275	9349A	MONREAL DE ARIZA (GRANJA)	765	574966
9489	LA SOTONERA (EMBALSE)	413	692654	4664422	9379A	MONREAL DEL CAMPO (D.G.A.)	930	639074
9366	LA TRANQUERA (EMBALSE)	660	601574	4568594	9938I	MONROYO	857	750339
9806E	LABUERDA	569	757999	4695390	9531X	MONTALBAN 'AUTOMATICA'	885	686217
9855E	LAGUARRES	600	786265	4678166	9531C	MONTALBAN 'DGA'	885	686217
9907	LANAJA	369	721648	4628129	9360	MONTERDE P F E	820	606255
9908	LANAJA	369	721648	4628129	9872C	MONZON (COMARCAL)	265	764036
9908X	LANAJA (DGA AUTOMATICA)	380	721781	4628319	9872I	MONZON (ICONA)	243	762982
9908A	LANAJA (DGA)	380	721781	4628319	9871B	MONZON SILO	280	765000
9395F	LANGA DEL CASTILLO (D.G.A.)	880	634040	4563937	8466B	MORA DE RUBIELOS D.G.A.	1040	691697
9997U	LAS CUERLAS (GASOLINERA)	1025	619471	4538790	9405E	MORATA DE JALON	460	626905
9851	LAS PAULES (DGA)	1440	795758	4708474	8486A	MOSQUERUELA (D.G.A.)	1510	716227
9442	LAS TORCAS-EMBALSE	700	660038	4573595	9443A	MUEL (D.G.A.)	430	659432
9855	LASCUARRE (DGA)	647	790437	4677842	9513B	MUNIESA 'COMARCAL'	800	684574
9893E	LASTANOSA-LASESA	410	743426	4638226	9476U	MURILLO DE GALLEGO	510	685211
9824I	LATORRECILLA	666	753893	4699317	9832A	NAVAL (D.G.A.)	590	760318
9520	LECERA	530	692221	4564097	9414	NIGUELLA	482	623066
9495F	LECINENA	415	698550	4630259	9889	NOCITO	931	726130
9495G	LECINENA (D.G.A.)	405	698090	4630154	8347E	NOGUERA DE ALBARRACIN (D.G.A.)	1449	618919
9813	LINAS DE BROTO	1333	732125	4722617	8471	NOGUERUELAS CUEVAS LABRADAS	950	704441
9477	LINAS DE MARCUELLO	745	689844	4687590	9943I	NONASPE	170	772147
9485	LOARRE	790	695842	4687755	9314E	NOVILLAS (D.G.A.)	247	632838
9426A	LONGARES (2)	530	652629	4585068	9900	NUENO	726	711352
9826	LOS MOLINOS	800	763628	4704651	9999	ODON	1110	620133
9222I	LOS PINTANOS	809	662420	4710449	9377	OJOS NEGROS	1196	626570
9487	LOSCORRALES ARTASONA	469	699660	4675977	9379A	OJOS NEGROS (DGA)	1182	626399
9516E	LOSCOS	1000	664460	4549780	9377A	OJOS NEGROS (DGA)	1182	626399
9386A	LUCO DE JILOCA (DGA)	838	642523	4538584	9911	ONTIÑENA	215	756902
9316A	LUESIA (D.G.A.)	800	662743	4692649	3009E	ORIHUELA DEL TREMEDAL	1450	614383
9324B	LUNA (D.G.A.)	470	670677	4670338	9509	OSERA DE EBRO	172	701911
9323A	LUNA (LUNA)	460	664869	4672267	9910	PALLARUELO DE MONEGROS	356	732032
9483A	LUPINEN LLORO	469	699783	4671628	9532	PALOMAR DE ARROYOS	1206	689782
9942A	MAELLA (D.G.A.)	280	763709	4557285	9382E	PANCRUDO (D.G.A.)	1285	666121
9407E	MAIDEVERA (EMBALSE)	742	603290	4603259	9421	PANIZA	681	649698
9440E	MAINAR	866	642286	4561563	9451A	PANTICOSA (REFUGIO CASA DE PIEDRA)	1660	726275
