

El Banco Nacional de datos Climatológicos

CELIA FLORES HERRÁEZ, CESAR RODRÍGUEZ BALLESTEROS, ANA AMBRONA RODRÍGUEZ, PILAR GARCÍA VEGA, TERESA GALLEGÓ ABAROA. AEMET, MADRID.

Introducción

La función del Servicio del Banco Nacional de Datos Climatológicos (BNDC), es recoger, cuidar y suministrar la información climatológica que proporcionan las estaciones de las distintas redes de observación de AEMET.

Dicho de esta forma podría parecer que su cometido es extremadamente simple y no es así ya que debe asegurarse de disponer del soporte técnico adecuado para el almacenamiento, mantenerlo en óptimas condiciones, definir, desarrollar y controlar los métodos para registrar y validar de las observaciones climatológicas, garantizar la integridad de la información y evitar pérdidas, a la vez que suministrar los datos climatológicos y diseñar y desarrollar productos a fin de satisfacer las necesidades de los usuarios.

Actualmente el BNDC dispone de unas bases de datos con gestor ORACLE en las que almacena más de 7400 millones de datos, lo que supone la casi totalidad de información obtenida a lo largo de más de 2 siglos de observaciones.

Contenido de información

La información del siglo XIX y dos primeras décadas del XX almacenada en la Base Climatológica corresponde a datos de precipitaciones y temperaturas extremas mensuales, aunque también hay información diaria de algunas localidades.

Entre 1911 y 1919 la base de datos climatológica registra el alta de 410 nuevas estaciones de las que guarda información de precipitación diaria y meteoros, además de temperaturas máximas y mínimas diarias de muchas de ellas. Esto se debe a que en 1911 se inició la ampliación de la red de observación mediante colaboración de personal no profesional, dando lugar a un rápido incremento de observatorios y originando lo que posteriormente sería la red secundaria de observación.

Hasta 1919 solo había 2 observatorios dedicados exclusivamente a la meteorología, el Observatorio Central en el Retiro y el Observatorio de Izaña, los datos de otras localidades eran suministrados por Universidades e Institutos que disponían de personal e instrumentación propia. En ese año se reorganizó el Servicio Meteorológico y se reglamentó la observación mejorando su calidad, y ya de 1920 se registran en la Base los datos de presión, humedad, insolación, nubes, visibilidad y viento del Observatorio del Retiro de Madrid, a los que se unen los del Observatorio de la Universidad de Barcelona desde 1921, los de Sevilla desde 1923 y poco a poco los de el resto de las estaciones que fueron constituyendo la red principal de observatorios climatológicos.

Tanto las estaciones de la red principal como secundaria han sido siempre las principales fuentes de datos climatológicos, pero a la información que proporcionan hay que sumar la de las esta-

