



# INFORME ANUAL 2017



Agencia Estatal de Meteorología



Aviso Legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha, en su caso, de la última actualización

**Edita:**

© Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente  
Agencia Estatal de Meteorología  
Madrid, 2018

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:  
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

NIPO: 014-17-007-4

Diseño, maquetación e impresión:  
Advantía, Comunicación Gráfica, S.A.  
Tel.: 91 471 71 00

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)  
C/ Leonardo Prieto Castro, 8  
28040 Madrid  
<http://www.aemet.es/>

 @Aemet\_Esp

 <https://www.facebook.com/AgenciaEstatalMeteorologia>



# INFORME ANUAL 2017



Madrid, 2018

# 1

## Índice de contenidos



|  |           |   |           |
|--|-----------|---|-----------|
| <b>p. Presentación</b>   | <b>6</b>  | 4.2.2. Foro de usuarios aeronáuticos 2017   | 23        |
| <b>1. Características climáticas</b>   | <b>8</b>  | 4.2.3. Implantación del METAR AUTO  | 24        |
| 1.1. Temperatura   | 8         | 4.2.4. Estudio de los beneficios sociales y económicos (SEB) de los pronósticos de aeródromo    | 25        |
| 1.2. Precipitación   | 10        | <b>4.3. Información para la salud y el medioambiente</b>  | <b>26</b> |
| <b>2. Logros destacados en 2017</b>  | <b>14</b> | 4.3.1. Jornada sobre el polvo atmosférico y sus impactos  | 26        |
| <b>3. Principales cifras e indicadores 2017</b>  | <b>16</b> | <b>4.4. Apoyo al transporte terrestre y marítimo</b>  | <b>28</b> |
| 3.1. Cifras clave  | 16        | 4.4.1. Vigilancia Invernal del Asfalto en carreteras: METEOVIAS                                 | 28        |
| 3.2. Indicadores   | 17        | 4.4.2. Soporte meteorológico a Final de la Copa del Mundo de Vela 2017                          | 29        |
| <b>4. Servicio público</b>   | <b>18</b> | <b>4.5. Apoyo a la defensa</b>  | <b>30</b> |
| 4.1. Apoyo a la seguridad frente a fenómenos meteorológicos adversos                                       | 18        | <b>5. Actividades clave</b>   | <b>32</b> |
| 4.1.1. Boletines de peligro de aludes  | 18        | <b>5.1. Observación e infraestructuras</b>  | <b>32</b> |
| 4.1.2. Novedades en la elaboración y difusión de avisos de fenómenos meteorológicos adversos               | 19        | 5.1.1. Adaptación del Sistema de Gestión de Calidad de las redes de observación a ISO 9001:2015 | 32        |
| 4.1.3. Información específica sobre fenómenos meteorológicos adversos para el Consejo de Seguridad Nuclear | 20        | 5.1.2. La OMM reconoce cuatro estaciones centenarias españolas                                  | 33        |
| 4.1.4. Soporte a campañas de otras instituciones de la Administración                                      | 20        | 5.1.3. Participación en la vigilancia de la criosfera global                                    | 34        |
| 4.2. El servicio a la navegación aérea   | 22        | 5.1.4. Reunión del Servicio de Información Meteorológica Mundial                                | 36        |
| 4.2.1. Obtención del certificado de calidad ISO 9001:2015  | 22        |   |           |



|  |           |   |           |
|--|-----------|---|-----------|
| <b>5.2. Predicción y vigilancia</b>  | <b>37</b> | <b>5.5. Comunicación y difusión de datos e información</b>                        | <b>52</b> |
| 5.2.1. HARMONIE-AROME, modelo operativo de AEMET   | 37        | 5.5.1. Récord de visitas a la página web en enero de 2017                         | 52        |
| 5.2.2. Calidad del aire: predicción de dos nuevos componentes químicos   | 38        | 5.5.2. Dedícale un tiempo al tiempo: taller didáctico de meteorología             | 54        |
| 5.2.3. Información sobre condiciones atmosféricas en relación con episodios de contaminación                   | 39        | <b>6. La dimensión internacional</b>  | <b>56</b> |
| <b>5.3. Investigación y desarrollo</b>   | <b>39</b> | 6.1. Participación en organismos internacionales                                  | 56        |
| 5.3.1. Avances en la modelización numérica de muy alta resolución  | 40        | 6.2. Cooperación al desarrollo  | 60        |
| 5.3.2. Colaboración con el Instituto Portugués del Mar y la Atmósfera (IPMA) en predicción numérica del tiempo | 42        | 6.3. Relaciones bilaterales y otras reuniones                                     | 62        |
| 5.3.3. Workshop sobre "Predicción probabilística de fenómenos severos"   | 43        | 6.4. Contribuciones internacionales   | 63        |
| 5.3.4. El Centro de Investigación Atmosférica de Izaña   | 43        | <b>7. Actividades de apoyo</b>  | <b>64</b> |
| 5.3.5. Mejoras en el SAF de Nowcasting   | 47        | 7.1. Formación y enseñanza  | 64        |
| <b>5.4. Servicios climáticos</b>   | <b>49</b> | 7.1.1. Curso Especialista Universitario en Meteorología AEMET-UNED                | 64        |
| 5.4.1. La Agencia participa en tres proyectos de investigación del consorcio europeo ERA4CS                    | 49        | 7.2. Gestión económica  | 64        |
| 5.4.2. Información climática   | 51        | 7.3. Gestión de recursos humanos  | 65        |
|  |           | <b>A1. Anexo 1. Publicaciones científicas y técnicas (con revisión por pares)</b> | <b>68</b> |
|  |           | <b>A2. Anexo 2. Publicaciones del catálogo de AEMET</b>                           | <b>72</b> |

# P

## Presentación

La Agencia Estatal de Meteorología, AEMET, es un organismo público de los regulados en la Ley 28/2006, de 18 de julio, de agencias estatales para la mejora de los servicios públicos, adscrita al Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, a través de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente. Tiene su sede en Madrid y está presente en las 17 comunidades autónomas del Estado español.

AEMET, como Servicio Meteorológico Nacional, tiene como misión “el desarrollo, implantación, y prestación de los servicios meteorológicos de competencia del Estado y el apoyo al ejercicio de otras políticas públicas y actividades privadas, contribuyendo a la seguridad de personas y bienes, y al bienestar y desarrollo sostenible de la sociedad española”.

Para suministrar estos servicios con un alto nivel de calidad y que satisfagan las necesidades de sus usuarios, AEMET, al igual que todos los servicios meteorológicos nacionales, debe desarrollar, mantener y mejorar una infraestructura tecnológica y científica altamente especializada y dotarse de personal experto capaz de gestionar y operar los diferentes procesos.

El espectro de actividades que desarrolla AEMET es amplio y abarca desde el despliegue y mantenimiento de las distintas redes de observación, la recogida, proceso y almacenamiento de datos climáticos, el desarrollo de modelos numéricos de predicción, la predicción del tiempo, hasta el desarrollo de servicios climáticos, destacando la elaboración de proyecciones climáticas y de índices para la vigilancia del clima. Además, dedica importantes recursos al fomento de la divulgación de la meteorología y el clima en la sociedad.



Con objeto de que la prestación de los servicios sea sostenible y a su vez se adapte a las cambiantes necesidades de sus usuarios, AEMET dispone de un plan estratégico 2016-18 basado en los siguientes principios:

- Un servicio con altos niveles de calidad, orientado al ciudadano y a entidades e instituciones públicas y privadas, con innovaciones y mejoras permanentes para alcanzar a todos los sectores en los que la información sobre el tiempo y el clima es fundamental.
- Una gestión eficiente de los recursos públicos necesarios para la prestación de los servicios asumidos, impulsando proyectos de automatización de la producción que permitan la adaptación a las necesidades cambiantes de los usuarios, manteniendo la calidad de los servicios.

Este informe anual, además de hacer una exposición resumida de los principales logros alcanzados y actividades desarrolladas a lo largo de 2017, tiene por objeto informar a todos los ciudadanos, en una política obligada en el contexto actual de evaluación de la eficiencia y efectividad de los servicios públicos, de cuál ha sido la evolución de los principales indicadores de prestación y mejora de la gestión.

# 1 Características climáticas

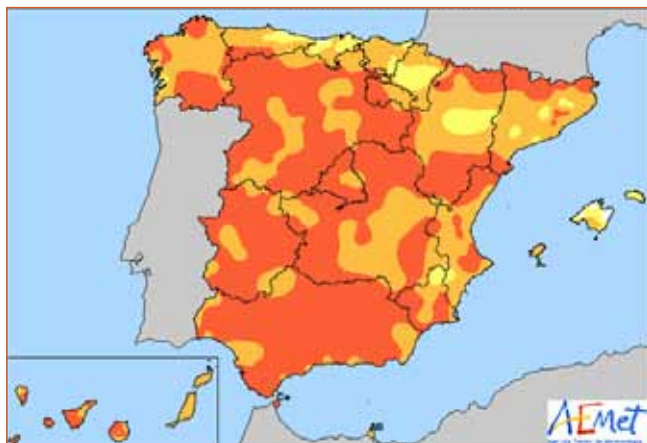
El año 2017 fue el más cálido de la serie histórica, superando al anterior valor más alto, registrado en 2011, 2014 y 2015, y muy seco, el segundo más seco de la serie histórica desde 1965.

## 1.1

### Temperatura

El año 2017 ha sido extremadamente cálido en España, con una temperatura media de 16,2 °C, valor que supera en 1,1 °C al valor medio anual (período de referencia 1981-2010). Se ha tratado del año más cálido desde el comienzo de la serie en 1965, superando en 0,2 °C el anterior valor más alto que hasta ahora correspondía a los años 2011, 2014 y 2015. De los diez años más cálidos en España desde 1965, siete han sido años del siglo XXI y cinco de ellos pertenecen a la actual decena que comenzó en 2011. Entre los días 3 y 7 de septiembre. En dicho periodo, se superaron los valores máximos absolutos de septiembre en 36 observatorios principales, superándose el anterior valor máximo en más de 3 °C en varias estaciones. Así mismo, en numerosos observatorios la temperatura más alta de todo el verano astronómico se registró durante este episodio, destacando los 45,4 °C registrados en el observatorio de Córdoba Aeropuerto

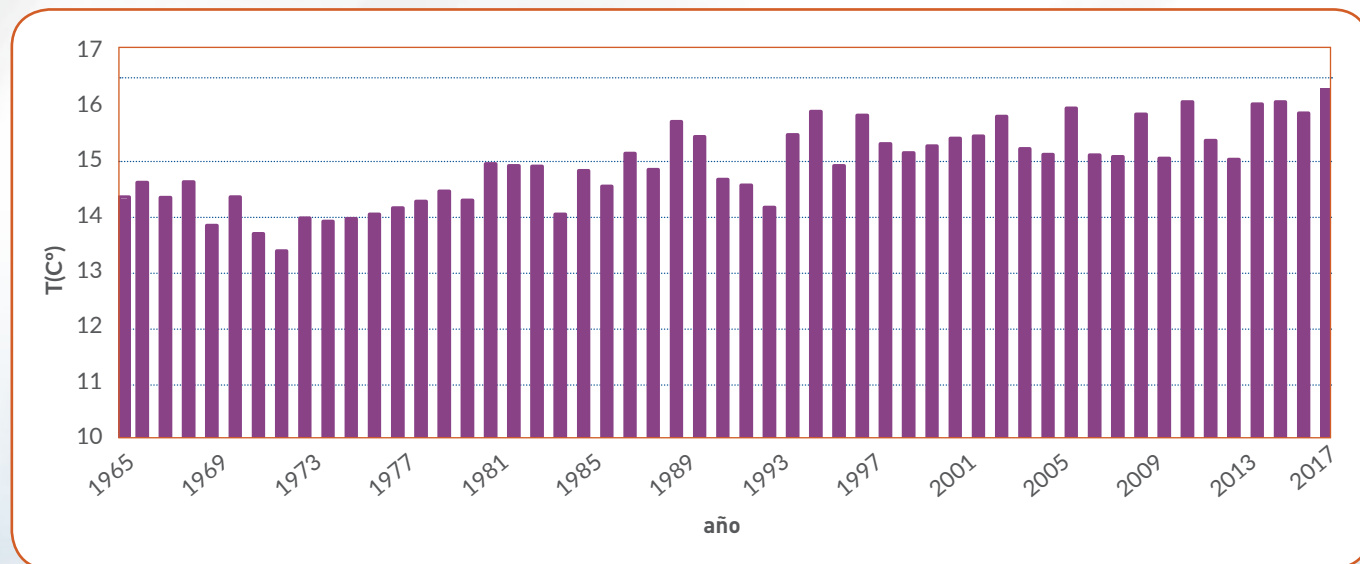
### Carácter de la temperatura - año 2017



EC= Extremadamente cálido: las temperaturas sobrepasan el valor máximo registrado en el periodo de referencia 1981-2010.  
MC= Muy cálido:  $f < 20\%$ . Las temperaturas registradas se encuentran en el intervalo correspondiente al 20% de los años más cálidos.  
C= Cálido:  $20\% \leq f < 40\%$ .  
N= Normal:  $40\% \leq f < 60\%$ . Las temperaturas registradas se sitúan alrededor de la mediana.  
F= Frío:  $60\% \leq f < 80\%$ .  
MF= Muy frío:  $f \geq 80\%$ .  
EF= Extremadamente frío: las temperaturas no alcanzan el valor mínimo registrado en el periodo de referencia 1981-2010.



**Serie de temperaturas medias anuales en España desde 1965**



el 6 de septiembre, los 44,8 °C de Sevilla Aeropuerto el día 5 y los 44,6 °C de Murcia, también el 5 de septiembre. En muchos observatorios de la mitad sur peninsular, así como en algunas estaciones del interior de Galicia, las temperaturas máximas se situaron por encima de los 40 °C durante este episodio.

Las anomalías térmicas de la temperatura media anual fueron superiores a +0,5 °C en gran parte de España, y en ningún punto se registraron anomalías negativas. En zonas del Pirineo central, extremo oeste de Castilla y León, y en diversas áreas de la comunidad de Madrid, Extremadura, centro de Andalucía y sur de Galicia, las anomalías han estado cercanas a +2 °C. En más de treinta estaciones principales la temperatura media anual superó al anterior valor más alto de sus series. Así mismo, en más de cuarenta estaciones principales la media anual de las temperaturas máximas ha resultado la más alta de la serie, mientras que en cuatro de ellas la media anual de las temperaturas mínimas fue la más alta de su serie.

Durante el verano 2017 fueron frecuentes los episodios de temperaturas superiores a las normales, tanto en la península como en los archipiélagos balear y canario, destacando tres olas de calor: la de los días 13-21 de junio, que afectó principalmente al oeste, centro y noreste de la península; la de los días 12-16 de julio, durante los cuales se registraron las temperaturas más elevadas del verano y que afectó sobre todo al sur y centro de la península; y la de los días 2-6 de agosto, que afectó sobre todo al sur y este de la península y a Baleares. Las temperaturas más altas en observatorios principales se midieron durante los primeros días de la ola de calor del 12-16 de julio, destacando los 46,9 °C de Córdoba Aeropuerto del día 13, los 45,7 °C de Granada Aeropuerto del día 12 y los 45,4 °C de Badajoz Aeropuerto registrados el día 13.

## 1. Características climáticas

En cuanto a los valores mínimos, destacó la ola de frío de los días 18-20 de enero debida a la irrupción de una masa de aire muy frío de origen continental que afectó a la península Ibérica y a Baleares, durante la cual se observaron las temperaturas más bajas del año. Las temperaturas más bajas en estaciones principales correspondieron al Puerto de Navacerrada, con  $-13,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  medidos el 18 de enero, Molina de Aragón, donde se registraron  $-13,4\text{ }^{\circ}\text{C}$  ese mismo día, Salamanca Aeropuerto, con  $-10,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  el día 19, y Albacete Base Aérea, con  $-10,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  el día 18.

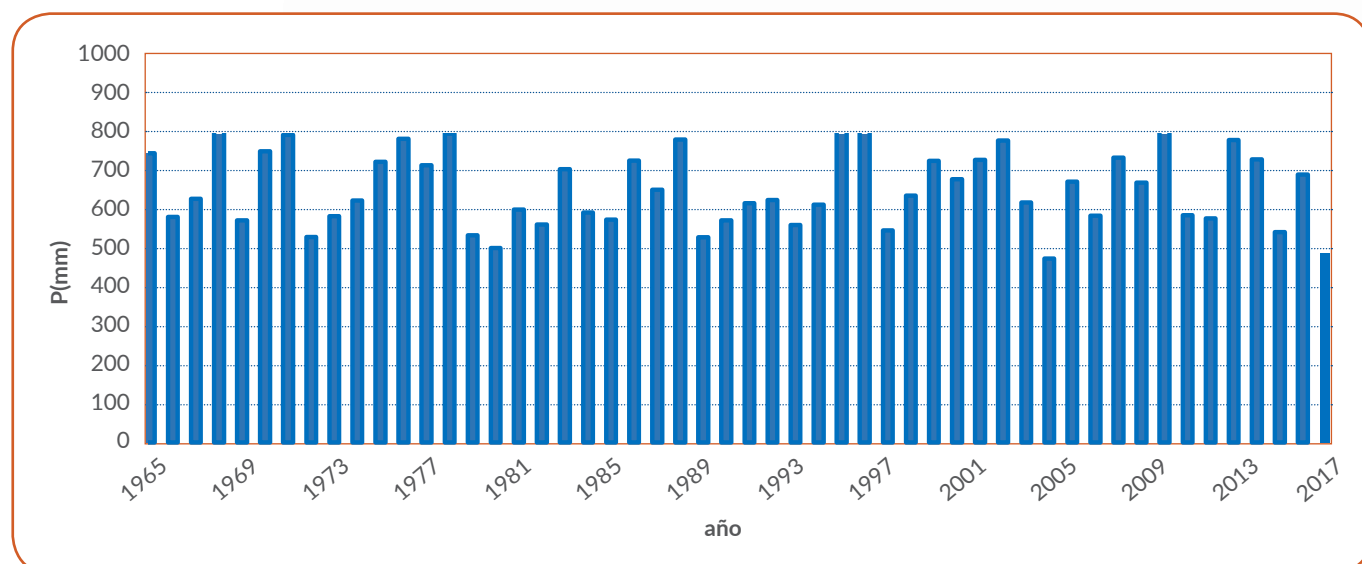
# 1.2

## Precipitación

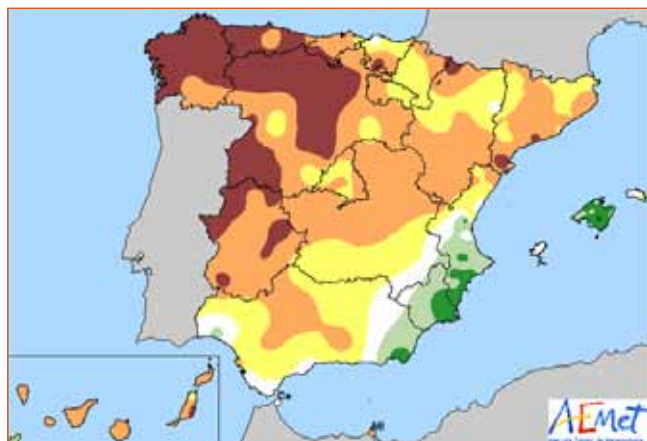
El año 2017 ha sido muy seco en el conjunto de España. La precipitación media en España se sitúa en torno a 474 mm, valor que queda un 27% por debajo del valor medio anual según el periodo de referencia 1981-2010. Este déficit se debe principalmente a la escasez de precipitaciones en el trimestre de otoño y de primavera. Según la información disponible, el año 2017 ha resultado el segundo año más seco desde 1965, por detrás del año 2005 en que la precipitación fue de 468 mm.