9399	MALANQUILLA	1050	593735	4602357	9885	PANZANO	650	733600
9315E	MALLEN (D.G.A.)	295	631811	4639483	9784E	PARZAN	1050	762849
8463E	MANZANERA (DGA)	1030	682472	4434958	9336U	PEDROLA	240	648256
8463A	MANZANERA P F E	994	685113	4436565	9338I	PEDROLA (OPEL)	259	650958
9481	MARRACOS	400	684091	4662280	9932	PENA (EMBALSE)	620	764447
9561A	MAS DE LAS MATAS (COMARCAL)	500	732288	4523802	8363A	PERALES DE ALFABRA (D.G.A.)	1162	668812
9829	MEDIANO (EMBALSE)	504	763901	4690142	9870D	PERALTA (CALASANZ DGA)	743	779513
9579	MEQUINENZA	321	772251	4589814	9497	PERDIGUERA	473	696726
9395I	MIEDES (DGA)	800	626777	4568959	9888I	PERTUSA	400	738897

RELACIÓN DE OBSERVATORIOS PROCEDENTES DE LA AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA (IV)

Indicativo	NOMBRE	ALTITUD	C_X	C_Y	Indicativo	NOMBRE	ALTITUD	C_X
9888G	PERTUSA D.G.A.	390	738151	4654384	8463P	SARRION COMARCAL	900	686780
9510B	PINA DE EBRO (D.G.A.)	160	706336	4596369	9815I	SARVISE	863	736795
9510A	PINA DE EBRO P F E	161	706293	4596245	9521R	SASTAGO LA Balsa	342	726741
9782	PINETA (PRESA)	1150	762455	4725398	9522	SASTAGO CENTRAL ELECTRICA	153	720361
9514I	PLENAS (D.G.A.)	840	670337	4553093	9404H	SAVIÑAN (DGA)	445	619537
8355	POZONDON D.G.A.	1410	629414	4491331	9856D	SECASTILLA (COVISA)	600	771228
9378	POZUEL DEL CAMPO	1128	625961	4514591	9843	SEIRA	815	782199
9336O	POZUELO DE ARAGON	420	631410	4624943	9874V	SELGUA SILO	290	760324
9337A	PRADILLA DE EBRO	228	644107	4635648	9853	SERRADUY (DGA)	775	794235
9479E	PUENDELUNA	420	685253	4669687	9791	SERVETO	1306	770319
9755A	PUENTE DE MONTAÑANA (D.G.A.)	535	805350	4673126	9891	SESA	437	728014
8487	PUERTOMINGALVO (D.G.A.)	1458	715801	4460491	9841	SESUE CENTRAL	930	784803
9756I	PURROY DE LA SOLANA	750	779849	4660358	9823	SIESTE	716	752462
9510G	QUINTO DE EBRO 'COMARCAL'	205	708690	4589615	9889O	SIETAMO (D.G.A.)	560	724852
9862	RADIQUERO	625	747411	4673417	9220	SIGUES	495	662707
9338A	REMOLINOS (DGA)	225	651241	4633173	9244X	SOS DEL REY CATOLICO (AUTOMATICA)	630	646738
9416A	RICLA	377	632728	4596090	9244A	SOS DEL REY CATOLICO (COMARCAL)	630	646738
9905A	ROBRES (CHE)	393	711607	4639402	9914E	TAMARITE DE LITERA	318	781047
3010	RODENAS	1370	625505	4499963	9914D	TAMARITE DE LITERA (COMARCAL)	355	784213
8470	RUBIELOS DE MORA	949	699658	4451437	9918X	TAMARITE DE LITERA (LA MELUSA - AUTOMATICA)	218	780769
8470A	RUBIELOS DE MORA (DGA)	950	699595	4452021	9918	TAMARITE DE LITERA (LA MELUSA)	218	780770
9460	SABIÑANIGO	790	717122	4710830	9306B	TARAZONA (CASA BLANCA)	1140	597994
9460X	SABIÑANIGO (AUTOMATICA)	790	717122	4710830	9299C	TARAZONA (COMARCAL)	475	605967