Indicativo	Nombre estación	Provincia	Num meses	Fecha inicio	Fecha final	Variable
1387B	A CORUÑA (INSTITUTO)	A CORUÑA	490	1877	1917	P,T
8178	ALBACETE (INSTITUTO)	ALBACETE	836	1865	1936	P,T
5406	ALCALA LA REAL (CHG)	JAEN	1068	1882	2009	P
8025F	ALICANTE (JARDIN DEL ASILO)	ALICANTE	242	1855	1875	P,T
8025H	ALICANTE (MAREOGRAFO)	ALICANTE	161	1880	1893	P
8025E	ALICANTE (INSTITUTO)	ALICANTE	752	1876	1938	P,T
2444B	AVILA (INSTITUTO)	AVILA	712	1881	1947	T
4478	BADAJOS (INSTITUTO)	BADAJOS	1391	1864	1984	P,T
0201E	BARCELONA (UNIVERSITAT)	BARCELONA	1039	1850	1936	P,T
1077C	BILBAO	BIZKAIA	708	1859	1920	P,T
2327	BURGOS (OBSERVATORIO)	BURGOS	1540	1862	1991	P,T
5973B	CÁDIZ (HERMANOS URRUTIA)	CADIZ	499	1839	1882	P
5973A	CADIZ (MAREOGRAFO)	CADIZ	338	1881	1926	P
5038	CAZORLA	JAEN	1243	1883	1999	P
4121C	CIUDAD REAL (INSTITUTO)	CIUDAD REAL	1111	1866	1970	P
5515A	GRANADA (UNIVERSIDAD)	GRANADA	726	1865	1939	P,T
9901F	HUESCA (INSTITUTO)	HUESCA	1069	1860	1949	P,T
5270	JAEN (INSTITUTO)	JAEN	1318	1867	1983	P,T
C447B	LAGUNA (INSTITUTO)	SANTA CRUZ D	1158	1869	2013	T
C666	LAS PALMAS	LAS PALMAS	996	1881	1980	P
2652D	LEON (INSTITUTO)	LEON	216	1865	1925	P
9771A	LLEIDA (INSTITUT)	LLEIDA	171	1881	1947	P
9148A	LOGROÑO (INSTITUTO)	LA RIOJA	508	1881	1962	P
3195Z	MADRID (ASTRONOMICO)	MADRID	739	1853	1919	P,T
3195	MADRID (RETIRO)	MADRID	1435	1893	2013	P,T
6171	MALAGA	MALAGA	1236	1878	1990	P,T
B804A	MAO (PRIETO Y CAULES)	BALEARES	732	1865	1925	P,T
7182C	MURCIA (INSTITUTO)	MURCIA	1110	1862	1955	P,T
9037	OÑA	BURGOS	1423	1882	2013	P
1690B	OURENSE (INSTITUTO)	OURENSE	690	1887	1969	T
1246	OVIEDO (UNIVERSIDAD)	ASTURIAS	1143	1851	1976	P,T
B228M	PALMA MONTESION	BALEARES	660	1862	1916	P,T
9262A	PAMPLONA INSTITUTO	NAVARRA	884	1880	1953	P,T
P	PONTEVEDRA (INSTITUTO)	PONTEVEDRA	930	1886	1985	T
9584	PUIGCERDA	GIRONA	800	1895	1974	P
4568	RIOTINTO (MINAS)	HUELVA	1242	1879	1982	P
2870D	SALAMANCA (INSTITUTO)	SALAMANCA	924	1859	1947	P,T
5972	SAN FERNANDO	CADIZ	2243	1805	2004	P,T
1024D	SAN SEBASTIAN (INSTITUTO)	GIPUZKOA	276	1878	1900	P,T
5906	SANLUCAR BARRAMEDA	CADIZ	1148	1888	2004	P
1111B	SANTANDER (MAREOGRAFO)	CANTABRIA	182	1878	1893	P
1475	SANTIAGO DE C.(UNIVERSIDAD)	A CORUÑA	1037	1859	1958	P,T
2465A	SEGOVIA (MARIANO QUINTANILLA)	SEGOVIA	1214	1881	1986	T
5787D	SEVILLA (IGLESIA ANUNCIACION)	SEVILLA	958	1865	1967	P,T
2030C	SORIA (INSTITUTO)	SORIA	945	1865	1943	P,T
C449C	STA.CRUIZ DE TENERIFE	SANTA CRUZ D	1660	1865	2013	P
6001	TARIFA	CADIZ	1364	1866	2013	P
8369B	TERUEL (INSTITUTO)	TERUEL	761	1878	1967	P,T
9980	TORTOSA (ARRABAL DE JESUS)	TARRAGONA	300	1880	1904	P,T
5156	UBEDA	JAEN	1085	1887	2003	P
8416A	VALENCIA (UNIVERSIDAD)	VALENCIA	927	1859	1937	P,T
2422C	VALLADOLID (UNIVERSIDAD)	VALLADOLID	1112	1859	1969	P,T
1496	VIGO	PONTEVEDRA	850	1894	1983	T
9443D	ZARAGOZA (FACULTAD DE CIENCIAS)	ZARAGOZA	685	1892	1949	P,T
9434V	ZARAGOZA (INSTITUTO)	ZARAGOZA	354	1858	1892	P,T
9443F	ZARAGOZA (ESCOLAPIOS)	ZARAGOZA	96	1880	1887	P