Las precipitaciones superaron ligeramente los valores normales tan sólo en un área que abarca el norte del País Vasco y gran parte de Navarra, así como en la isla de Mallorca y zonas de la provincia de Alicante. Por el contrario, las precipitaciones fueron inferiores a dichos valores en más de un 25% en gran parte de la mitad sur peninsular, extensas zonas de Castilla y León, Cataluña, mitad sur de Aragón, mitad norte de la comunidad

### Serie de precipitaciones medias anuales sobre España desde 1965



### Carácter de la precipitación - año 2017



**EH** = Extremadamente húmedo: las precipitaciones sobrepasan el valor máximo registrado en el periodo de referencia 1981 - 2010.  
**MH** = Muy húmedo:  $f < 20\%$ . Las precipitaciones se encuentran en el intervalo correspondiente al 20% de los años más húmedos.  
**H** = Húmedo:  $20\% \leq f < 40\%$ .  
**N** = Normal:  $40\% \leq f < 60\%$ . Las precipitaciones registradas se sitúan alrededor de la mediana.  
**S** = Seco:  $60\% \leq f < 80\%$ .  
**MS** = Muy seco:  $f \geq 80\%$ .  
**ES** = Extremadamente seco: las precipitaciones no alcanzan el valor mínimo registrado en el periodo de referencia 1981 - 2010.

valenciana, zonas al oeste y este de Galicia, Castilla-La Mancha, Madrid, Canarias e isla de Ibiza. En un área entre Palencia y Valladolid, en otra al oeste de Extremadura y en diversas zonas de Canarias las precipitaciones no alcanzaron ni la mitad de los valores normales. En al menos siete observatorios principales la precipitación anual registrada ha sido inferior al anterior valor más bajo de su correspondiente serie.

De los episodios que dieron lugar a precipitaciones intensas en este año cabe destacar el episodio del 18 al 22 de enero de 2017 con precipitaciones intensas en Baleares, Comunidad valenciana, Murcia, Almería, sur y nordeste de Cataluña, sureste de Aragón, y este de Castilla-La Mancha, que en muchas zonas fueron en forma de nieve. En el extremo nordeste de Alicante y en un área al norte de la isla de Mallorca se acumularon más de 250 mm.

Entre los valores de precipitación máxima diaria registrados en un observatorio principal en el año 2017 destacan, por tratarse de valores que han superado el anterior valor más elevado de cada una de las correspondientes series: 184 mm en Ceuta el día 28 de abril, 98 mm en Cuenca el 7 de julio y 83 mm en Logroño/La Rioja el 8 de julio. Otros valores destacables serían también los 137 mm registrados en el Puerto de Navacerrada el día 12 de febrero y 117 mm registrados en Castellón de la Plana/Almazora el día 19 de enero.

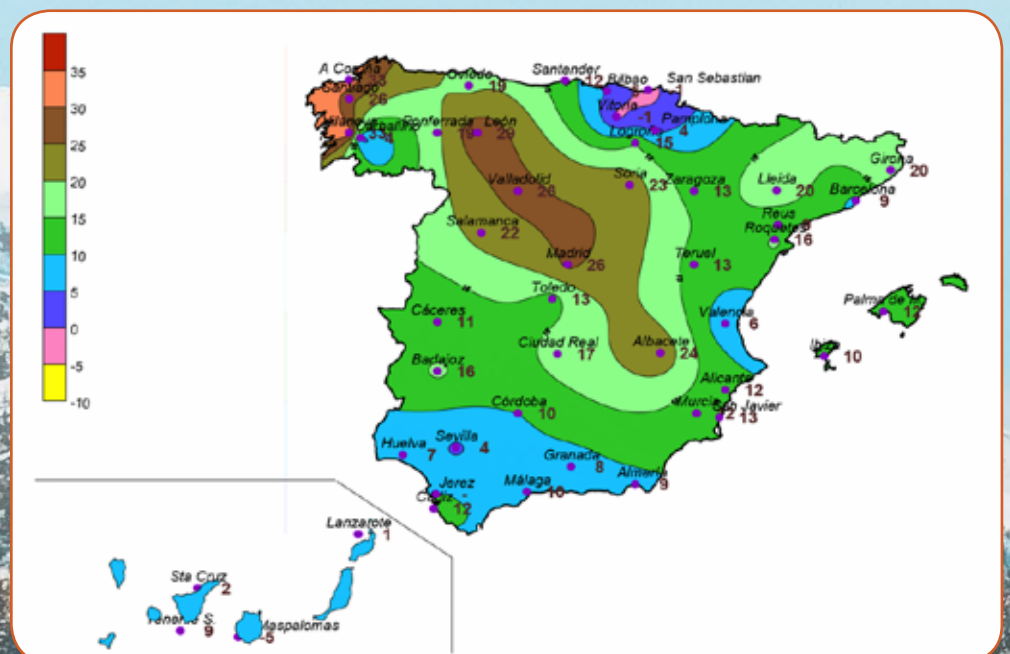
El inicio del año hidrológico, que comenzó el 1 de octubre, fue particularmente seco. En el cuadro de la página 13 se resumen las acumulaciones al final de 2017, globales para la Península y desagregadas por cuencas, así como su comparación con los valores climatológicos normales.

## 1. Características climáticas

Esta escasez de precipitaciones, que se unía a la de meses precedentes, se debió a la presencia de una masa de aire muy cálido y gran espesor que ocupaba el norte de África, área mediterránea y Medio Oriente, que bloqueaba la llegada a la península de las borrascas atlánticas propias del otoño. La acción de esta masa se reflejaba en altas presiones en superficie y cielos despejados. El efecto secundario de este escenario de cielos despejados se tradujo igualmente en insolación, baja humedad y aumento significativo de la amplitud térmica diaria; las temperaturas máximas se mantenían anormalmente altas por la insolación pero las temperaturas mínimas descendían debido al enfriamiento nocturno por irradiación.

En el siguiente mapa se comprueba que, especialmente en el cuadrante noroeste de la península, la irradiación (energía solar que llega a la superficie y que depende de la presencia de nubosidad) supera netamente los valores climatológicos.

Irradiación global mensual respecto a la media disponible de cada estación Octubre - 2017 (%)



**ANÁLISIS CLIMÁTICO EVOLUCIÓN PRECIPITACIONES**

|  |               |
|--|---------------|
| PRECIPITACIÓN ACUMULADA EN EL AÑO HIDROLÓGICO VALOR MEDIO SERIE HISTÓRICA 1981/2010 A FECHA 28 DE DICIEMBRE DE 2017. | 226,7 mm      |
| PRECIPITACIÓN ACUMULADA REGISTRADA A FECHA 28 DE DICIEMBRE DE 2017   | 128,2 mm      |
| <b>BALANCE EN VALOR PORCENTUAL</b> <b>ACTUAL</b>   | <b>-43,4%</b> |

|  |                        | VERTIENTE ATLÁNTICA/CANTÁBRICA |          |          |              |          | VERTIENTE MEDITERRÁNEA |          |          |          |                  |
|--|------------------------|--------------------------------|----------|----------|--------------|----------|------------------------|----------|----------|----------|------------------|
|  |                        | Duero                          | Guadiana | Tajo     | Guadalquivir | Norte    | Sur                    | Segura   | Júcar    | Ebro     | Pirineo Oriental |
| Precipitación acumulada valor medio serie histórica                |                        | 203,2 mm                       | 204,3 mm | 231,3 mm | 236,4 mm     | 461,4 mm | 223,0 mm               | 115,9 mm | 158,6 mm | 171,1 mm | 198,9 mm         |
| Precipitación acumulada registrada a fecha 28 de diciembre de 2017 |                        | 102,7 mm                       | 93,7 mm  | 99,5 mm  | 144,8 mm     | 383,1 mm | 107,5 mm               | 30,7 mm  | 40,4 mm  | 98,7 mm  | 90,8 mm          |
| Balance en valor porcentual  | Actual                 | -49,5%                         | -54,4%   | -57,0%   | -38,7%       | -17,0%   | -51,8%                 | -73,5%   | -74,5%   | -42,3%   | -54,3%           |
|  | Datos estudio anterior | -52,4%                         | -56,2%   | -59,8%   | -39,0%       | -20,5%   | -49,9%                 | -74,3%   | -75,5%   | -45,3%   | -52,5%           |

# 2

## Logros destacados en 2017

### Seguridad

- Emisión de nuevos boletines diarios de peligro de aludes de forma operativa en la temporada invernal.
- Apoyo meteorológico a la Dirección General de Protección Civil y Emergencias para la Operación Paso del Estrecho y para la Campaña 2017 de incendios forestales.
- Apoyo meteorológico al Ministerio de Sanidad para el Plan estival de temperaturas extremas.
- Soporte meteorológico para el desarrollo del Ejercicio Cantabria 2017, coordinado por la DGPCyE, con la participación de la Unidad Militar de Emergencias y organismos de las Administraciones Central, Autónoma y Local.
- Puesta en explotación del “Boletín Diario de Predicción de condiciones de viento y precipitación en Centrales Nucleares” para el Consejo de Seguridad Nuclear.



### Aviación

- Obtención del certificado de Gestión de la Calidad (ISO 9001:2015) para los servicios meteorológicos que presta la Agencia a la navegación aérea.
- Puesta en operación del METAR AUTO en el aeropuerto de Castellón durante el horario operativo.
- Realización del primer estudio sobre los beneficios socio-económicos de los pronósticos de aeródromo.

### Defensa

- Implantación operativa del Centro Español Meteorológico para Defensa (CEMD) en las instalaciones del Comando del Mando de Operaciones del Estado Mayor de la Defensa en Retamares (Madrid). Este centro se configura como la oficina meteorológica central para la Defensa.
- Implantación de un “briefing” operativo automático de soporte al Centro de Operaciones Aéreas Combinadas (CAOC-TJ) de la OTAN en Torrejón de Ardoz (Madrid).



### Salud y medio ambiente

- Jornada sobre el polvo atmosférico y sus impactos.
- Puesta en operación de un producto semiautomático que describe condiciones meteorológicas relativas a dispersión de contaminantes, disponible para diferentes ubicaciones.

### Transporte terrestre y marítimo

- Desarrollo de la aplicación METEOVÍAS para la vigilancia invernal del asfalto en carreteras.
- Apoyo meteorológico a las series finales de la Copa del Mundo de Vela 2017, celebradas en Santander.



### Observación e infraestructuras

- Adaptación del Sistema de Gestión de Calidad de las redes de observación a la norma ISO 9001:2015.
- Reconocimiento por parte de la Organización Meteorológica Mundial de las cuatro estaciones centenarias de observación meteorológica en España: Daroca (desde 1909), Tortosa (desde 1905), Izaña (desde 1916) y Madrid-Retiro (desde 1893).
- Integración de la estación Antártica Juan Carlos I y el Centro de Experimentación de Formigal-Sarrios (Huesca) en la red CryoNet de la Organización Meteorológica Mundial.



### Predicción

- Puesta en operación del modelo HARMONIE-AROME, un modelo de mesoescala, no hidrostático y que permite simular la convección, que sustituyó a HIRLAM como modelo operativo de la Agencia.
- Implementación de la predicción de dos nuevos componentes químicos, el material particulado PM10 y PM2.5, con la puesta en marcha de una nueva versión del modelo de transporte químico MOCAGE.
- Implementación del formato Common Alerting Protocol (CAP 1.2) para la representación de avisos del Plan Meteocalerta.
- Implementación de canales de difusión por suscripción feeds en formatos RSS y ATOM de los avisos CAP.



### Servicios climáticos

- Inicio de la participación en tres proyectos del Consorcio ERA4CS (European Research Area for Climate Services):
  - INDECIS: "Integrated approach for the development across Europe of user oriented climate indicators for GFCS high-priority sectors: agriculture, disaster risk reduction, energy, health, water and tourism".
  - MEDSCOPE: "MEDiterranean Services Chain based On climate PrEdictions".
  - DUSTCLIM: "Dust Storms Assessment for the development of user-oriented Climate Services in Northern Africa, Middle East and Europe".
- Generación de rejillas mensuales de temperatura y precipitación.
- Publicación de información climática del periodo 1981-2010 en la nueva edición del Atlas Nacional de España del Instituto Geográfico Nacional.



### I+D+i

- Publicación de la primera climatología de aerosoles exportados desde Norteamérica sobre el Atlántico Norte.
- Implementación de una técnica innovadora para la medida de gases de efecto invernadero ("Cavity Ring-Down Spectroscopy") y mejora del programa de vigilancia de estos gases.
- Desarrollo de una base de datos piloto monitor de sequías (proyecto DESEMON).



### Comunicación y difusión de datos e información

- Impartición de un taller didáctico sobre meteorología en colaboración con el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT) en A Coruña.



### Formación

- Comienzo de la segunda edición del Curso Iberoamericano de Formación de Meteorólogos, con 25 alumnos inscritos procedentes de Servicios Meteorológicos Nacionales de 15 países iberoamericanos.
- Primera edición del curso universitario de especialistas en Meteorología, en colaboración con la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).



# 3

## Principales cifras e indicadores 2017

### 3.1 Cifras clave

| Datos económicos (en euros)                | 2017                        | 2016                          |
|--|-----------------------------|-------------------------------|
| Presupuesto final                          | 126.293.150                 | 121.995.800                   |
| Ejecución                                  | 85,2%                       | 80,6%                         |
| Ingresos procedentes de la aeronáutica     | 28.220.640                  | 28.305.479                    |
| Ingresos tributarios                       | 1.757.987                   | 1.192.996                     |
| Ingresos proyectos I+D+i                   | 836.626                     | 1.261.727                     |
| Recursos humanos                           | 2017                        | 2016                          |
| Personal total                             | 1.197                       | 1.204                         |
| En servicios centrales                     | 371                         | 392                           |
| En servicios periféricos                   | 826                         | 812                           |
| Meteorólogos                               | 189                         | 183                           |
| Diplomados                                 | 236                         | 241                           |
| Personal con horario especial              | 600                         | 709                           |
| Productos                                  | 2017                        | 2016                          |
| Avisos de nivel rojo                       | 83                          | 36                            |
| Avisos de nivel naranja                    | 2.604                       | 1.451                         |
| Avisos de nivel amarillo                   | 12.975                      | 11.761                        |
| Certificados e informes                    | 1.171                       | 1.071                         |
| Páginas visitadas en la web (media diaria) | 6.994.595                   | 6.810.759                     |
| Máximo de páginas visitadas en un día      | 11.717.439<br>(19 de enero) | 11.055.002<br>(26 de febrero) |

| Redes de observación  | 2017  | 2016  |
|---|-------|-------|
| Observatorios con personal propio                               | 96    | 96    |
| Estaciones meteorológicas automáticas                           | 821   | 828   |
| Estaciones con colaboradores                                    | 2.556 | 2.556 |
| Pluviométricas  | 1.427 | 1.418 |
| Termopluviométricas   | 1.134 | 1.133 |
| Termométricas   | 5     | 5     |
| Radares meteorológicos  | 15    | 15    |
| Detectores de descargas eléctricas                              | 19    | 19    |
| Estación VOS (buque Esperanza del Mar)                          | 1     | 1     |
| Estaciones radiosondeo (1 en buque Esperanza del Mar)           | 8     | 8     |
| Estaciones radiosondeo de ozono                                 | 2     | 2     |
| Estaciones de medida de radiación                               | 62    | 61    |
| Espectrofotómetros Brewer                                       | 6     | 6     |
| Fotómetros CIMEL  | 7     | 5     |
| Estaciones EMEP/VAG/CAMP de medida de la contaminación de fondo | 13    | 13    |
| Estación de Vigilancia Atmosférica Global (GAW Global)          | 1     | 1     |
| Publicaciones   | 2017  | 2016  |
| Artículos en revistas con revisión por pares                    | 45    | 17    |
| Publicaciones del programa editorial                            | 25    | 15    |



## 3.2

### Indicadores

| Disponibilidad y puntualidad de productos y servicios                  |                           | Objetivo | 2017   | 2016         |
|--|---------------------------|----------|--------|--------------|
| Disponibilidad de datos de observación en tiempo real                  |                           |          |        |              |
| Disponibilidad de datos radar  |                           | 89 %     | ND     | 98,1 % (ago) |
| Disponibilidad de datos de estaciones meteorológicas automáticas       |                           | 81 %     | 94,3 % | 86,0 %       |
| Disponibilidad de mensajes sinópticos                                  |                           | 95 %     | 98,9 % | 97,3 %       |
| Disponibilidad de datos ambientales                                    |                           |          |        |              |
| Disponibilidad de datos de radiación                                   |                           | 87 %     | 98,3 % | 98,8 %       |
| Disponibilidad de datos de ozono                                       |                           | 82 %     | 94,9 % | 98,5 %       |
| Disponibilidad de datos de contaminantes                               |                           | 85 %     | 97,2 % | 97,2 %       |
| Puntualidad de productos y servicios generales                         |                           |          |        |              |
| Productos del SNP emitidos sin retraso (< 15 min)                      |                           | 97 %     | 97,7 % | 98,1 %       |
| Peticiones atendidas en plazo  |                           | 100 %    | 86,8 % | 89,6 %       |
| Puntualidad de productos para la aviación                              |                           |          |        |              |
| Mensajes METAR recibidos en hora                                       |                           | 98 %     | 99,2 % | 99,1 %       |
| Mensajes TAF recibidos en hora   |                           | 98 %     | 98,7 % | 98,8 %       |
| Mapas aeronáuticos SIGWX con retraso <= 15 min                         |                           | 98 %     | 99,5 % | 99,7 %       |
| Calidad de productos y servicios                                       |                           | Objetivo | 2017   | 2016         |
| Predicciones de temperaturas máximas y mínimas                         |                           |          |        |              |
| Predicciones de temperaturas máximas con error < 2°C                   |                           | 75 %     | 83,7 % | 82,8 %       |
| Predicciones de temperaturas mínimas con error < 2°C                   |                           | 75 %     | 79,2 % | 80,4 %       |
| Calidad de las observaciones climatológicas                            |                           |          |        |              |
| Datos validados incorporados al Banco nacional de datos climatológicos |                           | 93 %     | 96,2 % | 95,3 %       |
| Verificación del TAF   |                           |          |        |              |
| Pronósticos TAF con un nivel de acierto BUENO                          |                           | 94 %     | 94,9 % | 94,4 %       |
| Avisos de fenómenos meteorológicos adversos                            |                           |          | 2017   | 2016         |
| Avisos a escala provincial   | Tasa de Falsas Alarmas    | 39 %     | 41 %   | 38 %         |
|  | Probabilidad de detección | 96 %     | 74 %   | 57 %         |

# 4

## Servicio público

### 4.1

#### Apoyo a la seguridad frente a fenómenos meteorológicos adversos

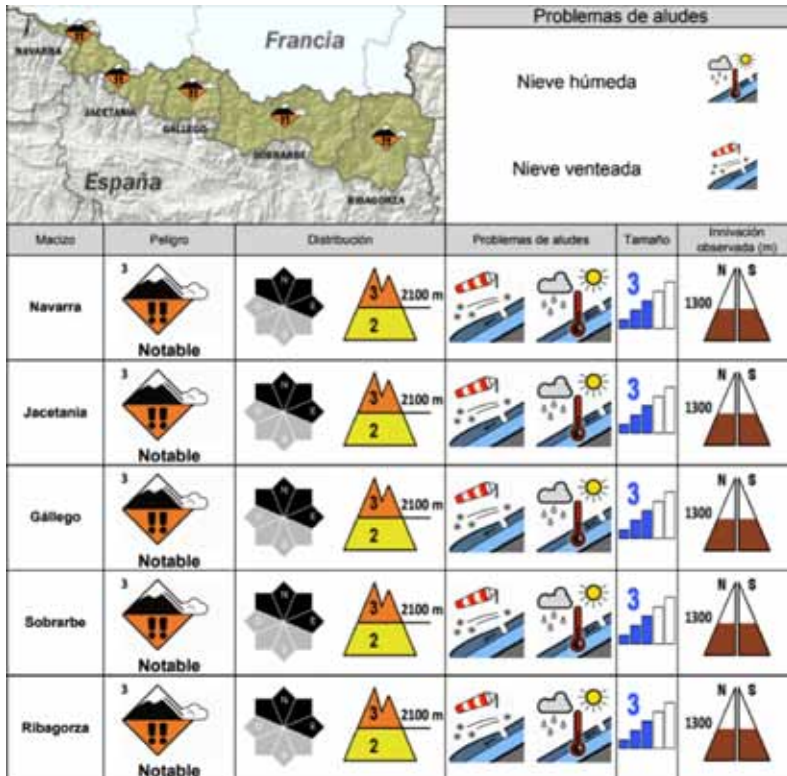
##### 4.1.1.

##### Boletines de peligro de aludes

La firma del memorándum de entendimiento con la organización EAWS (European Avalanches Warning Services) ha permitido adoptar los estándares internacionalmente aceptados para la observación del manto nivoso y para la clasificación de los niveles de riesgo de aludes.