9330	SADABA	442	642292	4683254	9903B	TARDIENTA (DGA)	382	704658
9864I	SALAS BAJAS (COVISA)	450	755170	4664706	9336C	TAUSTE	290	646461
9447	SALLENT DE GALLEGO (LANUZA CHE)	1300	719976	4736735	8368U	TERUEL	900	659426
9446	SALLENT DE GALLEGO	1285	718417	4739248	9828	TIERRANTONA (DGA)	635	769278
9446E	SALLENT DE GALLEGO LA SARRA	1460	718562	4741136	9417I	TOBED (RIO GRIO)	630	633923
9219I	SALVATIERRA DE ESCA	580	662259	4726093	8206	TORIL	1490	628596
9546E	SAMPER DE CALANDA (DGA)	279	719367	4562981	9814	TORLA	1053	736904
8473	SAN AGUSTIN	959	697197	4436869	9814A	TORLA (AUTOMATICA)	1020	736908
8356U	SAN BLAS	920	654574	4469197	8376C	TORMON	1051	640031
9913	SAN ESTEBAN DE LITERA	471	776499	4644686	9998	TORNOS	1018	631680
9820E	SAN FELICES	812	744370	4704567	9358G	TORRALBA DE LOS FRAILES	1090	612523
9908O	SAN JUAN DE FLUMEN	282	730800	4626011	9999E	TORRALBA DE LOS SISONES	1040	629856
9787	SAN JUAN DE PLAN	1124	774394	4720577	9571	TORREVELILLA	611	743405
9896	SAN JULIAN DE BANZO	720	718310	4678538	8462	TORRIJAS	1359	674542
9307A	SAN MARTIN DEL MONCAYO (D.G.A.)	816	600216	4632520	8348	TRAMACASTILLA C H JUCAR	1254	621189
9497I	SAN MATEO DE GALLEGO II	285	685708	4633802	9829D	TRILLO	690	768902
9335K	SANCHO ABARCA (D.G.A.)	290	643338	4649765	9329	UNCASTILLO	601	653680
9902D	SANGARREN (DGA)	379	712460	4655605	9243O	URRIES	557	653637
9761	SANTA ANA (EMBALSE)	390	796907	4642975	9997E	USED	1043	621156
9206	SANTA CRUZ DE LA SEROS	820	690755	4710427	9530V	UTRILLAS (D.G.A.)	960	681326
9374U	SANTA EULALIA DEL CAMPO 'COMARCAL'	1000	642267	4492182	9573C	VALDEALGORFA (DGA)	480	749628
9818I	SANTA OLARIA DE ARA	740	741263	4707084	9935X	VALDERROBRES (COMARCAL - AUTOMATICA)	482	765243
9792	SARAVILLO	1000	767449	4716567	9935A	VALDERROBRES (COMARCAL)	482	765243
9894X	SARIÑENA (COMARCAL - AUTOMATICA)	300	736003	4631616	9501F	VALMADRID (DGA)	535	676735
9894B	SARIÑENA (COMARCAL)	300	736003	4631616	9325A	VALPALMAS (COOPERATIVA)	480	677335
8463O	SARRION	981	686070	4445844	9199B	VILLANUA	973	701737

RELACIÓN DE OBSERVATORIOS PROCEDENTES DE LA AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA (y V)

Indicativo	NOMBRE	ALTITUD	C_X	C_Y
9442F	VILLANUEVA DE HUERVA (D.G.A.)	560	664080	4580072
9910G	VILLANUEVA DE SIGENA (LASESA)	258	743775	4626627
8347	VILLAR DEL COBO	1419	612752	4473079
9558T	VILLARLUENGO (D.G.A.)	1100	708777	4502822
9401A	VILLARROYA DE LA SIERRA (D.G.A.)	740	601140	4591321
9554A	VILLARROYA DE LOS PINARES (D.G.A.)	1320	697435	4489088
8370H	VILLET (D.G.A.)	838	654078	4455398