Estaciones con dato diario

ciones automáticas, que comenzaron a instalarse en década de los 80 en regiones con deficiencia de observatorios o en áreas de difícil acceso para de ampliar la densidad espacial de la información. Sin embargo muchas de ellas han sustituido a estaciones convencionales de la red secundaria que por algún motivo han dejado de ser atendidas. En la actualidad hay de más de 850 estaciones automáticas que proporcionan datos de viento, temperatura, humedad, presión, precipitación, insolación, temperaturas del suelo y subsuelo, visibilidad, y algunas incluyen el estado del tiempo y la altura de la capa de nieve. Desde el año 2009 el BNDC dispone de una Base Diezminutal donde recoge, prácticamente en tiempo real, la información diezminutal de estas estaciones.

Debido a la estrecha relación entre las variables climatológicas y su evolución temporal con los ciclos biológicos de animales y plantas, se ha considerado adecuado incluir la información fenológica en el BNDC. Para ello se ha creado una Base de Datos Fenológica que en breve estará operativa. Los trabajos se han desarrollado en colaboración con el Servicio de Aplicaciones Agrícolas e Hidrológicas, cuyo personal ha realizado una estupenda labor definiendo meticulosamente las especies y estadios a considerar y determinando las características de configuración de las estaciones. Ya se dispone de las herramientas necesarias para la gestión de la Base y la captura de los datos, pero queda pendiente el desarrollo de herramientas de explotación que irán programándose en función de las necesidades que se detecten.

En la actualidad el BNDC recoge información de 2366 estaciones pluviométricas, 1015 termométricas, 112 principales y 858 automáticas, además de la proporcionada por las estaciones de las confederaciones hidrográficas que ha comenzado a almacenarse este año.

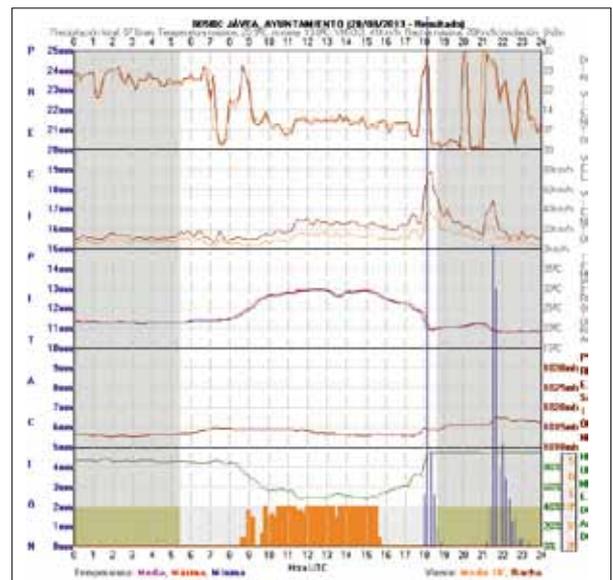
Tareas de mantenimiento

Una de las principales preocupaciones del Servicio del BNDC es la de asegurar la integridad y calidad de la información que almacena. Para ello ha desarrollado unos programas de captura de datos específicos para cada tipo de observatorio, que incorporan gran cantidad de pruebas de validez o depuraciones a fin de localizar datos erróneos e impedir su carga en la Base de Datos. Estos programas proporcionan información sobre los errores detectados para facilitar su corrección y requieren la intervención de personal debidamente cualificado. Sólo hay una excepción en cuanto a la aplicación de depuraciones de datos previa a su incorporación al sistema de almacenamiento, y es el de las de estaciones automáticas. En este caso los datos diezminutales se cargan de forma totalmente desatendida, de manera que la disponibilidad de la información sea lo más rápida posible respecto a la hora de observación. Posteriormente a su carga y de forma automática, se les somete a unas pruebas cuyos resultados permiten, al menos, hacer una grosera calificación de su fiabilidad.