El boletín de peligro de aludes (BPA) es una herramienta fundamental para la planificación de actividades y la gestión del riesgo cuando se acude a la montaña nevada. Informa sobre la distribución y el estado del manto nivoso, evaluando el nivel de peligro de aludes conforme a la Escala Europea de Peligro de Aludes, usada en la generalidad del continente y en la que el riesgo se categoriza en cinco clases, desde 1 hasta 5. En los boletines se proporciona también una estimación del tamaño de las avalanchas que pueden ocurrir y se detallan las zonas, orientaciones y tramos de altitud en los que son más probables.

Durante la temporada de esquí, por lo general desde primeros de diciembre hasta primeros de mayo, los boletines se elaboran diariamente, uno para el Pirineo navarro y aragonés y otro para el Pirineo catalán. Además de esto, con periodicidad semanal durante la época del año en la que el manto nivoso es significativo, se emiten boletines para el Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, para el Parque Nacional de los Picos de Europa, y para las Sierras del Cordel y Peña Labra, en la zona de Alto Campoo.



Ejemplo de presentación gráfica del boletín de peligro de aludes para el pirineo navarro y aragonés

#### 4.1.2.

### Novedades en la elaboración y difusión de avisos de fenómenos meteorológicos adversos

Dentro de las actividades de actualización y mejora de la información sobre fenómenos meteorológicos adversos se ha implementado el formato Common Alerting Protocol (CAP 1.2) para la representación de avisos del Plan Meteoalerta. El formato CAP es un estándar universal utilizado para la representación de avisos y alertas públicas que, gracias a su interoperabilidad, permite el intercambio entre diferentes plataformas tecnológicas manteniendo su consistencia y aumentando su eficacia.

Igualmente se han implementado canales de difusión de avisos mediante suscripción en formatos RSS y ATOM de los avisos CAP. De esta manera, los usuarios reciben de forma automática los avisos a los que se hayan suscrito tan pronto son activados.

### 4.1.3.

#### **Información específica sobre fenómenos meteorológicos adversos para el Consejo de Seguridad Nuclear**

En el marco del convenio de colaboración suscrito con el Consejo de Seguridad Nuclear se ha puesto en operación una información diaria sobre fenómenos meteorológicos que pueden afectar al funcionamiento seguro de las centrales nucleares. Los boletines contienen información sobre los parámetros meteorológicos que superan los umbrales de adversidad fijados en los planes internos de seguridad de las centrales nucleares.

### 4.1.4.

#### **Soporte a campañas de otras instituciones de la Administración**

En aplicación del acuerdo de Consejo de Ministros para el desarrollo de campañas estivales, L Agencia ha proporcionado durante 2017 soporte específico a:

- Plan Especial de Protección Civil “Operación Paso del Estrecho”, mediante la elaboración diaria de un boletín especial de predicción meteorológica. La operación supone el mayor movimiento de ciudadanos a nivel europeo en tan sólo tres meses y uno de los mayores del mundo, junto a la peregrinación a La Meca. En el año 2017, alrededor de 700.000 vehículos y 3.000.000 de personas cruzaron el estrecho entre el 15 de junio y el 15 de septiembre. El boletín especial contiene una predicción general, en el que se describen las condiciones meteorológicas que afectarán a los traslados terrestres para los dos próximos días en las áreas más cercanas al Estrecho. Además, se realiza un avance de la predicción para los dos días siguientes. Un segundo bloque está destinado a la predicción marítima hasta 20 millas de la costa; aquí se informa de la situación meteorológica prevista para las próximas 24 horas y se detallan los avisos activos en la zona marítima del Estrecho. Por último, el tercer bloque informa sobre la predicción para el día siguiente en cotas bajas de 0 a 1.500 metros para ofrecer apoyo meteorológico a la navegación aérea y se ofrece avance de predicción para del segundo día.
- La campaña de lucha contra los incendios forestales. Los incendios forestales pueden producirse por causas naturales (rayos asociados a tormentas secas) o por la acción del hombre (intencionados, negligencias, causas accidentales, etc. pero las condiciones meteorológicas juegan un papel muy importante tanto en el sentido de favorecer la existencia de combustible seco que pueda favorecer la ignición

(temperaturas elevadas, humedad relativa baja, vientos desecantes). El Plan Estatal de Protección Civil para Emergencias por Incendios Forestales regula las actuaciones de los diferentes órganos y entidades de la Administración General del Estado comprometidos en ofrecer una respuesta eficaz, tanto a nivel nacional como en apoyo a las Comunidades Autónomas que lo requieran. Entre los Organismos considerados figura AEMET, que proporciona la información meteorológica para la estimación del peligro de incendios.

La Agencia genera y distribuye cada día, durante todo el año y para todo el territorio nacional, de los mapas de riesgo meteorológico del índice FWI (Canadian Forest Fire Weather Index) de análisis (día actual D) y previstos para los días D+1, D+2 y D+3, así como de los niveles de riesgo de incendio clasificados en cinco estratos (bajo, moderado, alto, muy alto y extremo), indicados preferentemente para el mediodía del día en cuestión. Asimismo, se generan los mapas correspondientes a las distintas subcomponentes del índice FWI: FFMC (Código de contenido de humedad del combustible fino), ISI (índice de propagación inicial del fuego), DMC (Código de contenido de humedad de la hojarasca), DC (Código de sequía) y BUI (Índice de combustión). Finalmente, se obtienen los niveles de los cinco estratos de riesgo asociados al índice FWI para cada zona geográfica previa calibración del índice numérico FWI.

- Soporte al Plan Nacional de Actuaciones Preventivas de los Efectos del Exceso de Temperaturas sobre la Salud, cuyo objeto es prevenir y reducir los efectos negativos que el calor excesivo tiene sobre la salud de los ciudadanos, especialmente entre los colectivos más vulnerables, como ancianos, niños, enfermos crónicos y personas socialmente más desfavorecidas.

Para ello, la Agencia proporciona diariamente al Ministerio de Sanidad y Seguridad Social la predicción de las temperaturas máxima y mínima prevista para ese día y para los cuatro subsiguientes para las capitales de provincia y ciudades autónomas y mapas con las alertas derivadas de la superación de umbrales del Plan, usando un código de tres colores.

Por otro lado, AEMET contribuyó al ejercicio nacional anual de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias, Cantabria 2017, proporcionando la simulación meteorológica de las condiciones para el ejercicio y soporte meteorológico en tiempo real durante su desarrollo. En estos ejercicios anuales se simulan situaciones catastróficas de nivel 3, responsabilidad del Estado, en las que la coordinación de las labores sobre el terreno es desempeñada por la UME bajo la coordinación del Ministerio del Interior.

# 4.2

## El servicio a la navegación aérea

### 4.2.1.

#### Obtención del certificado de calidad ISO 9001:2015

AEMET recibió, por parte de AENOR, el certificado de Gestión de la Calidad (ISO 9001:2015) para los servicios que presta a la navegación aérea. Con esta certificación, AEMET reafirma su compromiso estratégico con la mejora de sus servicios y, en particular, con la calidad y la seguridad operacional de los servicios que presta a la navegación aérea. Esta certificación ofrece tres ventajas fundamentalmente: mejora los procesos y elimina los costes de la “no calidad”, logra una mayor implicación de los profesionales al conseguir el trabajo bien hecho y de forma sostenible, y conlleva además una mayor convicción en la transmisión de los compromisos con la calidad a todas las partes interesadas de una organización, expresados en la política de calidad.



Responsables de Aenor y Aemet posan con los certificados

La nueva versión de la Norma ISO 9001, publicada en 2015 y en la que se basa el certificado del Sistema de Gestión de la Calidad obtenido por AEMET, aporta un nuevo enfoque, con una estructura común (denominada de Alto Nivel) que facilita su integración con los demás sistemas de gestión descritos en las normas internacionales ISO. Los ejes principales de la norma, en su versión 2015, son el análisis del contexto de la organización, el liderazgo, el enfoque a procesos, el pensamiento basado en riesgos y oportunidades, la aplicabilidad a servicios y la gestión del cambio.

#### **4.2.2.**

##### **Foro de usuarios aeronáuticos 2017**

AEMET celebró en su sede central la novena edición del Foro de usuarios aeronáuticos, a la que asistieron unos cincuenta representantes de los distintos sectores: gestores aeroportuarios (Aena, Aeroports, Plata), proveedores de tránsito aéreo (Enaire, Ferronats, Ineco, Saerco), compañías aéreas (Iberia, Volotea), organismos de supervisión (ANSMET, AESA), asociaciones del sector (APROCTA, COPAC, SEPLA, ALA, IRPPA), Dirección General de Aviación Civil, SENASA y Universidades.



Un momento del Foro de usuarios aeronáuticos

En la jornada AEMET presentó su Plan Empresarial 2017-2021, que contiene los objetivos que se establecen en relación con la prestación de servicios meteorológicos para la navegación aérea, así como las estrategias y las líneas de actuación prioritarias. Asimismo, presentó el Plan de Infraestructuras, en el que, además de recoger los compromisos de mejora de equipamiento y el compromiso de abordar la mejora integral de las instalaciones de Barajas y El Prat, se anunció la nueva fase del proyecto METAR AUTO y el estado de desarrollo del Nuevo Sistema Integrado Meteorológico (NSIM).

### 4.2.3.

#### Implantación del METAR AUTO

Continúan desarrollándose las actividades para la implantación operativa del METAR AUTO, que traerán, una vez completadas, beneficios significativos para los usuarios:

- Incremento de las prestaciones: ampliación del período de observación, aumento en la frecuencia del METAR.
- Más homogeneidad.
- Mayor agilidad para responder a las modificaciones del servicio que necesiten los gestores aeroportuarios.

Una vez que en 2016 se implantó el METAR AUTO, fuera del horario operativo, en 23 aeropuertos (se realiza una vigilancia en remoto desde una unidad de control, chequeando los mensajes AUTO emitidos), en 2017 se ha iniciado en el aeropuerto de Castellón un proceso de implantación en horario operativo que constará 3 fases.

- Fase 1: Implantación del METAR AUTO supervisado desde la OMA.
- Fase 2: Implantación del METAR AUTO en discontinuidades de horario, sin supervisión y atendiendo a criterios meteorológicos.
- Fase 3: Implantación del METAR AUTO sin supervisión desde la OMA, validado en remoto desde un centro de control.



Vista aérea de la pista y la terminal del aeropuerto de Castellón

A finales de 2017, Castellón se encuentra en la fase 2, estando previsto el inicio de la fase 3 en 2018. También se espera que, en 2018, una vez acordada con los usuarios, la implantación del METAR AUTO en horario operativo se extienda a otros seis aeródromos.



#### **4.2.4. Estudio de los beneficios sociales y económicos (SEB) de los pronósticos de aeródromo**

En el año 2017 finalizó un proyecto cuyo objetivo ha sido la evaluación de los beneficios sociales y económicos de los pronósticos de aeródromo TAF para informar en la toma de decisiones de agentes implicados del sector aeronáutico. Este tipo de estudios SEB (por sus siglas en inglés, Socio Economic Benefits), de evaluación del impacto de la información meteorológica en diferentes ámbitos, es impulsado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Banco Mundial, y complementa las actuaciones destinadas a vigilar la calidad y la eficiencia de los servicios que suministra la Agencia, contribuye a una mayor y mejor interacción con los usuarios finales, ayuda a priorizar los recursos de los que dispone, y supone un ejercicio de rendición de cuentas de su presupuesto.



Aeropuerto de Tenerife Norte-Los Rodeos, en el que se ha desarrollado el primer estudio de beneficios socio-económicos de los pronósticos de aeródromo

En la fase inicial del proyecto se diseñaron dos casos de estudio para la toma de decisiones por parte de dos compañías aéreas en condiciones meteorológicas críticas en los aeropuertos Madrid-Barajas-Adolfo Suárez y Tenerife Norte. El diseño de los mismos ha sido posible gracias a la colaboración de dos aerolíneas domésticas y a la asesoría de una experta del Departamento de Economía de la Universidad de Alcalá.

Posteriormente, uno de los dos casos de estudio diseñados, sobre situaciones de niebla en Tenerife Norte, se ha ejecutado completamente gracias a la información aportada por una compañía aérea y por AEMET, y se han evaluado las consecuencias medioambientales y económicas de la utilización del TAF y de las observaciones METAR en la toma de decisiones de la aerolínea. Para el segundo de los dos casos de estudio diseñados, se ha utilizado la información archivada en AEMET para analizar la pericia de los pronósticos TAF en las condiciones de viento que conducen a un cambio de configuración del aeropuerto Madrid-Barajas-Adolfo Suárez.

Uno de los logros más importantes conseguidos en este proyecto es la elevada interacción mantenida con los usuarios. La realización de este estudio SEB ha servido para identificar líneas de mejora de los productos aeronáuticos que emite AEMET que conduzcan a una mayor satisfacción de sus requerimientos. Entre estas líneas de mejora están:

- la generación de climatologías de cada uno de los aeródromos orientadas a los usuarios,
- la mejora de las predicciones, y su comunicación a los usuarios, vía procedimientos y herramientas de predicción,
- la elaboración de una verificación de los pronósticos TAF específica de las condiciones meteorológicas críticas de cada uno de los aeropuertos,
- la evaluación sistemática del valor añadido por el predictor en el proceso de este tipo de pronósticos.

Otra importante conclusión de este estudio SEB es que se ha demostrado que una predicción perfecta produce claros beneficios a los usuarios, y por tanto, que es rentable invertir en actividades de investigación y desarrollo en AEMET.

## 4.3

### Información para la salud y el medioambiente

#### 4.3.1.

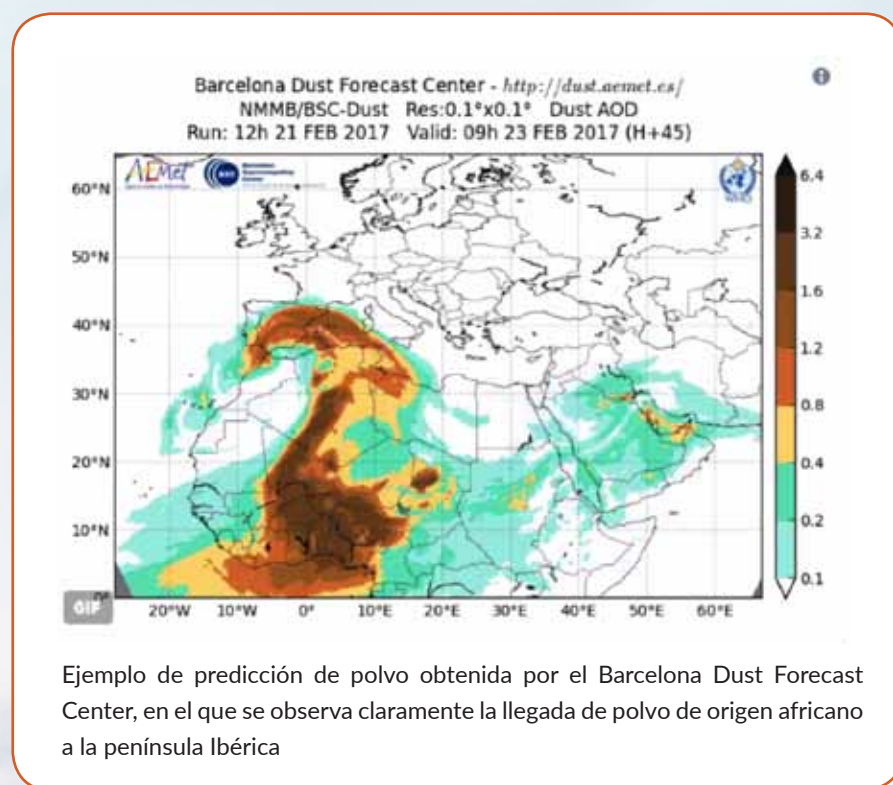
#### Jornada sobre el polvo atmosférico y sus impactos

Las tormentas de polvo y arena son fenómenos meteorológicos extremos que constituyen una grave amenaza para las regiones áridas del planeta, especialmente en el norte de África y Oriente Medio. En el curso de las mismas, grandes cantidades de polvo son incorporadas a la atmósfera, donde pueden permanecer durante días y ser transportadas hasta regiones alejadas, como el sur de Europa.

En España, la llegada de polvo procedente del Sahara es responsable de que a menudo se superen los límites máximos de concentración de partículas en el aire establecidos por la Unión Europea. En algunas zonas del sur y levante, esto sucede más de 20 veces al año, especialmente entre mayo y septiembre. El problema es aún más grave en Canarias, donde la cercanía del desierto provoca episodios mucho más severos.

La presencia de polvo en suspensión en la atmósfera presenta efectos negativos sobre la salud, el medio ambiente y sectores económicos específicos como el transporte aéreo o la generación de energía solar.

La Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), en colaboración con el Barcelona Supercomputing Center – Centro Nacional de Supercomputación, es líder mundial en el desarrollo de productos y servicios que ayuden a comprender, gestionar y mitigar los riesgos y efectos asociados con episodios de altas concentraciones de polvo. En particular, las dos instituciones albergan el primer centro en el mundo reconocido por la Organización Meteorológica Mundial para la predicción operativa de polvo.



El objetivo de la Jornada consistió en sensibilizar sobre los efectos adversos del polvo en suspensión a un abanico de sectores socio-económicos, informar de los productos y servicios disponibles en el ámbito de la observación y la predicción de polvo, y comprender mejor las necesidades de los usuarios potenciales

# 4.4

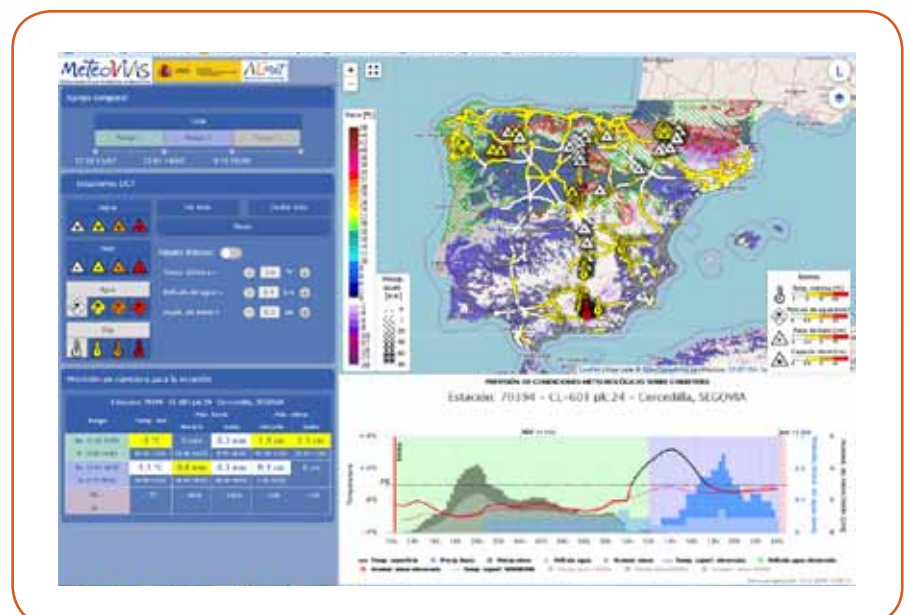
## Apoyo al transporte terrestre y marítimo

### 4.4.1.

#### Vigilancia Invernal del Asfalto en carreteras: METEOVIAS

Como complemento a METEORUTA, la aplicación de propósito general para la circulación vial, que proporciona información de distintas variables meteorológicas que afectan a la conducción (lluvia, nieve, viento, temperaturas bajas), la Agencia ha desarrollado la aplicación METEOVIAS (Vigilancia Invernal del Asfalto en carreteras), que atiende las necesidades de usuarios específicos y pretende ayudar en los trabajos de vialidad invernal, prediciendo las condiciones meteorológicas adversas en asfalto tales como acumulación de nieve, hielo, película de agua o temperaturas debajo de un determinado umbral. Utiliza como base el modelo de predicción meteorológica HARMONIE, los datos de observación de las estaciones de la Dirección General de Tráfico (DGT) y el programa Model of the Environment and Temperature of Roads (METRO).

Es una web interactiva, que proporciona las condiciones previstas de asfalto para un periodo de 36 horas en forma de mapa en el que aparecen, asociadas con símbolos de mayor a menor adversidad, las estaciones de la DGT. A través de estas estaciones se puede acceder a una tabla, con el resumen de las variables meteorológicas de la estación, así como a la gráfica interactiva de visualización de las mismas. En los tramos de carreteras donde no existen datos de observación en superficie, se pueden visualizar los datos proporcionados por el modelo numérico de predicción.