9520C	VINACEITE (D.G.A.)	298	702994	4571489
8362G	VISIEDO D.G.A.	1185	661094	4506047
9461	YEBRA DE BASA	910	723489	4707480
9455	YESERO	1132	725274	4722206
9443U	ZARAGOZA BOTANICO	221	675269	4611380
9434	ZARAGOZA (AEROPUERTO)	247	665850	4614242
9443R	ZARAGOZA (ARGUALAS)	250	673804	4610696
9443V	ZARAGOZA (CANAL)	258	676518	4611441
9498G	ZARAGOZA (EL ZORONGO-D.G.A.)	262	677239	4625347
9434N	ZARAGOZA (RANILLAS)	198	675528	4614996
9499	ZARAGOZA AULA DEI	225	682094	4621641
9496B	ZUERA	287	683644	4637761
9495U	ZUERA ASPASA	285	685574	4638058
9495	ZUERA EL VEDADO	298	694762	4638705
9496	ZUERA (CASA PEREZ)	387	680461	4646816

RELACIÓN DE OBSERVATORIOS PROCEDENTES DE LA OFICINA DEL REGANTE (GOBIERNO DE ARAGÓN)

Indicativo-Nombre	C_X	C_Y	Indicativo-Nombre	C_X	C_Y
Alcolea de Cinca	260255	4622391	Monreal del Campo	638863	4516782
Alfántega	263143	4634732	Montañana	680986	4617061
Almonacid de la Sierra	640218	4584137	Monte Julia	269395	4627229
Banastón	266982	4698892	Osera de Ebro	701901	4600972
Barbastro	261934	4657642	Pastriz	684806	4609768
Belchite	687992	4575170	Puig Moreno	730977	4554413
Borja	621901	4632517	Quinto	709054	4588838
Calanda	732832	4535982	Sádaba	642452	4682464
Calatayud	613178	4578974	San Esteban de Litera	278193	4642591
Candasnos	254967	4598851	Santa Cilia de Jaca	687880	4714370
Caspe	747731	4568948	Santa Engracia (Tauste)	638741	4644631
Daroca	633160	4552772	Sariñena	736206	4630609
Ejea de los Caballeros	653944	4665801	Selgua	261080	4645980
El Bayo	643387	4672284	Sodeto	727843	4641369
Épila	642951	4606929	Tamarite de Litera	286045	4638221
Fabara	262373	4562461	Tarazona	605721	4639767
Fraga	278801	4600148	Tardienta	703893	4650413
Grañén	718089	4646457	Tauste	644664	4642495
Gurrea de Gállego	685300	4653681	Teruel	660784	4467671
Hijar	713813	4561397	Torres de Berrellén	660754	4624689
Huerto	734914	4646096	Valfarta	739016	4604661
Huesca	714125	4668582	Villarquemado	646750	4486855
Lanaja	721951	4627847	Zaidín	272176	4609429
Luna	670835	4670333	Zuera	683559	4637617

RELACIÓN DE OBSERVATORIOS PROCEDENTES DE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

INDICATIVO	ALTITUD	C_X	C_Y	INDICATIVO	ALTITUD	C_X	C_Y	INDICATIVO	ALTITUD	C_X	C_Y
A005	302,3	611264	4688981	E061	240,6	818591	4640765	P076	1650	701528	4740679
A014	260,1	713736	4561466	E063	1785	816431	4722173	P077	407	596477	4703602
A027	25	797063	4524207	E065	1435,9	808585	4721093	P078	693	612611	4761225
A030	584	722308	4513415	E074	648,5	562666	4752085	P083	1148	574011	4638404
A055	635,8	618695	4567865	E274	737,7	714819,4	4705754	P084	855	605580	4626370