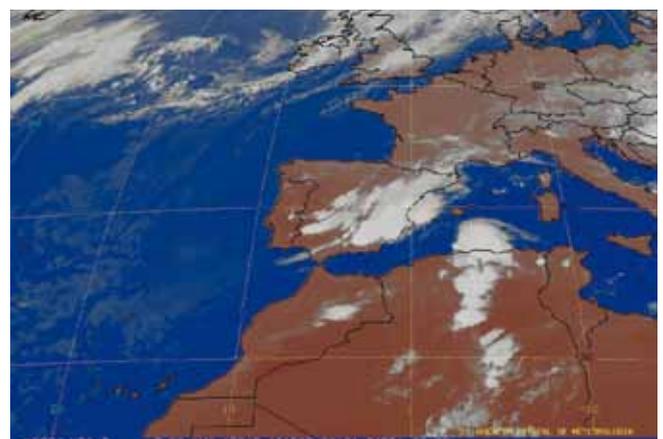
Pero no termina ahí el control sobre los datos ya que además el sistema informático del BNDC dispone de unas funcionalidades, implícitas o no en los programas de gestión de la Base de Datos Climatológica, que facilitan la localización de posibles errores, principalmente en lo que concierne a los datos de las estaciones automáticas.

Una de estas herramientas permite obtener mapas con los datos de las observaciones y por comparación de los valores en puntos próximos detectar información sospechosa. Además se generan diariamente mapas de isolíneas de distintas variables en los que es fácil localizar núcleos con valores visiblemente exagerados y frecuentemente erróneos. Para las estaciones automáticas se dispone de unos gráficos diezminutales, en los que se presenta la evolución simultánea de la temperatura, viento, precipitación, humedad, presión e insolación a lo largo del día civil o pluviométrico, de su estudio se puede determinar si el disparo en el valor en alguna de las variables se debe a algún fenómeno meteorológico o es un error. Supóngase el caso de un pico en la velocidad del viento asociado a una tormenta, lo normal es que el gráfico presente a la vez un aumento de precipitación y de humedad, un descenso de temperatura, e insolación nula, esto unido a la posibilidad de visualizar las imágenes de satélite, radar y los análisis que incluye el programa de gestión de datos permite asegurar la validez del dato con bastante acierto.

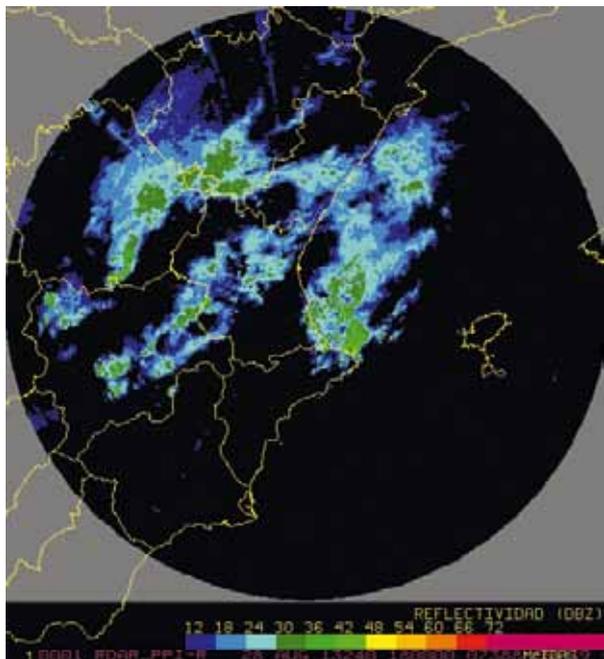
Las figuras siguientes muestran la información gráfica empleada en la verificación de las precipitaciones registradas en Javea el 28/08/2013, debida a fuertes tormentas.



Gráficos diezminutales



Satélite (infrarrojo)



Radar (reflectividad)



Imagen de rayos

Estas y otras herramientas son empleadas diariamente por el personal del BNDC y las Secciones de Climatología de las Delegaciones Territoriales para localizar y eliminar errores de los datos más recientes introducidos en la Base. Sin embargo, y a pesar de la continua vigilancia, la fuerte demanda de información en tiempo real impide realizar controles suficientes que eviten la difusión de errores en algunas ocasiones.