#### 4.4.2. Soporte meteorológico a Final de la Copa del Mundo de Vela 2017

La Agencia proporcionó soporte meteorológico a las series finales de la Copa del Mundo de Vela 2017, que se celebró en Santander, tras las competiciones previas desarrolladas en Miami (EEUU) y Hyeres (Francia).

Para ello, y además de la realización de un briefing diario en lengua inglesa para todos los capitanes de la flota de las diferentes clases olímpicas, se diseñó una página web específica que contenía los siguientes productos: campos horarios de viento y rachas del modelo Harmonie-Arome, en un horizonte de predicción de 48 horas, boletín diario de tiempo previsto, con mapas de superficie con frentes, tabla resumen de vientos para las áreas de regatas, pronóstico de temperatura del aire y del agua, así como oleaje para el día en curso y el siguiente. También se mostraban en tiempo real datos de observación de tres observatorios dentro de las zonas de regata y en los alrededores y se incluían una serie de enlaces de interés de la página web de AEMET, como observaciones de radar, rayos y satélites. La página enlazaba a su vez con el pronóstico horario de corrientes en toda la zona de regatas, realizado por el Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria a partir de los datos de vientos horarios facilitados por AEMET para la ocasión.

Igualmente se disponía de línea directa con el comité organizador para la emisión de avisos de tiempo severo con fines de seguridad para toda la flota de vela, especialmente en las áreas más expuestas y lejanas de costa.



Página web desarrollada específicamente para proporcionar el apoyo a la Final de la Copa del Mundo de Vela 2017

# 4.5

## Apoyo a la Defensa

El estatuto de la Agencia asigna a ésta “El suministro de la información meteorológica necesaria para las Fuerzas Armadas, la defensa nacional y para las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado, así como la prestación del apoyo meteorológico adecuado para el cumplimiento de sus misiones.”

La principal característica del apoyo meteorológico que se presta a Defensa es que es un soporte a las operaciones, tanto en su ejecución como en su planeamiento. Las operaciones relacionadas con la Defensa Nacional conllevan el despliegue de personas y de sistemas muy sofisticados y costosos, trabajando siempre con márgenes pequeños sobre la situación nominal buscando la ventaja táctica para conseguir sus objetivos. Esto únicamente es posible cuando se dispone de la información meteorológica precisa, en el formato adecuado y en el momento oportuno para la toma de decisión.

Con el aumento de capacidad tecnológica de los ejércitos y con la ampliación del teatro de operaciones a cualquier lugar del mundo, se ha incrementado el requerimiento de información meteorológica y se ha diversificado el contenido de forma que se adapte a las diferentes necesidades operativas. A título de ejemplo se pueden mencionar las operaciones de vigilancia aérea todo tiempo, el desembarco de fuerzas navales, el soporte al cálculo de trayectorias balísticas, a las rutas de unidades navales patrullando en zonas castigadas por ciclones tropicales, a la operación de vehículos aéreos no tripulados (“drones”) o al despliegue de fuerzas aerotransportadas. Para una mayor eficacia y eficiencia en el suministro de información, AEMET proporciona una gran cantidad de productos generales y específicos a través de una web propiedad del Ministerio de Defensa.

Cada vez es más frecuente que las misiones reales y los ejercicios de adiestramiento se desarrollen en el marco de alianzas internacionales con el requisito adicional de proporcionar asesoría experta a unidades aliadas mediante “briefings” en idioma inglés.

Para atender los anteriores desafíos AEMET ha iniciado un replanteamiento de su servicio pretendiendo adaptarlo a los actuales requerimientos. En 2017 se ha puesto en operación la nueva oficina de soporte al Mando de Operaciones en sus instalaciones de Retamares (Madrid) y se ha comenzado el suministro de información, mediante briefings telemáticos al Centro de Operaciones Aéreas Combinadas (CAOC-TJ) de la OTAN en Torrejón de Ardoz (Madrid).



# 5

## Actividades clave

### 5.1

#### Observación e infraestructuras

##### 5.1.1.

##### **Adaptación del Sistema de Gestión de Calidad de las redes de observación a ISO 9001:2015**

En diciembre de 2017 se llevó a cabo la auditoría externa que acreditó la certificación del Sistema de Gestión de Calidad (SGC), implantado en el Área de Operación de las Redes de Observación, bajo la nueva norma UNE-EN-ISO 9001:2015, significando ello la adaptación satisfactoria a los nuevos requisitos exigidos por esta versión de la norma.

El trabajo desarrollado para esta adaptación significa un paso más en la ya larga historia de la implantación del SGC en las redes de observación, el cual se remonta al año 2006, cuando por la entonces Unidad de Redes Especiales, que englobaba a la Red Radiométrica Nacional, la Red de Espectrofotómetros Brewer, la Red de Fotómetros Solares Cimel y el Programa de Sondeos de Ozono, obtuvo la primera certificación del SGC referente a los procesos de gestión de dichas redes conforme a la entonces norma vigente UNE-EN-ISO 9001:2000.

En noviembre de 2009 el alcance de esta certificación se amplió a la gestión de la Red EMEP/VAG/CAMP de medida de contaminación de fondo, y en 2012, a la gestión del Laboratorio Radiométrico Nacional, en aquel entonces ya bajo la norma UNE-EN-ISO 9001:2008. Posteriormente, en 2014 y 2015, se amplió el alcance del SGC a los procesos de gestión de



la Red de Estaciones Semiautomáticas de Observación en Superficie (RESOS) y de la Red de Sondeos Termodinámicos (RST), respectivamente, todavía bajo la norma UNE-EN-ISO 9001:2008.

### **5.1.2.**

#### **La OMM reconoce cuatro estaciones centenarias españolas**

La Organización Meteorológica Mundial (OMM), en su 69º Consejo Ejecutivo, reconoció oficialmente cuatro estaciones centenarias de observación meteorológica en España: Daroca (desde 1909), Tortosa (desde 1905), Izaña (desde 1916) y Madrid-Retiro (desde 1893).

De acuerdo con la OMM, las estaciones meteorológicas centenarias son parte del patrimonio cultural y científico insustituible de la humanidad, que permiten disponer de series meteorológicas largas, fuentes únicas de información histórica sobre los parámetros atmosféricos, sirviendo de referencia para conocer mejor la evolución del clima en el último siglo y establecer estrategias de adaptación frente al cambio climático.

La OMM ha decidido reconocer un total de 60 estaciones centenarias en todo el mundo, para poner de relieve su papel y ayudar a los países miembros a mantenerlas, ya que algunas están en riesgo de cierre o de pérdida de las normas básicas de observación. De estas 60 estaciones reconocidas por la OMM, cuatro son españolas, lo que hace a España el país con mayor número de estaciones reconocidas en esta convocatoria.



El observatorio atmosférico de Izaña, situado en la isla de Tenerife, alrededor de 1930 (izquierda) y en la actualidad

Las estaciones están equipadas con instrumentación manual y automática. En ellas se registran parámetros atmosféricos tales como la presión atmosférica, temperatura del aire y del suelo, humedad, viento, visibilidad y radiación solar, entre otros. También se realizan observaciones de tipos de nubes, cobertura nubosa, insolación, tipos de meteoros, etc. En Izaña, además, se realizan mediciones de componentes atmosféricos relacionados con el cambio climático como los gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano y otros).

### 5.1.3.

#### Participación en la vigilancia de la criosfera global

La criosfera (estacional o perenne) proporciona uno de los indicadores más útiles sobre el cambio climático. Los cambios que se producen en la criosfera inciden directamente en la sostenibilidad de las comunidades y en sus recursos hídricos.

Dentro de las actividades polares y de alta montaña de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) la componente de observación de la Vigilancia de la Criosfera Global (VCG), así como otras actividades realizadas en las regiones polares y de alta montaña, se integrarán en el marco del Sistema Mundial Integrado de Sistemas de Observación de la OMM (WIGOS) y del Sistema de Información de la OMM (SIO).

EL VCG se encarga de proporcionar datos, información y análisis del estado pasado, presente y futuro de la criosfera. Es el marco de trabajo apropiado para el estudio de todos los componentes de la criosfera, desde un enfoque tanto a nivel regional como global. Sus productos, estudios y conclusiones sirven de apoyo a estudios científicos, toma de decisiones y política medioambiental. Dentro de sus principales objetivos se pueden citar:

- Desarrollo de una red de observación denominada Cryonet
- Establecer las directrices para la medida de las distintas variables de la criosfera
- Promover y apoyar la intercomparación de productos, especialmente de satélite
- Recuperar datos históricos de espesor de nieve
- Mejorar las medidas de precipitación sólida
- Preparar un glosario sobre la criosfera
- Proporcionar datos de calidad de observación de la criosfera
- Proporcionar información actualizada del estado de la criosfera en la web del VCG

Recientemente la OMM ha aprobado el conjunto de estaciones que formarán parte de la red de observación en superficie como estaciones de la CryoNet y como estaciones colaboradoras, respectivamente. La Agencia contribuirá con dos estaciones: la estación Antártica Juan Carlos I y el centro de experimentación de Formigal-Sarrios (Huesca).



Estación Antártica Juan Carlos I

Además, 5 estaciones del Pirineo ubicadas en refugios de montaña (Goriz, Cap de Llauset, Angel Orús, Bachimaña y Renclusa), y caracterizadas por su altitud (> 2000 m) y continuidad de datos, formarán parte de la red de estaciones colaboradoras.



Refugio de Goriz, en Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, punto de observación con serie histórica de datos de más de 30 años.

### 5.1.4.

#### Reunión del Servicio de Información Meteorológica Mundial

La Agencia celebró en su sede central de Madrid, la reunión multilateral bienal de coordinación de los estados miembros de OMM que participan en el Servicio de Información Meteorológica Mundial (WWIS), alojando las diferentes versiones idiomáticas del servicio, que ha desarrollado y mantiene el Observatorio de Honk Kong. El proyecto de predicciones meteorológicas de ciudades del mundo tiene como objetivos explorar un mayor intercambio y disponibilidad de la información meteorológica oficial en Internet, elaborada por los Servicios Meteorológicos Nacionales, y proveer al público de un servicio centralizado de predicciones e información climatológica y datos de observación oficiales para ciudades del mundo.

El servicio, desarrollado y mantenido por el Observatorio de Hong Kong, está en funcionamiento desde el año 2005. Se presta mediante un sitio web ([worldweather.wmo.int/en/home.html](http://worldweather.wmo.int/en/home.html)) y una APP (MyWorldWeather) con 'widget' personalizable. Actualmente la información está disponible en 12 idiomas. La versión en español de este sitio Web se aloja en AEMET ([wwis.aemet.es/es/home.html](http://wwis.aemet.es/es/home.html)), con el apoyo del Observatorio de Hong Kong. La evolución de WWIS se acuerda en estas reuniones de coordinación,



Acceso al servicio de información meteorológica mundial en la versión en español

donde se tratan los aspectos relacionados con el funcionamiento operativo del servicio y su adaptación al futuro al ritmo marcado por los cambios tecnológicos y de uso que imponen sus usuarios. A lo largo de los años, el servicio se ha consolidado como una fuente centralizada en Internet para el acceso de los medios de comunicación a la información meteorológica oficial (observaciones, predicciones y datos climatológicos), emitida de forma eficiente y efectiva por los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales.

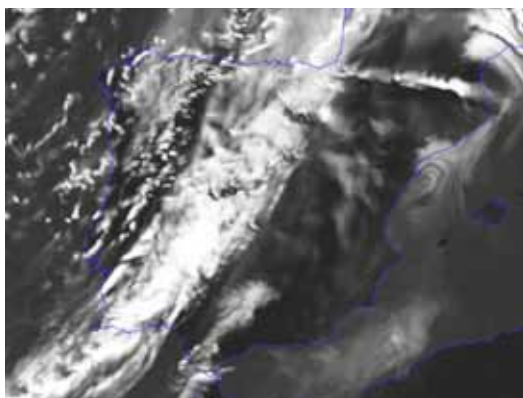
## 5.2

### Predicción y vigilancia

#### 5.2.1.

#### **HARMONIE-AROME, modelo operativo de AEMET**

Desde mediados de 2017, el modelo no hidrostático HARMONIE-AROME sustituyó a HIRLAM como modelo operativo de la Agencia. HARMONIE-AROME es un modelo de mesoescala, no hidrostático, que permite simular la convección. Respecto del modelo HIRLAM, que ha estado operativo en INM-AEMET durante 25 años, presenta grandes avances, no sólo por su mayor resolución sino, y especialmente, por la simulación de la convección y sus efectos asociados (lluvias, vientos fuertes, granizo, descargas eléctricas). Pero no es esa la única ventaja de HARMONIE-AROME, es además un modelo especialmente bueno de predicción de temperaturas -variable de escala muy local- y predicción de nieblas y nubes bajas, entre otros fenómenos que dependen de la orografía, muy mejorada en HARMONIE-AROME y, por tanto, mucho más ajustada a la real.



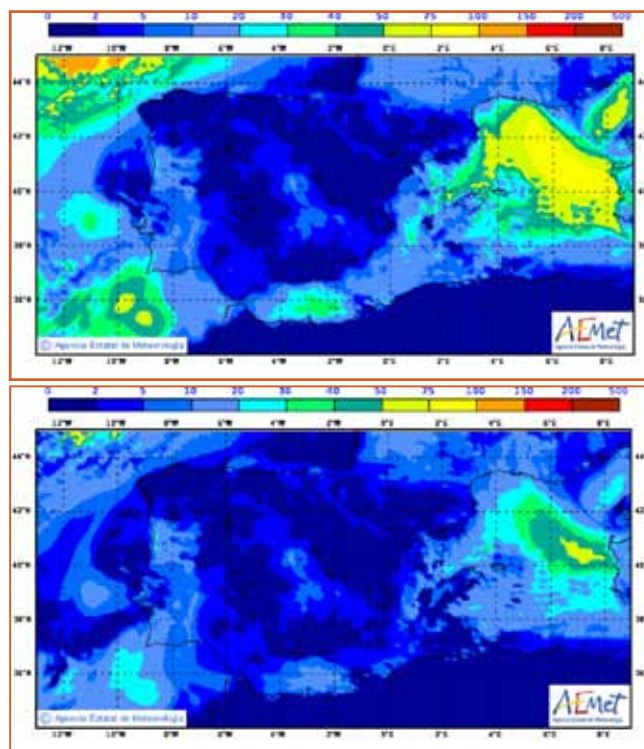
Pseudoimagen en el canal visible, obtenida a partir del modelo HARMONIE-AROME, en la que se aprecian detalles de gran resolución espacial, como el remolino en la desembocadura del Ebro.

### 5.2.2.

#### Calidad del aire: predicción de dos nuevos componentes químicos

Desde finales de 2017 está disponible en la página web la predicción de dos nuevos componentes químicos, el material particulado PM10 y PM2.5, gracias a la puesta en marcha de una nueva versión del modelo de transporte químico MOCAGE operativo en la Agencia.

Las partículas que se encuentran en suspensión en el aire, una mezcla compleja de partículas en estado sólido y líquido de origen orgánico e inorgánico, constituyen un problema sanitario de primera magnitud, existiendo una clara relación entre la exposición a concentraciones elevadas de partículas (PM10 y PM2.5) con un incremento en la morbilidad y mortalidad tanto diaria como a largo plazo. El material particulado está compuesto principalmente por sulfatos, nitratos, amoníaco, cloruro sódico (sal común), carbón elemental (hollín), polvo mineral y agua. Las más peligrosas son las partículas con diámetros menores de 10 micrometros (1 micrómetro corresponde a la milésima parte de 1 milímetro), ya que pueden penetrar profundamente en los pulmones e incluso, las más pequeñas, pasar al torrente sanguíneo afectando potencialmente a cualquier órgano del cuerpo.



Ejemplo de mapas previstos de concentración de PM10 (arriba) y de PM2.5 (abajo) en ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Las emisiones de los componentes químicos se estiman mediante el inventario de emisiones global del IPCC / EMEP, con una resolución de 50 km, y con el inventario de TNO-MACC-III, generado para el proyecto europeo MACC-III (Monitoring Atmospheric Composition and Climate), utilizando como año base 2011, para el área de Europa con una resolución horizontal nativa aproximada de 7 km, estimando en todos los casos emisiones únicamente en superficie. Este nuevo inventario recoge la disminución de emisiones que se ha producido en España desde el año 2008, lo cual ha permitido mejorar nuestras predicciones de óxidos de nitrógeno y añadir la predicción de dióxido de azufre. También se ha cambiado la paleta de colores de los mapas previstos teniendo en cuenta los rangos de los valores de las concentraciones de las diferentes especies químicas propuestos por el Índice de Calidad del Aire Europeo aprobado por el MAPAMA.

### 5.2.3.

#### **Información sobre condiciones atmosféricas en relación con episodios de contaminación**

Cada día son más las administraciones regionales y locales que establecen sus propios protocolos de actuación frente a situaciones de contaminación. Ante esta demanda la Agencia ha desarrollado y puesto en operación, para diferentes ubicaciones, un producto semiautomático que describe las condiciones meteorológicas en relación con la tendencia a la acumulación de los contaminantes por la presencia de inversiones térmicas en niveles cercanos al suelo o que, por el contrario, favorecen su dispersión horizontal o vertical.

## 5.3

### **Investigación y desarrollo**

AEMET realiza estudios e investigaciones en los campos de las ciencias atmosféricas y desarrolla técnicas y aplicaciones para progresar en el conocimiento del tiempo y el clima, efectuando asimismo una permanente adaptación de sus sistemas y procesos al progreso científico y tecnológico. La actividad en I+D está enfocada, por un lado, a mejorar los modelos numéricos de predicción del tiempo y del clima, y los sistemas de observación de la propia Agencia, y por otro a contribuir en la comprensión de los procesos físicos y químicos atmosféricos que modulan el tiempo y el clima. En el desarrollo de proyectos de I+D la colaboración con otros organismos nacionales e internacionales es fundamental.

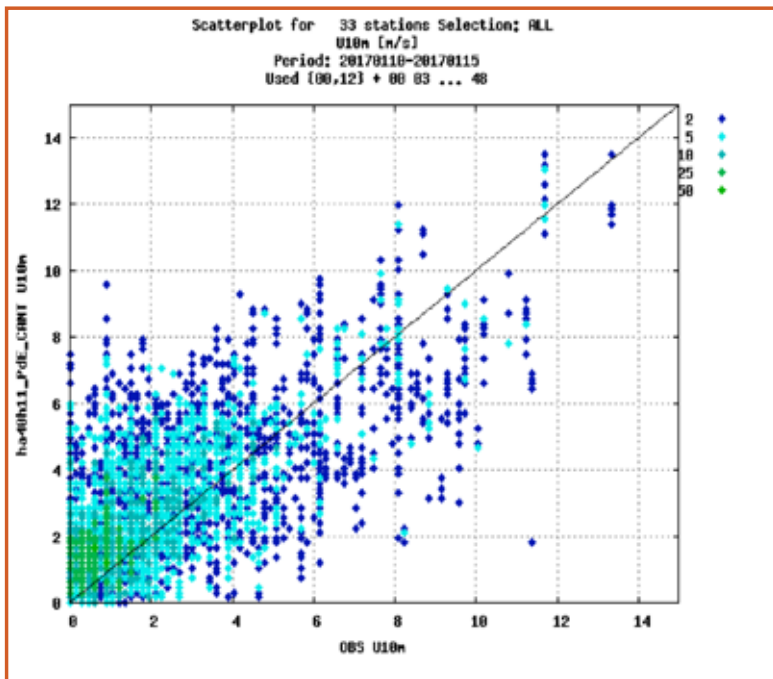
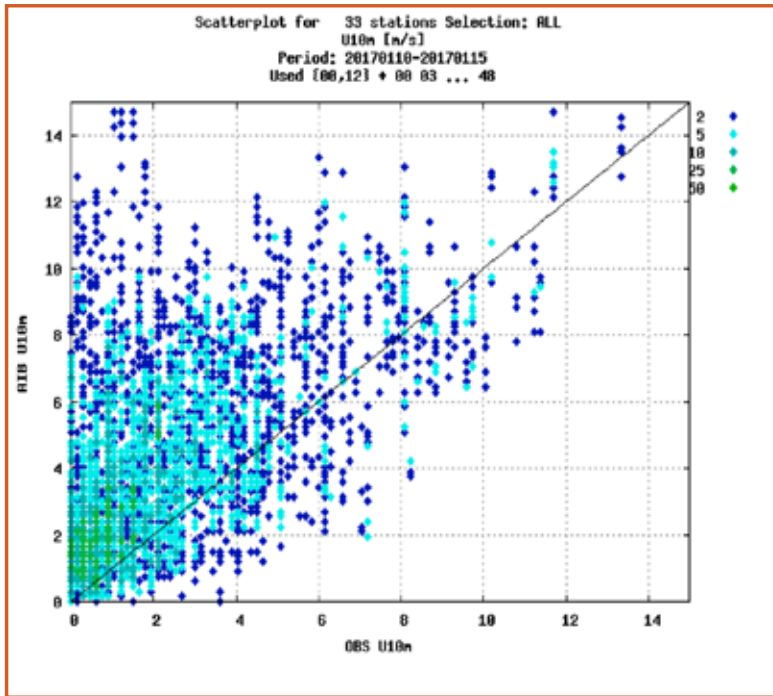
### 5.3.1.