A056	756	594330	4560767	E282	322	573757,5	4696642	P087	1280	589133	4544859
A058	892,5	555582	4561001	E283	825,4	570275,9	4586581	P088	1095	612669	4543798
A067	465	613878	4749813	E285	326,8	698053,1	4572488	P091	1511	715394	4739399
A068	390	599223	4742854	EM07	820	568650,9	4581462	P092	1238	722723	4734128
A069	377,6	599073	4738504	EM08	779	603283	4603157	P093	1068	731406	4697631
A085	481	585648	4735474	EM12	685	600974,3	4568742	P096	1107	708167	4504285
A086	494	610830	4717489	EM17	540,5	694243,7	4540225	P097	825	730217	4499947
A094	245	734430	4627005	EM18	574	726400	4517719	P098	1358	697792	4489347
A126	610	600483	4575511	EM20	695,5	717939,9	4528321	P100	485	734245	4657115
A129	695	602517	4562678	EM22	442	734812	4533479	P103	1752	795977	4732308
A137	824	808017	4701188	EM25	629,6	621178,4	4758981	P104	845	735060	4708967
A139	540	581895	4658733	EM30	476,9	586597,4	4728842	P114	1178	725616	4722068
A143	1180	817831	4735231	EM35	1189	719694	4731125	P115	1026	713066	4719765
A150	480	588006	4733522	EM40	1280	720055	4736771	PZ61	1109	590141	4609134
A159	455	615823	4745511	EM41	739	724403	4679989	R015	1327,4	584423,9	4756284
A163	40	799507	4565753	EM43	187,3	815243,9	4556802	R021	490	557840	4696950
A191	336	713557	4651230	EM52	380	796724,8	4642906	R022	764	599528	4636355
A266	520	614448	4579261	EM71	655	600850	4636704	R023	1090	563160	4672650
A271	1040	702745	4732877	EM77	590	718181	4673334	R025	1095,3	585043,1	4666315
A287	914	590003	4599602	EM79	800	729188,9	4679467,7	R026	753,9	615388,6	4637886
A288	967	583972	4600705	EM81	401,2	711275,3	4660734	R027	700,9	624057,4	4698712
A309	1350	718217	4738864	EM82	373,1	726289,3	4644420	R032	1551	704920	4719998
A310	1300	718710	4739512	N002	2080	710350	4736147	R037	1412,8	604929,6	4599616
A324	392	604227	4741206	N003	1971	708767	4740751	R038	1302,2	579097,1	4595786
A327	378	611823	4704544	N004	2220	727389	4741555	R040	938	603450	4571600
A328	520	558722	4725951	N007	2180	799033	4730588	R043	1042	577748	4582030
A330	511	571673	4735358	N008	2600	803402	4723866	R048	1610,3	714255,6	4686535
C013	407,6	586383,9	4727712	P009	800	552400	4732050	R049	1760	718000	4725600
C022	302,9	618483,1	4652879	P010	1056,6	575962,6	4741732	R051	1460,5	696389,7	4690705
C040	171,4	694820,9	4602492	P012	800	595100	4763150	R053	581,6	732458,3	4604740
C061	386,7	725358,4	4624059	P014	1092,5	589845,9	4628937	R054	676,2	706375,1	4634698
C102	357,8	796072,6	4641265	P018	1394,5	599077,6	4619432	R055	580	722460	4655340
C127	260	619401	4656798	P019	1219,8	569230,9	4553509	R062	700	613450	4611400