Para hacer frente al problema de la pérdida de información debida a fallos del sistema informático, de las comunicaciones o de los procesos de carga de datos en la Base, el BNDC efectúa todos los días un chequeo con el que verifica el funcionamiento correcto de los servidores del sistema, asegura que la capacidad de almacenamiento sea suficiente, además hace un seguimiento de las cargas de datos efectuadas el día anterior y en el caso de fallo de alguna de ellas busca y recupera la información, comprueba su validez y efectúa la carga en la Base. Para evitar las pérdidas por posibles desastres dispone de una política de Backups diarios y semanales

de los que se envían copias a las Delegaciones Territoriales de Extremadura, Andalucía y Canarias.

Suministro de información y productos

El esmero en el cuidado y control de los datos recogidos, así como la vigilancia del sistema informático y sus recursos para evitar fallos, resolver problemas y optimizar rendimiento, repercuten directamente en un mejor servicio a los usuarios.

Actualmente el BNDC ofrece información climatológica básica y elaborada a través de la WEB de AEMET, donde se pueden consultar:

- **Resúmenes de los siete días anteriores a la fecha** obtenidos a partir de los datos de las estaciones automáticas, con la información relativa a temperaturas extremas diarias, precipitación en 24 horas, viento máximo diario y racha máxima.
- **Valores normales** de distintas variables climatológicas referidas al periodo 1971-2000.
- **Valores extremos** considerados desde el año 1920 y calculados por mes o por año para un conjunto de observatorios representativos por la longitud y calidad de sus series de datos. Incluyendo:
 - **Valores extremos absolutos**, que son el máximo o el mínimo absolutos de los datos de la serie de la variable climatológica del observatorio respectivo.
 - **Valores extremos de los últimos 12 meses** con los alcanzados en los últimos 12 meses.
 - **Valores extremos del día anterior** con los datos de las variables meteorológicas registradas el día anterior que han superado los extremos absolutos de las series climatológicas correspondientes consideradas a partir de 1920, o bien que han superado los extremos de la serie climatológica del periodo 1971-2000.
- **Gráficos estacionales** que muestran la evolución de la temperatura y precipitación lo largo de una estación climatológica junto con la evolución de las normales del periodo 1971-2000. Además de los gráficos correspondientes a la estación climatológica en curso pueden consultarse los de las cuatro estaciones anteriores, de manera que siempre se pueda seguir la marcha de las variables a lo largo de los doce últimos meses.