#### Avances en la modelización numérica de muy alta resolución

Durante 2017, dentro del proyecto SAMOA (oceanografía operacional al servicio de las Autoridades Portuarias en colaboración con Puertos del Estado), se ha implementado un módulo de predicción meteorológica de muy alta resolución, con la finalidad de suministrar información meteorológica y de dispersión de contaminantes de alta calidad. Se lleva a cabo mediante una nueva configuración e integración operativa de simulaciones numéricas realizadas con el modelo regional de predicción HARMONIE-AROME, utilizando una resolución de 1km. El modelo numérico de alta resolución a 1km se ejecuta en cuatro dominios (Alborán, Cantábrico, Mediterráneo y Canarias) y las salidas obtenidas se postprocesan, consiguiendo finalmente la información meteorológica requerida en siete áreas localizadas en los puertos de interés (Almería, Málaga, Melilla, Asturias, Cataluña, Baleares y Canarias). Al ejecutar el modelo a tan alta resolución, se encontraron problemas de inestabilidad en determinadas zonas donde se producía fuerte convección o valores del viento elevados (por ejemplo en el Estrecho de Gibraltar). Para solucionarlo se realizaron ajustes en el esquema de turbulencia HARATU, se activó el esquema número temporal predictor-corrector y se llevaron a cabo ciertos cambios en parámetros relacionados principalmente con la forma de iteración en la resolución de las ecuaciones y en el filtrado de ondas.

A partir de las verificaciones realizadas comparando los experimentos con las observaciones disponibles, se obtiene una mejoría sustancial y generalizada de la predicción de la intensidad de viento en todas las áreas.





Gráficas de dispersión del viento a 10 m. A la izquierda, el modelo Harmonie-Arome 2.5km y a la derecha, el modelo Harmonie-Arome 1 km frente a las observaciones en el área Cantábrica durante el periodo 10-15 de enero de 2017. Cada nube de puntos muestra la distribución del número de casos que hay con cierta dispersión respecto a las observaciones. En el gráfico del modelo Harmonie-Arome a 1 km (derecha), la nube de dispersión presenta una mayor concentración de puntos y simetría respecto a la diagonal que en el de menor resolución.

### 5.3.2.

#### Colaboración con el Instituto Portugués del Mar y la Atmósfera (IPMA) en predicción numérica del tiempo

Tanto el IPMA como AEMET llevan muchos años desarrollando programas de investigación y desarrollo en el campo de los modelos numéricos, aunque cada instituto está afiliado a un consorcio europeo diferente (ALADIN en el caso del IPMA y HIRLAM en el caso de AEMET). Esto ha hecho que las relaciones bilaterales en este campo no hayan sido hasta ahora todo lo intensas que sería de desear. Pero debe tenerse en cuenta que, más allá de que España y Portugal compartan el mismo entorno geográfico y se vean afectados en muchas ocasiones por los mismos fenómenos meteorológicos, ambos consorcios están inmersos en un proceso de convergencia y prevén formar un solo consorcio en 2020, por lo que aparece como prioritario intensificar los contactos y la colaboración, tanto en el desarrollo de modelos numéricos como en la operación de los mismos.



Participantes de IMPA y AEMET en la reunión de coordinación celebrada en febrero en Madrid

Además, dada la complejidad de los actuales sistemas de predicción, la colaboración permite una mayor especialización, ya que los desarrollos de las dos instituciones son fácilmente intercambiables. Las áreas identificadas en las que la colaboración puede ser más productiva son la asimilación de datos y la mejora de la disponibilidad de las observaciones,

ya que se asimilan el mismo tipo de observaciones, y los ensembles de predicción, dado que se puede distribuir la realización de las integraciones entre las dos instituciones para optimizar los recursos de cálculo.

### 5.3.3.

#### **Workshop sobre “Predicción probabilística de fenómenos severos”**

En el marco del proyecto SRNWP- EPS Phase II, que AEMET coordina por mandato de EUMETNET (grupo de servicios meteorológicos europeos), se celebró en la Agencia una reunión de trabajo sobre predicción probabilística de fenómenos severos. Esta reunión, la segunda organizada por el proyecto, contó con la asistencia de 31 científicos de universidades y servicios meteorológicos de toda Europa y de la NOAA de Estados Unidos.

El objetivo principal del proyecto es contribuir a construir sistemas de conjuntos de muy alta resolución en Europa, capaces de resolver los fenómenos de escala convectiva. En concreto:

- Desarrollar nuevos productos y metodologías para la calibración de conjuntos de modelos de área limitada para extremos y predicción probabilística de tormentas y nieblas.
- Comprender la sensibilidad de los sistemas de predicción por conjuntos a las condiciones del suelo y de la capa límite planetaria (PBL) y su efecto sobre la predicción de los fenómenos seleccionados (niebla y tormentas).

De forma específica, en la reunión se debatió sobre el papel de las perturbaciones de los parámetros de superficie en la calidad de las predicciones probabilísticas de nieblas y tormentas, y sobre las técnicas estadísticas más adecuadas para la calibración de sistemas de predicción por conjuntos, que mejoren los resultados de las predicciones para fenómenos severos.

### 5.3.4.

#### **El Centro de Investigación Atmosférica de Izaña**

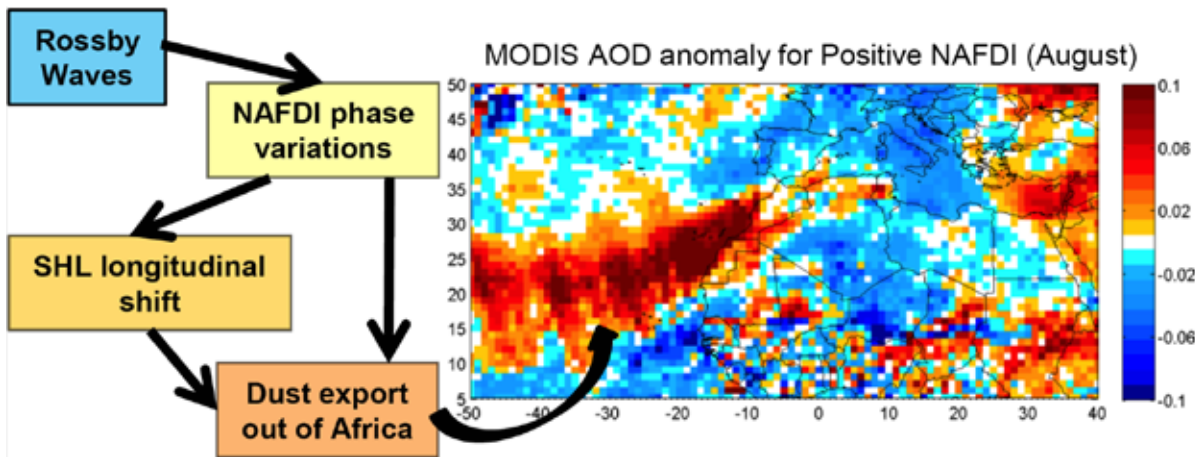
La observación del sistema Tierra-atmósfera es fundamental para investigar los procesos que conducen al cambio climático y, por lo tanto, para apoyar las decisiones sobre las estrategias de mitigación del mismo. La teledetección de la atmósfera desde el espacio es un componente esencial de esta estrategia de observación, ya que permite una cobertura global con una alta resolución temporal. Sin embargo, para una correcta interpretación científica de estas observaciones se requiere una documenta-

ción continua de su calidad. En este contexto, la alta calidad de las observaciones realizadas dentro del programa de Espectrometría de Infrarrojo por Transformada de Fourier del Observatorio Atmosférico de Izaña hace que hayan sido ampliamente utilizadas durante 2017 para la validación de medidas de sensores remotos a bordo plataformas espaciales (ILAS, ACE-FTS, IASI, GOME, MIPAS, OCO-II, ...) y de simulaciones de modelos atmosféricos, así como para investigar aspectos fundamentales del cambio climático. Estas medidas son referencia para diversos proyectos e iniciativas internacionales, entre otros, los proyectos europeos MUSICA y NORS del European Research Council (ERC), NIDFORVal y TCCON4S5P de la ESA, VALIASI de EUMETSAT, o a nivel nacional, los proyectos NOVIA e INMENSE financiados por MINECO.

Los estudios sobre aerosoles se focalizaron en el transporte transatlántico, dentro del proyecto AEROATLAN, liderado por AEMET, y financiado por MINECO. Cabe destacar, la publicación de la primera climatología de los aerosoles que, exportados desde Norteamérica, cruzan el Atlántico en la corriente del oeste, típica de las latitudes medias y subtropicales. Estos aerosoles están, principalmente, constituidos por polvo desértico y de agricultura emitidos en las Grandes Llanuras, de materia orgánica ligada a emisiones en el sudeste de los EEUU (con aportaciones biogénicas) y sulfato -ligado a combustibles fósiles- y hollín procede de las grandes urbes del nordeste de los EEUU y sudeste de Canadá. Este trabajo, pionero, ha puesto de manifiesto que, la corriente del oeste actúa como cinta transportadora de aerosoles desde Norteamérica hacia Europa y el Norte de África.

Otro estudio destacable se centró en el polvo Sahariano, y en la influencia que las ondas de Rossby y la intensidad del dipolo Norte Africano (NA-FDI) ejercen en la baja térmica Sahariana y la exportación de polvo hacia el Mediterráneo y el Atlántico en la denominada Capa de Aire Sahariano. Finalmente cabe destacar otra publicación sobre el origen de los aerosoles orgánicos en la Capa de Aire Sahariano, trabajo que demostró que, junto al polvo desértico Sahariano viaja un coctel de compuestos orgánicos, cuyo origen se encuentra en los restos primarios de vegetación, las emisiones biogénicas, los lubricantes de automóviles y la combustión de biomasa.

En relación a los gases de efecto invernadero, cabe destacar la implantación de una innovadora técnica ("Cavity Ring-Down Spectroscopy"), para la medida de la fracción molar con altísima exactitud de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$  y  $\text{H}_2\text{O}$ , lo que permite mejorar notablemente el programa de vigilancia de estos gases y además hacerlo siguiendo los requisitos de la infraestructura europea ICOS (Integrated Carbon Observation system; <http://www.icos->



Esquema conceptual de la interacción de las ondas de Rossby con el dipolo Norte Africano (NAFDI) y la baja térmica sahariana (SHL) (extraído de Cuevas et al., 2017)

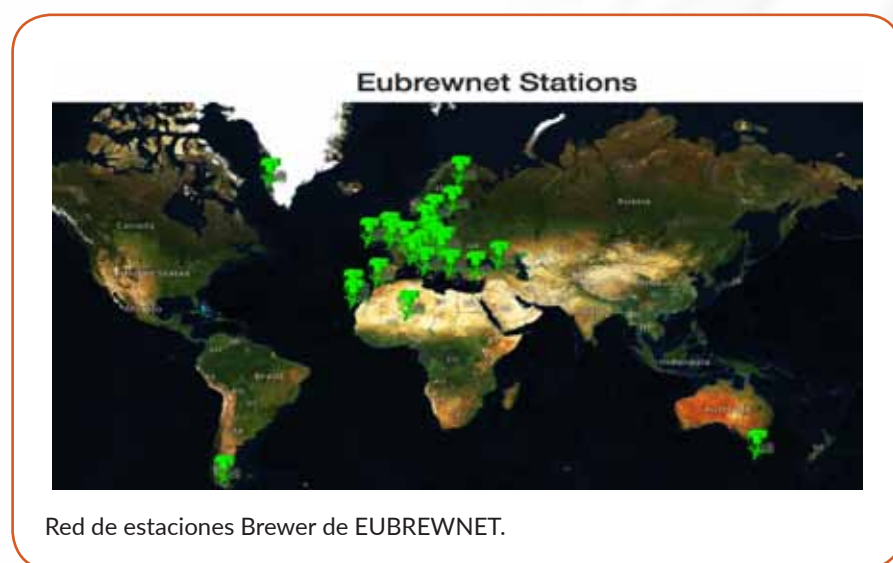
infraestructure.eu/). A nivel científico se participó en investigaciones internacionales sobre emisiones de metano del “CarbonTracker Europe-CH<sup>4</sup> v1.0”, y sobre el sistema de asimilación de medidas de dióxido de carbono atmosférico del modelo de transporte acoplado Euleriano-Lagrangiano atmosférico global (GELCA).



El nuevo analizador Picarro para la determinación simultánea de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO y H<sub>2</sub>O mediante la innovadora técnica “Cavity Ring-Down Spectroscopy”.

## 5. Actividades clave

En lo que concierne a la vigilancia de la capa de ozono, se elaboró y presentó el informe nacional en la Décima Reunión de los Directores de Investigaciones sobre el Ozono del Convenio de Viena, celebrada en Ginebra del 28 al 30 de marzo de 2017, con numerosos resultados científicos, la mayor parte de ellos fruto de la colaboración entre AEMET y el INTA. También cabe ser destacada la actividad desarrollada en el marco de la acción COST europea ES1207, que propició la creación de la red EUBREWNET, y que finalizó en 2017 cumpliendo su objetivo de homogeneizar, a través de una red de alcance europeo, las mediciones de ozono de los espectrofotómetros Brewer. AEMET, gestionando EW-BREWNET, proporciona ozono en tiempo real de más de 45 estaciones Europeas a las que se han sumado estaciones en África, América del Norte y Sur y Oceanía. EUBREWNET ha recibido los elogios de la comunidad internacional y la OMM, a través del su Programa de Vigilancia Atmosférica Global (VAG), la considera un elemento esencial en la observación de la capa de ozono.



En el proyecto EGB-SVN (EarthCare Ground Based Spectrometer Validation Network) desarrollado en colaboración con la Universidad de la Laguna, y financiado por la Agencia Espacial Europea, se alcanzó el importante hito de desarrollar y poner en modo operativo medidas de espesor óptico de aerosoles con el espectrómetro Brewer. Este logro permitirá en un futuro próximo que la red EUBREWNET proporcione en tiempo real medidas de aerosoles para todos los equipos de la red, calibrado frente al Centro Europeo de Calibración Brewer (RBCC-E), gestionado también por AEMET.

### 5.3.5.

#### Mejoras en el SAF de Nowcasting

El SAF ("Satellite Application Facility") de Nowcasting es una unidad integrada en la Organización Europea para la Explotación de los Satélites Meteorológicos (EUMETSAT) y cuyo objetivo es el desarrollo de productos que optimicen el uso de los datos de satélite para su aplicación a la predicción inmediata y a muy corto plazo (<http://nwc-saf.eumetsat.int>). El proyecto está liderado por AEMET, desarrollando, dentro de un consorcio en el que participan además los servicios meteorológicos de Francia, Austria y Suecia, y cofinanciado por EUMETSAT, diversos productos de Nowcasting a partir de datos de satélites.

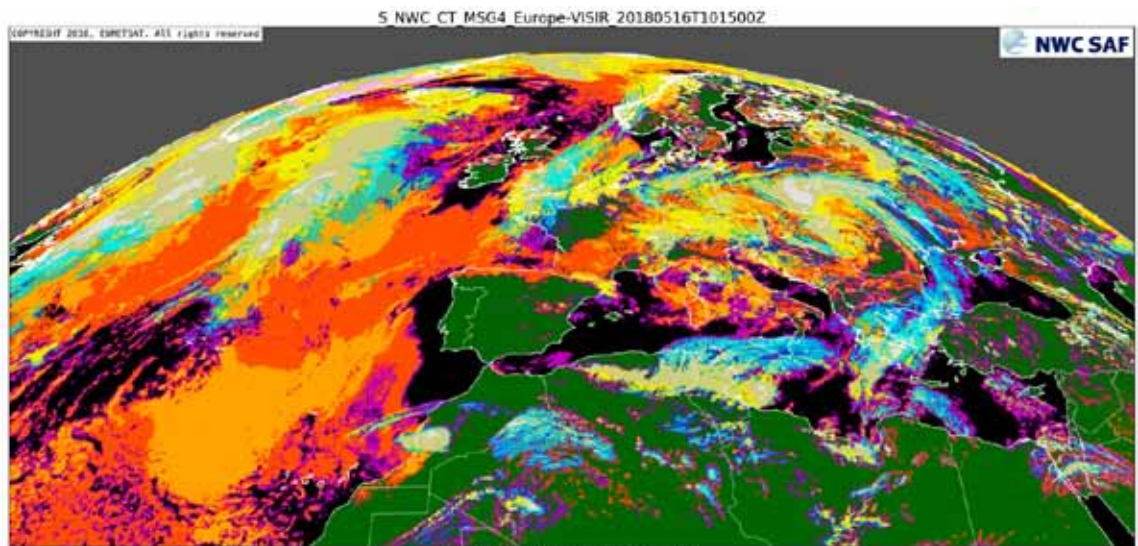
El SAF de Nowcasting desarrolla software que distribuye a sus más de 110 usuarios a los que además da un soporte continuado. Entre los usuarios cabe destacar servicios meteorológicos de Europa, Asia y Oceanía. El software permite a los usuarios la generación de productos de gran utilidad para la predicción tales como la identificación de áreas de precipitación, vientos de alta resolución, productos de estabilidad en aire claro, el diagnóstico y seguimiento de tormentas, detección de nubes, tipo y altura de las nubes, detección de ceniza volcánica y polvo del desierto y detección de turbulencia. Para ello, se utilizan las imágenes provenientes de los satélites geoestacionarios Meteosat Segunda Generación (MSG) y satélites polares (MetOp y otros).

Durante el año 2017 se han añadido mejoras importantes al procesado de datos del SAF de Nowcasting. Además de mejoras generales en todos los productos, cabe destacar las siguientes:

- Se ha modernizado y mejorado enormemente la página Web del SAF de Nowcasting (<http://nwc-saf.eumetsat.int>).
- Existe la posibilidad de utilizar, con la versión actual, los datos del modelo GFS (Global Forecast System) del servicio meteorológico estadounidense como entrada al sistema, además de los ya habituales del Centro Europeo de Predicción a Medio Plazo (ECMWF).
- Se ha añadido un nuevo producto, denominado EXIM, que extrapola hacia el futuro varios productos del SAF de Nowcasting. Este producto permite realizar una predicción a muy corto plazo (unos minutos a una hora) a partir del uso exclusivo de imágenes de satélites. Un ejemplo práctico del uso de este producto se da en empresas de generación de energía eléctrica a partir de la radiación solar, muy interesados en determinar con cierta antelación la oferta de energía eléctrica de estas centrales.

## 5. Actividades clave

- Se ha puesto operativa, en fase de pruebas, la herramienta interactiva que muestra los productos actuales en la página Web. Esta herramienta, denominada “mermaid”, permite el zoom, navegado de los productos y representación de bucles temporales de forma interactiva en la página Web. Se pretende extender su funcionalidad en el futuro.
- Se han distribuido también herramientas añadidas para el uso adecuado y eficiente de los productos: programas para representar los productos gráficamente y para convertir los datos originales del satélite a un formato más amigable como binario o NetCDF.



Ejemplo del producto “Tipo de nubes” (CT), disponible en la Web del SAF de Nowcasting



## 5.4

### Servicios climáticos

#### 5.4.1.

#### La Agencia participa en tres proyectos de investigación del consorcio europeo ERA4CS

La necesidad cada vez más acuciante de adaptación al cambio climático, constituye un objetivo a nivel mundial, tal y como se estableció en la tercera Conferencia Mundial sobre el Clima, en 2009. La vulnerabilidad de la sociedad ante los efectos del cambio climático va en aumento, lo que unido a otros elementos como el crecimiento de la población, la migración, el desarrollo de infraestructuras o el uso inapropiado del suelo, obliga a la sociedad a poner en marcha medidas de adaptación.