C268	369	733074	4599808	P020	988,5	571455,3	4603083	R065	1540	798515,3	4702242

RELACIÓN DE OBSERVATORIOS DE AEMET UTILIZADOS PARA EL CÁLCULO DEL SPI3

INDICATIVO	NOMBRE	ALTITUD	C_X	C_Y	INDICATIVO	NOMBRE	ALTITUD	C_X	C_Y
9567E	ALCORISA	632	720152	4529789	9908	LANAJA	369	721648	4628129
8364	ALFAMBRA (PFE-DGA)	1047	666717	4489820	9477	LINAS DE MARCUELLO	745	689844	4687590
9550D	ANDORRA (CENTRAL TERMICA)	610	720259	4541059	9222I	LOS PINTANOS	809	662420	4710449
8362	ARGENTE	1252	655929	4505937	9483A	LUPIÑEN LORO	469	699783	4671628
9478	AYERBE	582	690579	4682485	9440E	MAINAR	866	642286	4561563
9521	AZAILA	273	709878	4574246	9399	MALANQUILLA	1050	593735	4602357
9878	BELVER CINCA-JULIA	340	768961	4629167	9579	MEQUINENZA	321	772251	4589814
9200	BESCOS DE GARCIPOLLERA	920	704629	4722430	9360	MONTERDE P F E	820	606255	4558852
9322	BIEL	760	669964	4695012	9405E	MORATA DE JALON	460	626905	4592222
9454A	BIESCAS (CENTRAL II)	855	719933	4723053	9532	PALOMAR DE ARROYOS	1206	689782	4516724
9822	BOLTAÑA	643	752216	4703920	9497	PERDIGUERA	473	696726	4625177
9311C	BORJA (AYUNTAMIENTO)	440	622021	4632336	9510A	PINA DE EBRO P F E	161	706293	4596245
9574	CASPE-AYUNTAMIENTO	145	748097	4569336	9416A	RICLA	377	632728	4596090
9201	CASTIELLO DE JACA	885	700794	4722566	3010	RODENAS	1370	625505	4499963
9372	CELLA	1023	644930	4479802	9460	SABIÑANIGO	790	716824	4710851
9354	CETINA	680	586710	4571825	9864I	SALAS BAJAS (COVISA)	450	755170	4664706
9437	CUCALON	1034	649818	4549990	8356U	SAN BLAS	920	654574	4469197
9537	CUEVA FORADADA (EMBALSE)	580	693928	4540101	9913	SAN ESTEBAN DE LITERA	471	776499	4644686
9390	DAROCA OBSERVATORIO	779	633428	4552789	9896	SAN JULIAN DE BANZO	720	718310	4678538
9321B	EJEA DE LOS CABALLEROS	321	653893	4665107	9761	SANTA ANA (EMBALSE)	390	796907	4642975
9331F	EL BAYO	360	643319	4672228	9894B	SARIÑENA (COMARCAL)	275	736383	4630609
9875	EL TORMILLO-TERREU	400	749582	4637791	9522	SASTAGO CENTRAL	153	720361	4577119
9817	FISCAL	770	736557	4709023	9841	SESUE CENTRAL	930	784803	4716206
9567	GALLIPUEN (EMBALSE)	680	717873	4528425	8206	TORIL	1490	628596	4456678
9463	HOSTAL DE IPIES	780	713861	4701713	9814	TORLA	1053	736904	4723613
9202	JACA	800	700921	4715839	8348	TRAMACASTILLA C H JUCAR	1254	621189	4476295
9548	JATIEL	209	718951	4566734	8347	VILLAR DEL COBO	1419	612752	4473079
9427B	LA ALMUNIA EITA (COMARCAL)	370	635002	4593510	9434	ZARAGOZA AEROPUERTO	247	665850	4614242
9489	LA SOTONERA (EMBALSE)	413	692654	4664422	9495U	ZUERA ASPASA	285	685574	4638058
9366	LA TRANQUERA (EMBALSE)	660	601574	4568594					