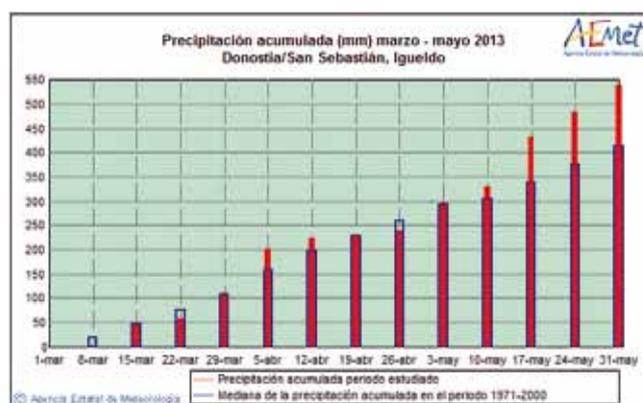


Gráfico estacional de temperatura

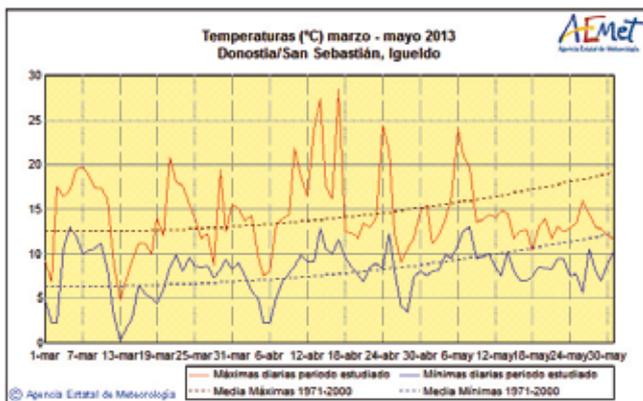


Gráfico estacional de precipitación

Aparte de los productos que aparecen en la WEB externa, el BNDC proporciona a los usuarios información más personalizada y acorde a sus necesidades, suministrando los datos necesarios para elaboración de certificados e informes y atendiendo las solicitudes que por su complejidad o volumen requieren un tratamiento especial.

Para ello dispone una aplicación de consulta muy potente, pero además ha desarrollado unos programas que facilitan la obtención de productos elaborados, como por ejemplo el de **“cálculo de periodos de retorno de los elementos climatológicos más habituales”**, que utiliza el ajuste de **Gumbel** con las series de racha máxima de viento, precipitaciones máximas diarias e intensidades máximas de precipitación, y el de la **Ley General de Valores Extremos** con las de temperaturas máximas y mínimas absolutas, máximas de las mínimas y mínimas de las máximas. De su aplicación puede obtenerse una tabla con los valores esperados de la variable considerada para unos periodos de retorno tipo, o al contrario, el periodo de retorno necesario para la verificación de un valor determinado de la variable.

La aplicación, **“Consultas automáticas”** permite definir y automatizar peticiones periódicas que proporcionen a los usuarios actualizaciones de información en intervalos fijos. Otros procesos, en continua actividad, atienden sin interrupción las necesidades de algunos organismos como Sanidad, Parques Nacionales, etc.

Durante el último año y medio se han programado una serie de productos muy útiles para la vigilancia meteorológica y que se han convertido en herramientas de trabajo habituales en las áreas de climatología e incluso predicción, entre los que se encuentran los siguientes:

- La aplicación para la **“emisión de avisos automáticos”** generados a partir de los datos de las EMAS, que tiene como objetivo avisar, de forma automática, de la superación por parte de una variable de un umbral que el mismo usuario habrá fijado previamente.
- Elaboración automática, de **“mapas de superación de umbrales por zonas”** de las últimas 12, 6 y 3 horas, que muestra el nivel de riesgo de cada zona en función de los umbrales definidos en SIGA (sistema de generación de avisos para predicción). Este programa se ejecuta cada hora utilizando los datos de las estaciones automáticas de las redes de observación de AEMET y de los de las estaciones de las confederaciones hidrográficas (SAIH).

Los mapas trazados son:

- Precipitación acumulada en 12 horas (sólo para el alcance de las últimas 12 horas)
- Precipitación máxima en 1 hora
- Precipitación en forma de nieve
- Temperatura máxima
- Temperatura mínima
- Racha de viento
- Visibilidad mínima

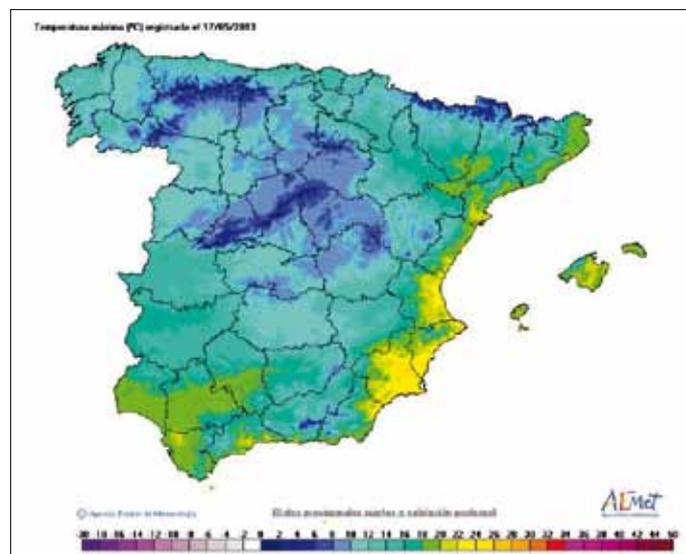
Esta información permite verificar de forma bastante inmediata los avisos previstos con anterioridad.