Por todo ello se ha constituido el Consorcio ERA4CS (European Research Area for Climate Services), un instrumento de la Unión Europea que tiene como objetivo poner énfasis y recursos en la investigación para los servicios climáticos, incluyendo la adaptación, la mitigación y la gestión del riesgo de desastres, para permitir que las regiones, las ciudades y los sectores económicos clave encuentren oportunidades y se fortalezca el liderazgo europeo.



En el Consorcio ERA4CS participan más de 40 socios pertenecientes a 18 países europeos

El consorcio ERA4CS aborda el desarrollo de servicios climáticos a partir de la demanda de los potenciales usuarios, tanto públicos como privados, para cubrir sus necesidades y para que estos sean capaces de afrontar los futuros impactos de la variabilidad climática y del cambio climático. Además estos servicios climáticos deberán constituir en el futuro una guía para la toma de decisiones de investigadores, agentes, políticos y gestores.

El objetivo final es trasladar la información climática a los potenciales usuarios de una forma práctica y útil, constituyéndose como un puente entre el sistema científico y las diferentes comunidades de usuarios. Para ello es necesario desarrollar herramientas, métodos, estándares y controles de calidad de la información climática tan necesaria en ámbitos económicos, políticos y sociales.

Los proyectos en los que AEMET participa como socio investigador son:

- INDECIS: “Integrated approach for the development across Europe of user oriented climate indicators for GFCS high-priority sectors: agriculture, disaster risk reduction, energy, health, water and tourism” coordinado por la Universidad Rovira I Virgili (España). (Enfoque integrado para el desarrollo en Europa de indicadores climáticos orientados al usuario para sectores prioritarios: agricultura, reducción de riesgos de desastre, energía, salud, agua y turismo).
- MEDSCOPE: “MEDiterranean Services Chain based On climate PrEdictions” coordinado por el Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (Italia). (Servicios mediterráneos basados en predicciones climáticas).
- DUSTCLIM: “Dust Storms Assessment for the development of user-oriented Climate Services in Northern Africa, Middle East and Europe” coordinado por el Barcelona Supercoputing Centre (España). (Evaluación de las tormentas de polvo para el desarrollo de servicios climáticos orientados al usuario en el norte de África, Oriente Medio y Europa).

## 5.4.2.

### Información climática

La información sobre los valores normalizados de parámetros climatológicos es cada vez más demandada y usada en la toma de decisiones en el ámbito de la planificación de múltiples actividades. Se ha revelado como una herramienta de gran utilidad el uso de rejillas normalizadas de los valores climatológicos para los periodos de referencia fijados por la OMM. Este tipo de formato permite una fácil interpolación para inferir los valores climáticos no solo en los puntos para los que existe una estación de observación sino también para inferir otros puntos en los que no se dispone de medidas. Adicionalmente, este tipo de productos permite una visualización bidimensional de la variación espacial de los parámetros. En 2017 se ha finalizado la generación de rejillas mensuales de temperatura y precipitación sobre nuestra geografía y se ha avanzado en la preparación de rejillas diarias de temperatura máxima y mínima.

Parte de esta información se usó en la colaboración con el Instituto Geográfico Nacional para la confección de los apartados de Climatología en la nueva edición del Atlas Nacional de España. AEMET ha proporcionado los datos en rejilla de diferentes variables meteorológicas que se confeccionan con información climática del periodo 1981-2010 o, según la variable, para el periodo disponible. También se ha generado información tabulada de extremos de temperaturas y gráficos de precipitación y temperaturas para diferentes estaciones meteorológicas.

En el ámbito del proyecto DESEMON se ha desarrollado una base de datos y una aplicación web para la monitorización de las sequías en España, representando distintos índices de sequía, tanto los más clásicos como otros más novedosos.

# 5.5

## Comunicación y difusión de datos e información

### 5.5.1.

#### Récord de visitas a la página web en enero de 2017

La página web de AEMET, de cuya creación se cumplieron 20 años en 2016, superó el 19 de enero de 2017 su anterior número máximo diario de visitas, con un total de 11.717.439 páginas visitadas.

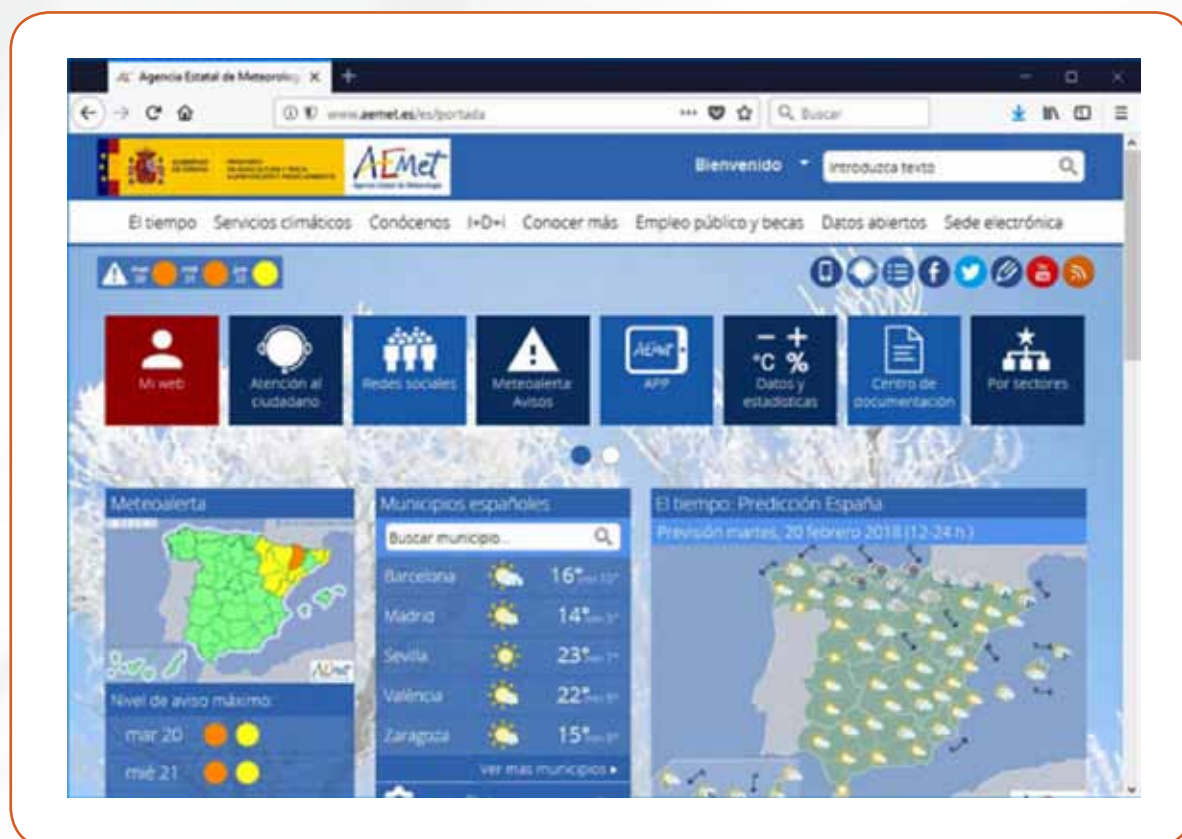
Este elevado número, que coincidió con un importante temporal de nieve en el este peninsular, pone de manifiesto la utilidad de este canal de suministro y difusión de las informaciones meteorológicas, predicciones de interés general y avisos de fenómenos meteorológicos adversos para la ciudadanía en todo el territorio nacional.

La web de AEMET muestra contenidos orientados a los aspectos de mayor interés para los ciudadanos, concentrando la información más visitada en la portada para facilitar su acceso. El sitio cuenta con una imagen renovada, acorde con las tendencias actuales en diseño y programación web (Responsive Web Design).

La web y la app oficial (con versiones para Android e iOS) son los principales canales de información de AEMET, por eso su modernización es muestra del continuo esfuerzo de la Agencia para ofrecer innovación y nuevas tecnologías en la difusión de la meteorología y climatología a los ciudadanos.

Desde la página web corporativa se posibilita el acceso a las redes sociales (AemetBlog, Facebook, canal de Youtube y las diferentes cuentas de Twitter). Además, posibilita el acceso a otras páginas web, destinadas a sectores específicos:

- Meteoruta, una herramienta para la circulación vial, a través de la cual se proporciona información de distintas variables meteorológicas que afectan a la conducción (lluvia, nieve, viento, temperaturas bajas) y su evolución temporal horaria para las próximas 24 horas.
- MeteoNav, sistema para la navegación marítima, mediante el que se pueden obtener varios parámetros de interés para la navegación marítima, costera u oceánica (vientos y diferentes tipos de oleaje) a lo largo de la ruta con un alcance de hasta diez días.



- Sistema de Notificación de OBServaciones Atmosféricas Singulares, SINOBAS. Sistema colaborativo ideado para recoger, publicar y mostrar la información aportada por los ciudadanos sobre la ocurrencia de ciertos fenómenos singulares, que se caracterizan por ser locales, poco frecuentes, de intensidad significativa y con capacidad de provocar alto impacto social.
- Predicciones oficiales de la OMM para ciudades de todo el mundo.
- Predicción de polvo mineral atmosférico para el Norte de África, Oriente Medio y Europa. El Barcelona Dust Forecast Center, gestionado conjuntamente por AEMET y por el Barcelona Supercomputing Center, produce y distribuye diariamente predicciones del contenido de polvo en la atmósfera para el Norte de África, Oriente Medio y Europa.
- AMA, Autoservicio Meteorológico Aeronáutico, servicio destinado a los usuarios que justifiquen una actividad aeronáutica y previamente autorizados

### 5.5.2.

#### **Dedícale un tiempo al tiempo: taller didáctico de meteorología**

La idea de impartir estos talleres surgió a raíz del contacto entre la Delegación de AEMET en Galicia y el Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT), ambos con sede en la ciudad de A Coruña, que permitió diseñar un taller didáctico sobre conceptos e instrumentos meteorológicos, complementado con experimentos de fácil realización. Los talleres se realizan en el museo, que tiene una sala especial dedicada a estas actividades, y se imparten bajo demanda de los colegios que previamente lo han solicitado al museo, que lo ofrece como actividad escolar en su página web.



Sede del Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT) en A Coruña

La idea es transmitir una serie de conceptos meteorológicos, presentados de forma simple por tratarse de un taller dedicado a niños de primaria:

- ¿Qué es la Meteorología?
- ¿Qué es la atmósfera?
- ¿Qué son las nubes?
- ¿Por qué llueve? etc.

El taller, por el que pasaron unos 600 niños y niñas de los cursos 3º a 6º de Primaria en el curso 2016-17, se enfoca al manejo de instrumentos meteorológicos y a la realización de experimentos relacionados con la presión atmosférica, tratando de alcanzar varios objetivos:

- El primero y fundamental, acercar la Meteorología a los niños, mediante una aproximación a la observación científica de variables meteorológicas (precipitación, velocidad del viento, insolación, temperatura...) y al posterior registro de los resultados de la misma.
- Recalcar la importancia del aire en todos los fenómenos meteorológicos: el aire existe aunque no lo veamos, se expande y se comprime, ocupa espacio y ejerce presión sobre los cuerpos.
- Apreciar el ingenio con el que se han diseñado los instrumentos mecánicos y comprender cómo funcionan.
- Practicar el trabajo en equipo.
- Exponer en público las conclusiones a las que llegan después de realizar su experimento o averiguar el funcionamiento del instrumento de medida asignado.

# 6

## La dimensión internacional

### 6.1

#### Participación en organismos internacionales

Durante el año 2017 AEMET ha desarrollado una intensa actividad internacional dentro de una cuádruple vertiente: a) ejercer la representación de España en organismos internacionales relacionados con la meteorología y climatología, según establece su estatuto; b) colaborar con otros servicios meteorológicos en foros y proyectos de interés común; c) beneficiarse de iniciativas de ámbito mundial y europeo para su propia actividad nacional; y d) desplegar las actividades encuadradas dentro de los programas de cooperación al desarrollo

#### Organización Meteorológica Mundial (OMM)

La Organización Meteorológica Mundial (OMM – [public.wmo.int/es](http://public.wmo.int/es)) es una Agencia Especializada de Naciones Unidas con competencias en meteorología, climatología e hidrología. Sus 191 países y territorios miembros están representados permanentemente a través de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN).

En mayo de 2017 tuvo lugar en Ginebra la 69ª sesión del Consejo Ejecutivo de la OMM, órgano ejecutivo de la organización entre Congresos, del que el presidente de AEMET forma parte, así como de otros grupos de trabajo dependientes del Consejo. En esta reunión se adoptaron medidas relacionadas con los sistemas de predicción y avisos y la reducción de riesgos de desastres, la prestación de servicios climáticos y en especial los servicios climáticos, las redes de observación (WIGOS) y las alianzas público-privadas. Especial relevancia tuvo la prestación de servicios a la aeronáutica, tema al que se dedicó un día completo y que contó con la presencia de representantes de todos los actores del sector aeronáutico.



La Agencia ha iniciado la solicitud para el reconocimiento por la OMM de un Centro Regional de Formación (CRF), que contará con la colaboración de la Universidad Rovira i Virgili y de AECID (Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo).

## **Centro Europeo de Predicción meteorológica a Plazo Medio (CEPPM)**

El CEPPM (<http://www.ecmwf.int/>) es una organización formada por 22 países miembros y 12 cooperantes, cuyos objetivos principales son desarrollar métodos numéricos para predicciones meteorológicas a medio plazo, así como distribuir dichas predicciones a los servicios meteorológicos de los estados miembros, entre otras.

En un Consejo extraordinario celebrado en febrero de 2017 se aprobó el traslado de la sede del centro de proceso de datos (CPD) del CEPPM a la localidad italiana de Bolonia, y se pidió a la Directora General que iniciase las negociaciones con el gobierno italiano de cara a la firma del acuerdo. En el Consejo de diciembre se aprobó establecer un Comité Director para seguir y controlar el desarrollo del programa de traslado del CPD a la nueva ubicación (denominado BOND – Bolonia Our New Data center). En este último Consejo se aprobó también iniciar el proceso de adquisición del nuevo superordenador, que será instalado en el nuevo centro en el año 2020.

## **EUMETSAT – Organismo Europeo para Explotación de Satélites Meteorológicos**

EUMETSAT (<http://www.eumetsat.int>) es un organismo intergubernamental del que forman parte 30 Estados europeos y al que España pertenece desde su creación. En 2017 España tenía que haber aprobado la contribución para participar en el programa JASON-CS, una misión específica de altimetría por satélite para vigilancia de los océanos que será muy beneficiosa para la comunidad científica, la industria y los usuarios españoles, pero las restricciones presupuestarias lo impidieron. Se espera que en 2018 España pueda adherirse definitivamente al programa.

## **EUMETNET – Conferencia Europea de Servicios Meteorológicos Nacionales**

AEMET es miembro de la conferencia europea de Servicios Meteorológicos Nacionales (EUMETNET - <http://www.eumetnet.eu/>), una asociación de 31 servicios meteorológicos europeos, para llevar a cabo programas de colaboración en diversos campos de la actividad básica operativa, mejorando prácticas y reduciendo los costes de las inversiones que cada país realiza en infraestructuras y que benefician a toda la comunidad.

AEMET continúa liderando y dirigiendo el programa SRNWP-EPS en colaboración con el Servicio Meteorológico Nacional de Italia, cuyo objetivo es mejorar la cooperación entre los sistemas de predicción por conjuntos, de área limitada, con énfasis en la predicción probabilística de fenómenos de tiempo severo y de alto impacto.

### **ECOMET - Agrupación de Interés Económico de los Servicios Meteorológicos de Europa**

ECOMET (<http://www.ecomet.eu/>) es un Grupo de Interés Económico (EIG) bajo la ley belga creado a finales de 1995. Tiene 26 miembros, que son servicios meteorológicos nacionales europeos. La Agencia es miembro de esta organización desde 1996.

El objetivo principal de ECOMET es preservar el intercambio libre y sin restricciones de la información meteorológica entre los servicios meteorológicos nacionales para sus funciones operacionales en el marco de las regulaciones de OMM (Resolución 40 OMM) y asegurar la disponibilidad de los datos básicos meteorológicos y productos comerciales. ECOMET garantiza el acceso a los datos meteorológicos y productos en competencia leal para los sectores públicos y privados de acuerdo con las directivas comunitarias

### **Grupo HIRLAM y otros consorcios**

El grupo de cooperación HIRLAM (<http://hirlam.org/>) está integrado por los Servicios Meteorológicos Nacionales de Dinamarca, Estonia, Finlandia, Holanda, Irlanda, Islandia, Lituania, Noruega, Suecia, España y el de Francia como miembro asociado. HIRLAM coopera en el desarrollo y explotación de modelos numéricos de alta resolución para su uso operativo en la predicción desde la pasada década. AEMET es miembro del consorcio desde 1997 y continúa participando en el nuevo programa, que se extiende de 2016 a 2020.

HIRLAM está inmerso en un proceso de convergencia con el consorcio ALADIN, liderado por Météo France, de forma que prevén formar un solo consorcio en 2020

## Copernicus

El Programa Copernicus de la Comisión Europea (<http://www.copernicus.eu>) consiste en el suministro de libre acceso y gratuito de datos e información para ayudar a comprender mejor nuestro planeta y a gestionar de forma sostenible el medio ambiente. Copernicus está basado en la utilización y transformación de datos de satélite, datos in-situ y predicciones en información de valor añadido, procesando y analizando estos datos (servicios).

Los servicios Copernicus se estructuran en seis áreas temáticas:

- el servicio de vigilancia de la atmósfera (CAMS)
- el servicio de vigilancia del entorno marino (CMEMS)
- el servicio de vigilancia terrestre
- el servicio de cambio climático (C3S)
- el servicio de gestión de emergencias (EMS)
- El servicio de seguridad.

En cuanto a la estructura de Copernicus en España, se realizan periódicamente Foros de Usuarios y Comités, que a su vez reportan a los Foros de Usuarios y Comités europeos de Copernicus, siendo la Agencia representante de España los servicios C3S y CAMS. A finales de noviembre se celebró en AEMET la 6ª Reunión del Foro de Usuarios de COPERNICUS España. Asimismo se llevó a cabo a finales de noviembre una Jornada Técnica con el director de los Servicios de Atmósfera y Cambio Climático de Copernicus, con el objetivo de recoger las propuestas de los coordinadores de los servicios de atmósfera y clima de La Agencia sobre cómo deberían de evolucionar estos servicios más allá del 2020.

### GEO - Grupo de Observación de la Tierra

Establecido en 2005, GEO es una asociación voluntaria de más de 100 gobiernos y más de 100 organizaciones participantes que prevé un futuro donde las decisiones y acciones se basan en observaciones de la Tierra coordinadas, integrales y sostenidas. GEO trabaja para conectar la demanda de información ambiental con el suministro de datos e información sobre la Tierra recopilada a través de sistemas de observación y puesta a disposición por la comunidad GEO. España está representada en GEO por AEMET, que además ejerce la coordinación dentro del grupo GEO-España, del que forman parte otras organizaciones nacionales interesadas.

## 6.2

### Cooperación al desarrollo

En el marco establecido por el Plan Director de la Cooperación Española (Ministerio de Asuntos Exteriores y Cooperación), AEMET mantiene programas de cooperación al desarrollo con más del 25% de los países del mundo en las áreas en las que ha centrado su actividad, fundamentalmente América Latina, África Occidental y la Gran Región Mediterránea. Las redes para el desarrollo creadas por AEMET han promovido el fortalecimiento institucional de los SMHN de estas áreas, la creación de capacidad y la prestación de servicios. Las líneas estratégicas apoyadas por la cooperación española en meteorología son:

- Fortalecimiento institucional y movilización de recursos
- Mejora técnica en la provisión de servicios de tiempo y clima
- Desarrollo de capacidad

La actividad en cooperación en 2017 ha impulsado el desarrollo de estas líneas en los países y regiones a que se dirige, haciendo uso de aportaciones económicas para la organización y desarrollo de actividades de cooperación, con un importe de unos 124.922 €. Sin embargo, más valiosas son las contribuciones 'en especie', en especial mediante la dedicación de jornadas de expertos y el empleo de la infraestructura de AEMET y que para 2017 puede valorarse en unos 382.535 €. En total, se han llevado a cabo 28 actividades de cooperación por un importe total de 507.458 €.