● Elaboración automática de **“mapas y tablas con los datos de las últimas 24, 12, 6, 3 y 1 horas”**, utilizando la información de las estaciones automáticas. Se ejecuta con periodicidad horaria y presenta los mapas y tablas siguientes para cada uno de los intervalos:

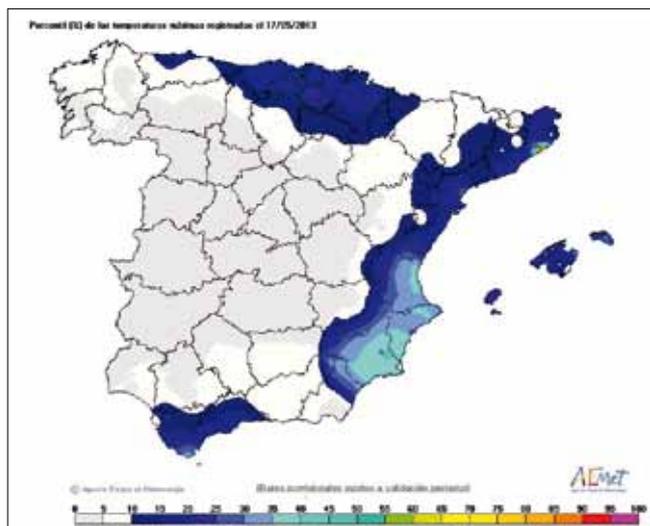
- Precipitación acumulada
- Precipitación en forma de nieve
- Temperatura máxima
- Temperatura mínima
- Racha de viento
- Visibilidad

La visualización de estos mapas proporciona, de manera cómoda y rápida, información sobre el estado del tiempo y su evolución en periodos de tiempo muy recientes, y sirve como método de rastreo de datos erróneos, ya que la aparición de núcleos aislados en estos mapas señala la posibilidad de valores anómalos de las variables representadas. El BNDC los utiliza a diario para localizar los errores y evitar su difusión en lo posible.

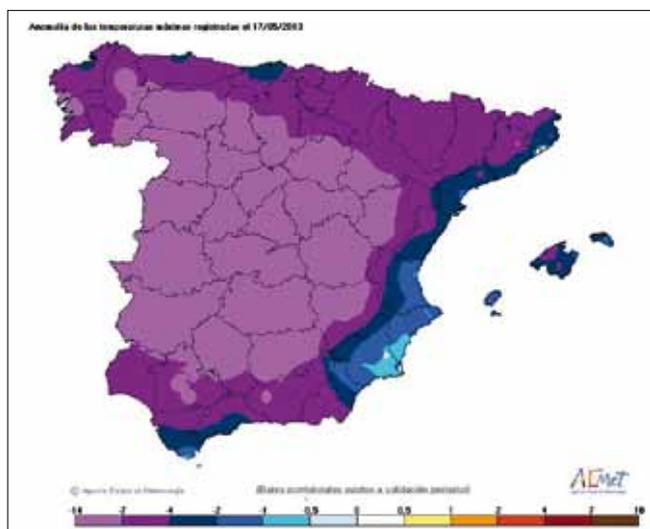
● **Mapas de temperaturas extremas, percentiles y anomalías** obtenidos a partir de los datos de las estaciones principales con series suficientemente largas. Se actualizan diariamente mediante un programa de ejecución automática y pueden consultarse los de los últimos 365 días. Para la determinación de percentiles y anomalías, los valores diarios se comparan con la serie formada por las temperaturas del día en cuestión junto con las de los quince días anteriores y posteriores, en el periodo 1971-2000.



Temperaturas máximas (°C). 17/05/2013



Percentil (%) de temperaturas máximas. 17/05/2013



Anomalia de temperaturas máximas. 17/05/2013

Las figuras anteriores muestran los resultados de la aplicación de este programa el día 17 de mayo de 2013, en el que las temperaturas fueron anormalmente bajas como puede deducirse del mapa de percentiles de temperaturas máximas, donde prácticamente toda la Península queda por debajo del percentil del 10%, siendo la anomalía de la temperatura negativa en toda la península y con valores entre -4 y -14° C en su mayor parte.

● **Mapas mensuales/estacionales** desde 1971, elaborados con los datos de las estaciones principales, que resumen de forma gráfica la situación climatológica del mes o estación consultados.

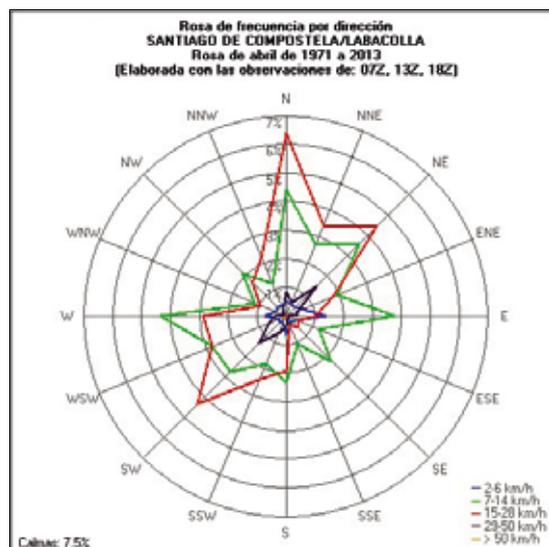
A la información gráfica de los productos anteriores se añade la posibilidad de visualización en Google Earth y de descarga de las tablas de datos.

● También hay que nombrar programa el desarrollado para la **“determinación de olas de calor o frío”**, cuyos resultados se publican en el Calendario Meteorológico, y para el que se han considerado los siguientes criterios:

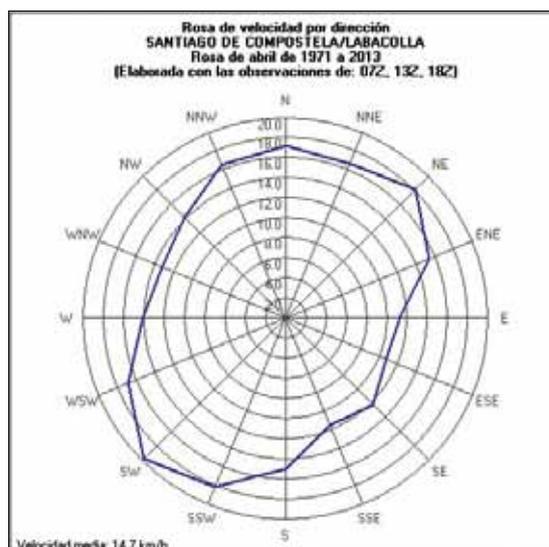
■ **‘Ola de calor’** es el episodio de al menos tres días consecutivos, en que como mínimo el 10% de las estaciones consideradas registran máximas por encima del percentil del 95% de su serie de temperaturas máximas diarias de los meses de julio y agosto del periodo 1971-2000.

■ **‘Ola de frío’** es el episodio de al menos tres días consecutivos, en que como mínimo el 10% de las estaciones consideradas registran mínimas por debajo del percentil del 5% de su serie de temperaturas mínimas diarias de los meses de enero y febrero del periodo 1971-2000.

Todavía podría hablarse de otros programas interesantes y operativos desde hace varios años, como el de **“Generación de Gráficos Estacionales”**, que permite la obtención de gráficos similares a los ofrecidos en la WEB de AEMET pero para cualquier periodo y que además incluye una opción para generar rosas de vientos de frecuencias y velocidades.



Rosa de frecuencias por dirección



Rosa de velocidades por dirección

Con estas y otras herramientas el BNDC intenta dar servicio tanto a usuarios de AEMET como externos, pero además continúa buscando métodos que mejoren la calidad de los datos que almacena y procura encontrar soluciones para atender las nuevas y las crecientes necesidades de información climatológica para distintas áreas de tecnología, investigación, comunicación, sanidad, alimentación y otras.