## Cooperación en Iberoamérica

AEMET coordina la Conferencia de Directores de Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Iberoamericanos (CIMHET – <http://www.cimhet.org/>), creada en 2003. En apoyo a la creación de capacidad, durante 2017 se han impartido 4 actividades formativas en los centros de formación de AECID:

- Curso sobre seguimiento y predicción de sequías. Centro de Formación de la Cooperación Española (CFCE) de Santa Cruz de la Sierra (Bolivia). 17 alumnos de 15 países.
- Curso sobre aplicaciones hidrometeorológicas de los radares meteorológicos. CFCE de Montevideo (Uruguay). 19 alumnos de 15 países.
- Curso sobre Aplicaciones de imágenes y productos de satélites a la meteorología de latitudes medias. CFCE de Santa Cruz de la Sierra (Bolivia), 25 de septiembre a 6 de octubre de 2017. 17 alumnos de 7 países.
- Curso sobre aplicaciones del modelo de predicción meteorológica del centro europeo a la meteorología tropical. CFCE de Cartagena de Indias (Colombia). 21 alumnos de 15 países.

Mención aparte merece la puesta en marcha, en su fase online, de la segunda edición del curso semi-presencial del Paquete de Instrucción Básica para Meteorólogos (PIB-M) con 25 alumnos inscritos. Curso organizado e impartido de acuerdo con los estándares de la OMM y que resulta fundamental para facilitar la cualificación de personal de los SMHN Iberoamericanos.

## Cooperación en el Noroeste de África

La Agencia ha dado apoyo financiero, a través del fondo fiduciario que mantiene en la OMM, al ACMAD (African Centre of Meteorological Application for Development), Centro Meteorológico y Climático con competencia continental africana, para la participación de miembros de ACMAD en la Conferencia Alerta Temprana Multi-Riesgos (Cancún) y en el foro de MedCOF9 (Mediterranean Climate Outlook Forum').

### Cooperación en la región mediterránea y otras áreas

El Centro de Predicción de Polvo Atmosférico de Barcelona (BDFC/SDS-WAS - <http://dust.aemet.es>), uno de los dos centros regionales de la OMM existentes (el otro está en China), proporciona predicciones operativas de presencia de arena y polvo en la atmósfera para los países del N de África, Europa y Oriente Medio. Su creación y mantenimiento ha sido un proyecto conjunto de AEMET y el Barcelona Supercomputing Center. En 2017 se llevó a cabo la sexta edición del curso 'Training Course on WMO SDS-WAS products' que estuvo organizado por el Servicio Meteorológico de Turquía, en colaboración con AEMET, EUMETSAT y el Barcelona Dust Forecast Center.

## 6.3

### Relaciones bilaterales y otras reuniones

Se ha continuado avanzando y fortaleciendo las relaciones de AEMET con otros SMHN a nivel bilateral, para promover la cooperación científico-técnica y el desarrollo institucional, procurando la participación de otras instituciones españolas. En esa línea, en julio se firmó un Memorando de Entendimiento con el Servicio Meteorológico de Mauritana (ONM) con el objeto de apoyar y reforzar la colaboración en el ámbito de la meteorología en proyectos de cooperación internacional y desarrollo, actividades de formación y transferencia de tecnología, así como el fortalecimiento de las relaciones de cooperación entre ambos organismos en cuestiones de interés común.

## 6.4

### Contribuciones internacionales

Las contribuciones internacionales correspondientes a los acuerdos del Estado o de AEMET y con cargo al presupuesto de la Agencia (representando más del 34% del mismo) se han hecho efectivas en 2017 por un importe aproximado de 43,4 millones de euros.

| Contribuciones internacionales AEMET 2017 | Importe €     |
|---|---------------|
| EUMETSAT                                  | 37.386.675,00 |
| CEPPM                                     | 3.836.958,36  |
| OMM                                       | 1.544.969,18  |
| EUMETNET                                  | 516.908,05    |
| HIRLAM                                    | 75.900,00     |
| ECOMET                                    | 23.306,00     |
| EC-EARTH                                  | 30.000,00     |
| EMS                                       | 2.000,00      |
| Total                                     | 43.416.717,59 |

63

# 7

## Actividades de apoyo

### 7.1

#### Formación y enseñanza

##### 7.1.1.

#### **Curso Especialista Universitario en Meteorología AEMET-UNED**

AEMET y la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) organizaron el primer curso de Especialista Universitario en Meteorología. El Curso ha tenido una finalidad divulgativa y de reclutamiento de futuros aspirantes a los procesos selectivos de los Cuerpos de Meteorología del Estado, ya que el relevo generacional del componente humano de AEMET y la transferencia de conocimiento en meteorología constituyen un importante desafío para el presente y el futuro de la meteorología en España.

El Curso de Especialista Universitario en Meteorología ha sido el primer paso para atender la necesidad de formalizar un posgrado de máster en meteorología, con el objetivo de divulgar académicamente la meteorología y formar titulados universitarios en conocimientos comunes a todos los meteorólogos de acuerdo con los requerimientos de la Organización Meteorológica Mundial.

### 7.2

#### Gestión económica

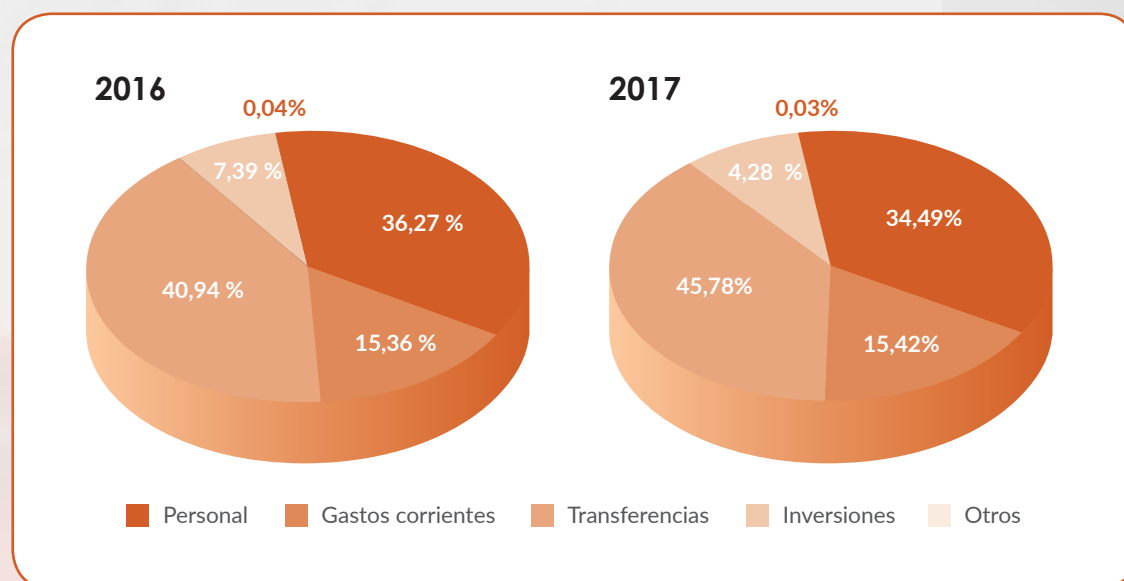
El presupuesto de AEMET para 2017 ascendió a 126 millones de euros, 4 millones de euros más que en 2016, y el porcentaje de ejecución fue del 85%.



Respecto a 2016, los cambios más significativos en la distribución del gasto de AEMET han estado relacionados con un incremento de las transferencias, tanto corrientes como de capital, que han pasado de suponer un 40,94% del gasto en 2016 a un 45,78% en 2017. Estas transferencias se realizan fundamentalmente para el pago de las contribuciones internacionales que AEMET debe atender en ejercicio de sus competencias. De todas ellas, la de más importe es la contribución a los programas de EUMETSAT, que ha supuesto un 27,85% del gasto en 2016 y un 33,51% en 2017.

Por otro lado, se observa una reducción del porcentaje de gasto en inversiones en 2017 respecto a 2016. Esta disminución fue debida a las especiales circunstancias presupuestarias del ejercicio 2017 (Acuerdo de no disponibilidad presupuestaria de 3 millones de euros durante la primera mitad del año y retraso en la aprobación de la Ley de Presupuestos Generales del Estado para 2017 hasta el 28 de junio de 2017), que impidieron una ejecución normal de los créditos destinados a inversiones.

#### Distribución del gasto. Reconocimientos de obligaciones 2016 - 2017



## 7.3

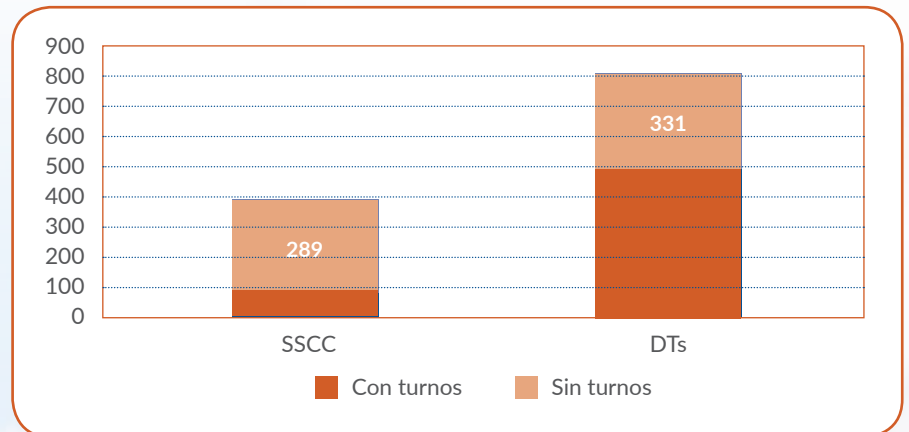
### Gestión de recursos humanos

El principal activo de AEMET son las 1.197 personas que constituyen su plantilla a 31 de diciembre de 2017. Prácticamente el 31%, 371 trabajadores, tienen su puesto de trabajo en los servicios centrales mientras que el resto, 826 efectivos, trabajan en oficinas distribuidas por todo el Estado y coordinadas desde las 17 delegaciones territoriales. Una de las

## 7. Actividades de apoyo

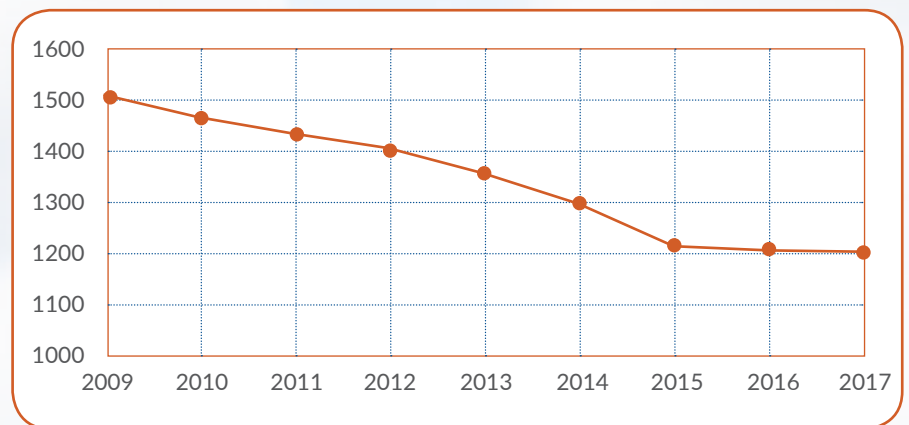
particularidades que caracteriza la plantilla de AEMET es que prácticamente la mitad del personal, 600 trabajadores, lo hace en jornadas con horario especial.

### Distribución del personal



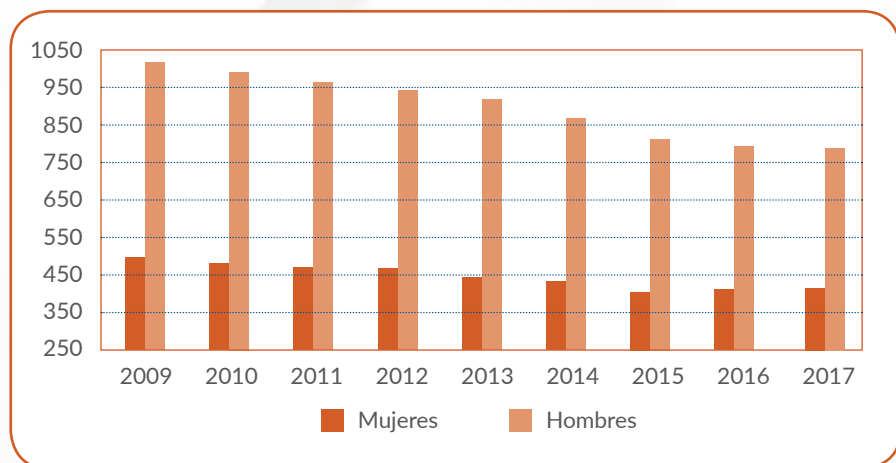
La evolución muestra cómo, desde 2009, momento en el que se pone en pleno funcionamiento el modelo organizativo de la Agencia, la plantilla ha disminuido de forma progresiva.

### Evolución efectivos 2009-2017



El número de efectivos por sexo presenta la distribución siguiente:

**Evolución de efectivos por sexo (2009-2017)**



Del total de la plantilla 1.105 trabajadores son funcionarios mientras que 92 son personal laboral. Adicionalmente, se encuentran en vigor 24 becas de formación para posgraduados que apoyan el desarrollo de diversos programas de la Agencia.

Como apoyo al personal aeronáutico, AEMET dispone de un cupo anual de jornadas para el nombramiento de funcionarios observadores interinos, aprobado por la Dirección General de Función Pública. Por lo general, cubren bajas o acumulación de tareas a las unidades aeronáuticas en las distintas dependencias de AEMET, principalmente para garantizar la observación meteorológica en los aeródromos abiertos al tráfico civil.

Durante el año 2017, se autorizó un cupo de 27 jornadas de funcionarios interinos equivalentes a la contratación de personal durante 324 meses.

# A1

## Publicaciones científicas y técnicas (con revisión por pares)

- Almansa, A. F., Cuevas, E., Torres, B., Barreto, Á., García, R. D., Cachorro, V. E., de Frutos, Á. M., López, C., and Ramos, R.: A new zenith-looking narrow-band radiometer-based system (ZEN) for dust aerosol optical depth monitoring, *Atmos. Meas. Tech.*, 10, 565-579, doi:10.5194/amt-10-565-2017, 2017.
- Azorin-Molina, C., Menendez, M., McVicar, T.R., Acevedo, A., Vicente-Serrano, S.M., Cuevas, E., Minola, L., Chen, D.: Wind speed variability over the Canary Islands, 1948–2014: focusing on trend differences at the land–ocean interface and below–above the trade-wind inversion layer, *Clim. Dyn.*, DOI 10.1007/s00382-017-3861-0, 2017.
- Bader, W., Bovy, B., Conway, S., Strong, K., Smale, D., Turner, A. J., Blumenstock, T., Boone, C., Collaud Coen, M., Coulon, A., Garcia, O., Griffith, D. W. T., Hase, F., Hausmann, P., Jones, N., Krummel, P., Murata, I., Morino, I., Nakajima, H., O'Doherty, S., Paton-Walsh, C., Robinson, J., Sandrin, R., Schneider, M., Servais, C., Sussmann, R., and Mahieu, E.: The recent increase of atmospheric methane from 10 years of ground-based NDACC FTIR observations since 2005, *Atmos. Chem. Phys.*, 17, 2255-2277, doi:10.5194/acp-17-2255-2017, 2017.
- Barreto, Á., Román, R., Cuevas, E., Berjón, A. J., Almansa, A. F., Toledano, C., González, R., Hernández, Y., Blarel, L., Goloub, P., Guirado, C., and Yela, M.: Assessment of nocturnal aerosol optical depth from lunar photometry at the Izaña high mountain observatory, *Atmos. Meas. Tech.*, 10, 3007-3019, <https://doi.org/10.5194/amt-10-3007-2017>, 2017.
- Barthlott, S., Schneider, M., Hase, F., Blumenstock, T., Kiel, M., Dubravica, D., García, O. E., Sepúlveda, E., Mengistu Tsidu, G., Takele Kenea, S., Grutter, M., Plaza-Medina, E. F., Stremme, W., Strong, K., Weaver, D., Palm, M., Warneke, T., Notholt, J., Mahieu, E., Servais, C., Jones, N., Griffith, D. W. T., Smale, D., and Robinson, J.: Tropospheric water vapour isotopologue data (H216O, H218O, and HD16O) as obtained from NDACC/FTIR solar absorption spectra, *Earth Syst. Sci. Data*, 9, 15-29, doi:10.5194/essd-9-15-2017, 2017.
- Berjón, A., Redondas, A., Sildoja, M.-M., Nevas, S., Wilson, K., León-Luis, S. F., El Gawahry, O., and Fountoulakis, I.: Characterization of the instrument temperature dependence of Brewer total ozone column measurements, *Atmos. Meas. Tech. Discuss.*, <https://doi.org/10.5194/amt-2017-406>, in review, 2017.
- Borger, C., Schneider, M., Ertl, B., Hase, F., García, O. E., Sommer, M., Höpfner, M., Tjemkes, S. A., and Calbet, X.: Evaluation of MUSICA MetOp/IASI tropospheric water vapour profiles by theoretical error assessments and comparisons to GRUAN Vaisala RS92 measurements, *Atmos. Meas. Tech. Discuss.*, <https://doi.org/10.5194/amt-2017-374>, in review, 2017.
- Buisán, S. T., Earle, M. E., Collado, J. L., Kochendorfer, J., Alastrué, J., Wolff, M., Smith, C. D., and López-Moreno, J. I.: Assessment of snowfall accumulation underestimation by tipping bucket gauges in the Spanish operational network, *Atmos. Meas. Tech.*, 10, 1079-1091, <https://doi.org/10.5194/amt-10-1079-2017>, 2017.
- Carrió DS, Homar V, Jansa A, Romero R, Picornell MA: Tropicalization process of the 7 November 2014 Mediterranean cyclone: Numerical sensitivity study. *Atmos. Res.*, 197:300-312. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169809517301977>

- Casado-Rubio, J.L., Revuelta, M.A., Postigo M., Martínez-Marco, I. and Yagüe, C., 2017: A Postprocessing Methodology for Direct Normal Irradiance Forecasting using Cloud Information and Aerosol Load Forecasts. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 56, 1595-1608. <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-16-0297.1>
- Castillo, S., A. Alastuey, E. Cuevas, X. Querol, A. Avila: Quantifying Dry and Wet Deposition Fluxes in Two Regions of Contrasting African Influence: The NE Iberian Peninsula and the Canary Islands, *Atmosphere* 2017, 8, 5, 86; doi:10.3390/atmos8050086, 2017.
- Córdoba-Jabonero, C., F.J.S. Lopes, E. Landulfo, E. Cuevas, H. Ochoa, and M. Gil-Ojeda: Diversity on subtropical and polar cirrus clouds properties as derived from both ground-based lidars and CALIPSO/CALIOP measurements, *Atmos. Res.*, 183, 151-165, <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosres.2016.08.0155>, 2017.
- Cuevas, E., A.J. Gómez-Peláez, S. Rodríguez, E. Terradellas, S. Basart, R.D. García, O.E. García, S. Alonso-Pérez: The pulsating nature of large-scale Saharan dust transport as a result of interplays between mid-latitude Rossby waves and the North African Dipole Intensity, *Atmospheric Environment*, 167, 586-602, ISSN 1352-2310, <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.08.059>, 2017.
- De Linares, C., Delgado, R., Air, M.J., Alcázar, P, Alonso-Pérez, S., Boi, M., Cariñanos, P., Cuevas, E., Díaz de la Guardia, C., Elvira-Rendueles, B., Fernández-González, D., Galán, C., Montserrat Gutiérrez-Bustillo, A., Pérez-Badía, R., Rodríguez-Rajo, F.J., Ruíz-Valenzuela, L., Tormo-Molina, R., Trigo, M., Valencia-Barrera, R.M. Valle, A., Belmonte, J.: Changes in the Mediterranean pine forest: pollination patterns and annual trends of airborne pollen *Aerobiologia*, doi:10.1007/s10453-017-9476-4, 2017.
- Fernández-Peruchena, C., Gastón, M., Schroedter-Homscheidt, M., Kosmale, M., Martínez Marco, I., García-Moya, J. A., and CasadoRubio J.L. (2017). Dynamic paths: Towards high frequency direct normal irradiance forecasts. *Energy*, 132, 315-323.
- García, M. I., Rodríguez, S., and Alastuey, A.: Impact of North America on the aerosol composition in the North Atlantic free troposphere, *Atmos. Chem. Phys.*, 17, 7387-7404, <https://doi.org/10.5194/acp-17-7387-2017>, 2017.
- García, R. D., Cuevas, E., García, O. E., Ramón, R., Romero-Campos, P. M., de Ory, F., Cachorro, V. E., and de Frutos, A.: Compatibility of different measurement techniques of global solar radiation and application for long-term observations at Izaña Observatory, *Atmos. Meas. Tech.*, 10, 731-743, doi:10.5194/amt-10-731-2017, 2017.
- García, O. E., Sepúlveda, E., Schneider, M., Wiegele, A., Borger, C., Hase, F., Barthlott, S., Blumenstock, T., and de Frutos, Á. M.: Upper tropospheric CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O retrievals from MetOp/IASI within the project MUSICA, *Atmos. Meas. Tech. Discuss.*, doi:10.5194/amt-2016-326, in review, 2017.
- García, M. I., van Drooge, B. L., Rodríguez, S., and Alastuey, A.: Speciation of organic aerosols in the Saharan Air Layer and in the free troposphere westerlies, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, doi:10.5194/acp-2017-108, in review, 2017.
- Gomez-Pelaez, A. J., Ramos, R., Cuevas, E., Gomez-Trueba, V., and Reyes, E.: Atmospheric CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, and CO with CRDS technique at the Izaña Global GAW station: instrumental tests, developments and first measurement results, *Atmos. Meas. Tech. Discuss.*, <https://doi.org/10.5194/amt-2017-375>, in review, 2017.
- Gonzalez, S., J. Bech: Extreme point rainfall temporal scaling: a long term (1805-2014) regional and seasonal analysis in Spain. *International Journal of Climatology*, 37: 5068-5079. doi:10.1002/joc.5144
- Huang, G., Liu, X., Chance, K., Yang, K., Bhartia, P. K., Cai, Z., Allaart, M., Ancellet, G., Calpini, B., Coetzee, G. J. R., Cuevas-Agulló, E., Cupeiro, M., De Backer, H., Dubey, M. K., Fuelberg, H. E., Fujiwara, M., Godin-Beekmann, S., Hall, T. J., Johnson, B., Joseph, E., Kivi, R., Kois, B., Komala, N., König-Langlo, G., Laneve, G., Leblanc, T., Marchand, M., Minschwaner, K. R., Morris, G., Newchurch, M. J., Ogino, S.-Y., Ohkawara, N., Pitters, A. J. M., Posny, F., Querel, R., Scheele, R., Schmidlin, F. J., Schnell, R. C., Schrems, O., Selkirk, H., Shiotani, M., Skrivánková, P., Stübi, R., Taha, G., Tarasick, D. W., Thompson, A. M., Thouret, V., Tully, M. B., Van Malderen, R., Vömel, H., von der Gathen, P., Witte, J. C., and Yela, M.: Validation of 10-year SAO OMI Ozone Profile (PROFOZ) product using ozonesonde observations, *Atmos. Meas. Tech.*, 10, 2455-2475, <https://doi.org/10.5194/amt-10-2455-2017>, 2017.
- Kazadzis, S., Kouremeti, N., Diémoz, H., Gröbner, J., Forgan, B. W., Campanelli, M., Estellés, V., Lantz, K., Michalsky, J., Carlund, T., Cuevas, E., Toledano, C., Becker, R., Nyeki, S., Kosmopoulos, P. G., Tatsiankou, V., Vuilleumier, L., Denn, F. M., Ohkawara, N., Ijima, O., Goloub, P., Raptis, P. I., Milner, M., Behrens, K., Barreto, A., Martucci, G., Hall, E., Wendell, J., Fabbri, B. E., and Wehrli, C.: Results from the 4th WMO Filter Radiometer Comparison for aerosol optical depth

## A1 Publicaciones científicas y técnicas (con revisión por pares)

- measurements, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, <https://doi.org/10.5194/acp-2017-1105>, in review, 2017.
- Kochendorfer, J., Nitu, R., Wolff, M., Mekis, E., Rasmussen, R., Baker, B., Earle, M. E., Reverdin, A., Wong, K., Smith, C. D., Yang, D., Roulet, Y.-A., Buisan, S., Laine, T., Lee, G., Aceituno, J. L. C., Alastrué, J., Isaksen, K., Meyers, T., Brækkan, R., Landolt, S., Jachcik, A., and Poikonen, A.: Analysis of single-Alter-shielded and unshielded measurements of mixed and solid precipitation from WMO-SPICE, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, **21**, 3525-3542, <https://doi.org/10.5194/hess-21-3525-2017>, 2017.
  - López-Mayol T, Homar V, Ramis C, Guijarro JA (2017): PRE-GRIDBAL 1.0: towards a high-resolution rainfall atlas for the Balearic Islands (1950-2009). *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, **17**:1061-1074. <https://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/17/1061/2017/nhess-17-1061-2017.pdf>
  - López-Solano, J., Redondas, A., Carlund, T., Rodríguez-Franco, J. J., Diémoz, H., León-Luis, S. F., Hernández-Cruz, B., Guirado-Fuentes, C., Kouremeti, N., Gröbner, J., Kazadzis, S., Carreño, V., Berjón, A., Santana-Díaz, D., Rodríguez-Valido, M., De Bock, V., Moreta, J. R., Rimmer, J., Smedley, A.R.D, Boulkelia, L., Jepsen, N., Eriksen, P., Bais, A. F., Shiroto, V., Vilaplana, J. M., Wilson, K. M., and Karppinen, T.: Aerosol optical depth in the European Brewer Network, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, <https://doi.org/10.5194/acp-2017-1003>, in review, 2017.
  - Maraun, Douglas; Radan Huth; José M. Gutiérrez; Daniel San Martín; Martín Dubrovsky; Andreas Fischer; Elke Hertig; Pedro M. M. Soares; Judit Bartholy; Rita Pongrácz; Martin Widmann; Maria J. Casado; Petra Ramos; Joaquín Bedia: The VALUE perfect predictor experiment: evaluation of temporal variability. *International Journal of Climatology*. doi: 10.1002/joc.5222
  - Mora García, Manuel Antonio; Riesco Martín, Jesús; Sánchez Llorente, José Miguel; Rivas Soriano, Luis; Pablo Dávila, Fernando de: Intense precipitation events in the Central Range of the Iberian Peninsula. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2017, **17**(12), p. 2289-2300 doi: 10.5194/nhess-17-2289-2017
  - Möring, A., Vieno, M., Doherty, R. M., Milford, C., Nemitz, E., Twigg, M. M., Horváth, L., and Sutton, M. A.: Process-based modelling of NH<sub>3</sub> exchange with grazed grasslands, *Biogeosciences*, **14**, 4161-4193, <https://doi.org/10.5194/bg-14-4161-2017>, 2017, 2017.
  - Román, R., B. Torres, D. Fuertes, V.E. Cachorro, O. Dubovik, C. Toledano, A. Cazorla, A. Barreto, J.L. Bosch, T. Lapyonok, R. González, P. Goloub, M.R. Perrone, F.J. Olmo, A. de Frutos, L. Alados-Arboledas: Remote sensing of lunar aureole with a sky camera: Adding information in the nocturnal retrieval of aerosol properties with GRASP code, *Remote Sensing of Environment*, **196**, 238-252, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.05.013>, 2017.
  - Schneider, M., Borger, C., Wiegeler, A., Hase, F., García, O. E., Sepúlveda, E., and Werner, M.: MUSICA MetOp/IASI {H<sub>2</sub>O, δD} pair retrieval simulations for validating tropospheric moisture pathways in atmospheric models, *Atmos. Meas. Tech.*, **10**, 507-525, doi:10.5194/amt-10-507-2017, 2017.
  - Schultz, M. G., Schröder, S., Lyapina, O., Cooper, O. R., Galbally, I., Petropavlovskikh, I., von Schneidmesser, E., Tanimoto, H., Elshorbany, Y., Naja, M., Seguel, R. J., Dauert, U., Eckhardt, P., Feigenspan, S., Fiebig, M., Hjellbrekke, A.-G., Hong, Y.-D., Kjeld, P. Ch., Koide, H., Lear, G., Tarasick, D., Ueno, M., Wallasch, M., Baumgardner, D., Chuang, M.-T., Gillett, R., Lee, M., Molloy, S., Moolla, R., Wang, T., Sharps, K., Adame, J.A., Ancellet, G., Apadula, F., Artaxo, P., Barlasina, M.E., Bogucka, M., Bonasoni, P., Chang, L., Colomb, A., Cuevas-Agulló, E., Cupeiro, M., Degorska, A., Ding, A., Fröhlich, M., Frolova, M., Gadhavi, H., Gheusi, F., Gilge, S., Gonzalez, M.Y., Gros, V., Hamad, S.H. Helmig, D., Henriques, D., Hermansen, O., Holla, R., Hueber, J., Im, U., Jaffe, D.A; Komala, N., Kubistin, D., Lam, K.-S., Laurila, T., Lee, H., Levy, I., Mazzoleni, C., Mazzoleni, L., McClure-Begley, A., Mohamad, M., Murovec, M., Navarro-Comas, M., Nicodim, F., Parrish, D., Read, K.A., Reid, N., Ries, L., Saxena, P., Schwab, J.J, Scorgie, Y., Senik, I., Simmonds, P., Sinha, V., Skorokhod, A.I., Spain, G., Spangl, W., Spoor, R., Springston, S.R., Steer, K., Steinbacher, M., Suharguniyawan, E., Torre, P., Trickl, T., Weili, L., Weller, R., Xu, X., Xue, L., Zhiqiang, M.: : Tropospheric Ozone Assessment Report, links to Global surface ozone datasetsx. PANGAEA, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.876108>, Supplement to: Schultz, MG et al. (2017): Tropospheric Ozone Assessment Report: Database and Metrics Data of Global Surface Ozone Observations, *Elementa - Science of the Anthropocene*, **5**:58, 26 pp, <https://doi.org/10.1525/elementa.244>, 2017.
  - Shirai, T., M. Ishizawa, R. Zhuravlev, A. Ganshin, D. Belikov, M. Saito, T. Oda, V. Valsala, A.J. Gomez-Pelaez, R. Langenfelds, and S. Maksyutov; A decadal inversion of CO<sub>2</sub> using the Global Eulerian-Lagrangian Coupled Atmospheric model (GELCA): sensitivity to the ground-based observation network, *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology*, Vol. **69**, Iss. 1, 2017.
  - Steinbrecht, W., Froidevaux, L., Fuller, R., Wang, R., Anderson, J., Roth, C., Bourassa, A., Degenstein, D., Damadeo, R., Zawodny, J., Frith, S., McPeters, R., Bhartia, P., Wild, J., Long, C., Davis, S., Rosenlof, K., Sofieva, V., Walker, K.,

- Rahpoe, N., Rozanov, A., Weber, M., Laeng, A., von Clarmann, T., Stiller, G., Kramarova, N., Godin-Beekmann, S., Leblanc, T., Querel, R., Swart, D., Boyd, I., Hocke, K., Kämpfer, N., Maillard Barras, E., Moreira, L., Nedoluha, G., Vigouroux, C., Blumenstock, T., Schneider, M., García, O., Jones, N., Mahieu, E., Smale, D., Kotkamp, M., Robinson, J., Petropavlovskikh, I., Harris, N., Hassler, B., Hubert, D., and Tummon, F.: An update on ozone profile trends for the period 2000 to 2016, *Atmos. Chem. Phys.*, 17, 10675-10690, <https://doi.org/10.5194/acp-17-10675-2017>, 2017.
- Thorn PW, ..., Gujjarro JA, et al. (41 authors): Towards an integrated set of surface meteorological observations for climate science and applications. *Bull. Am. Met. Soc.*, Early Online Release, 49 pp. <http://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/BAMS-D-16-0165.1>
  - Torres, B., Dubovik, O., Fuertes, D., Schuster, G., Cachorro, V. E., Laponok, T., Goloub, P., Blarel, L., Barreto, A., Mallet, M., Toledano, C., and Tanré, D.: Advanced characterization of aerosol properties from measurements of spectral optical depth using the GRASP algorithm. *Atmos. Meas. Tech.*, 10, 3743-3781. <https://www.atmos-meas-tech.net/10/3743/2017/>, 2017.
  - Tsuruta, A., Aalto, T., Backman, L., Hakkarainen, J., van der Laan-Luijkx, I. T., Krol, M. C., Spahni, R., Houweling, S., Laine, M., Dlugokencky, E., Gomez-Pelaez, A. J., van der Schoot, M., Langenfelds, R., Ellul, R., Arduini, J., Apadula, F., Gerbig, C., Feist, D. G., Kivi, R., Yoshida, Y., and Peters, W.: Global methane emission estimates for 2000–2012 from CarbonTracker Europe-CH4 v1.0, *Geosci. Model Dev.*, 10, 1261-1289, [doi:10.5194/gmd-10-1261-2017](https://doi.org/10.5194/gmd-10-1261-2017), 2017.
  - Valenzuela, Pablo; María José Domínguez-Cuesta, Manuel Antonio Mora García, Montserrat Jiménez-Sánchez: A spatio-temporal landslide inventory for the NW of Spain: BAPA database, *Geomorphology*, Volume 293, Part A, 2017, Pages 11-23, ISSN 0169-555X, <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.05.010>.
  - Vaquero-Martínez, Javier; Manuel Antón; José Pablo Ortiz de Galisteo; Victoria E. Cachorro; Maria João Costa; Roberto Román; Yasmine S. Bennouna: Validation of MODIS integrated water vapor product against reference GPS data at the Iberian Peninsula. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Volume 63, December 2017, Pages 214-221, <https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.07.008>
  - Vaquero-Martínez, Javier; Manuel Antón; José Pablo Ortiz de Galisteo; Victoria E. Cachorro; Pablo Álvarez-Zapatero; Roberto Román; Diego Loyola; Maria João Costa; Huiquin Wang; Gonzalo González Abadi; Stefan Noëlj: Inter-comparison of integrated water vapor from satellite instruments using reference GPS data at the Iberian Peninsula. *Remote Sensing of Environment*, Volume 204, January 2018, Pages 729-740, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.09.028>
  - Vicente-Serrano, S.M., M. Tomas-Burguera, S. Beguería, F. Reig, B. Latorre, M. Peña-Gallardo, M. Y. Luna, A. Morata and J. C. González-Hidalgo: A high resolution dataset of drought indices for Spain. *Data*, 2(3), 22. [doi:10.3390/data2030022](https://doi.org/10.3390/data2030022)
  - Wunch, D., Wennberg, P. O., Osterman, G., Fisher, B., Naylor, B., Roehl, C. M., O'Dell, C., Mandrake, L., Viatte, C., Kiel, M., Griffith, D. W. T., Deutscher, N. M., Velazco, V. A., Notholt, J., Warneke, T., Petri, C., De Maziere, M., Sha, M. K., Sussmann, R., Rettinger, M., Pollard, D., Robinson, J., Morino, I., Uchino, O., Hase, F., Blumenstock, T., Feist, D. G., Arnold, S. G., Strong, K., Mendonca, J., Kivi, R., Heikkinen, P., Iraci, L., Podolske, J., Hillyard, P. W., Kawakami, S., Dubey, M. K., Parker, H. A., Sepulveda, E., García, O. E., Te, Y., Jeseck, P., Gunson, M. R., Crisp, D., and Eldering, A.: Comparisons of the Orbiting Carbon Observatory-2 (OCO-2) XCO2 measurements with TCCON, *Atmos. Meas. Tech.*, 10, 2209-2238, <https://doi.org/10.5194/amt-10-2209-2017>, 2017.
  - Yela, M., Gil-Ojeda, M., Navarro-Comas, M., González-Bartolomé, D., Puentedura, O., Funke, B., Iglesias, J., Rodríguez, S., García, O., Ochoa, H., and Deferrari, G.: Hemispheric asymmetry in stratospheric NO2 trends, *Atmos. Chem. Phys.*, 17, 13373-13389, <https://doi.org/10.5194/acp-17-13373-2017>, 2017.
  - Yuan, Y., Ries, L., Petermeier, H., Steinbacher, M., Gómez-Peláez, A. J., Leuenberger, M. C., Schumacher, M., Trickl, T., Couret, C., Meinhardt, F., and Menzel, A.: Adaptive Baseline Finder, a statistical data selection strategy to identify atmospheric CO2 baseline levels and its application to European elevated mountain stations, *Atmos. Meas. Tech. Discuss.*, <https://doi.org/10.5194/amt-2017-316>, in review, 2017.
  - Zerefos, C. S., Eleftheratos, K., Kapsomenakis, J., Solomos, S., Inness, A., Balis, D., Redondas, A., Eskes, H., Allaart, M., Amiridis, V., Dahlback, A., De Bock, V., Diémoz, H., Engelmann, R., Eriksen, P., Fioletov, V., Gröbner, J., Heikkilä, A., Petropavlovskikh, I., Jarosławski, J., Josefsson, W., Karppinen, T., Köhler, U., Meleti, C., Repapis, C., Rimmer, J., Savinykh, V., Shiroto, V., Siani, A. M., Smedley, A. R. D., Stanek, M., and Stübi, R.: Detecting volcanic sulfur dioxide plumes in the Northern Hemisphere using the Brewer spectrophotometers, other networks, and satellite observations, *Atmos. Chem. Phys.*, 17, 551-574, [doi:10.5194/acp-17-551-2017](https://doi.org/10.5194/acp-17-551-2017), 2017.

# A2

## Publicaciones del catálogo de AEMET

- Amblar Francés, P. y otros, 2017: Guía de escenarios regionalizados de cambio climático sobre España a partir de los resultados del IPCC-AR5. AEMET, publicación electrónica, 102 pp.
- AEMET, 2017: A Pilgrim's Climatological Guide to Caravaca de la Cruz. AEMET, folleto (inglés), 24 pp.
- AEMET, 2017: A Pilgrim's Climatological Guide to Caravaca de la Cruz. AEMET, folleto electrónico (inglés), 24 pp.
- AEMET, 2017: Calendario meteorológico 2018. AEMET, 364 pp.
- AEMET, 2017: El observador 2017 (publicación bimestral electrónica). AEMET, 6 números: 10+12+14+14+16+15 pp.
- AEMET, 2017: Guía climatológica del peregrino a Caravaca de la Cruz. AEMET, folleto, 24 pp.
- AEMET, 2017: Guía climatológica del peregrino a Caravaca de la Cruz. AEMET, folleto electrónico, 24 pp.
- AEMET, 2017: Informe anual 2016. AEMET, 72 pp.
- AEMET, 2017: Informe anual 2016. AEMET, publicación electrónica, 72 pp.
- AEMET, 2017: Informe anual 2016. AEMET, tarjeta usb, 72 pp.
- AEMET, 2017: La Agencia Estatal de Meteorología a través del tiempo. Exposición de Valencia. AEMET, folleto, 4 pp.
- AEMET, 2017: La familia Meteo. ¡A cubierto o en la gari-ta! AEMET, publicación infantil electrónica, 16 pp.
- AEMET, 2017: La familia Meteo. ¡Los amigos del Sol! AEMET, publicación infantil electrónica, 12 pp.
- AEMET, 2017: La familia Meteo. ¡Los que están mejor en la calle! AEMET, publicación infantil electrónica, 18 pp.
- AEMET, 2017: La familia Meteo. ¡Los que trabajan en los aeropuertos! AEMET, publicación infantil electrónica, 12 pp.
- AEMET, 2017: La familia Meteo. ¡Los raros y especialistas! AEMET, publicación infantil electrónica, 18 pp.
- AEMET, 2017: La familia Meteo. ¡Los recién llegados! AEMET, publicación infantil electrónica, 12 pp.
- AEMET, 2017: Selecciones del blog, AEMET 2016. AEMET, publicación electrónica, 76 pp.
- AEMET/OMM, 2017: Izaña Atmospheric Research Center. Activity Report 2015-2016. Coedición de AEMET y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), (inglés), 178 pp.
- AEMET/OMM, 2017: Izaña Atmospheric Research Center. Activity Report 2015-2016. Coedición de AEMET y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), (inglés), publicación electrónica, 178 pp.
- Cid Palacios, E., 2017: Introducción a la mecánica de la atmósfera. AEMET, tarjeta usb, ISBN: 978-84-7837-095-5, 828 pp.



- González Fernández, R., 2017: Nubes y otros meteoros. Vistos desde el Observatorio Meteorológico de Oviedo y su entorno. AEMET, publicación electrónica, 136 pp.
- Hurtado González, L., 2017: La meteorología en los refranes. AEMET, ISBN: 978-84-7837-094-8, 308 pp.
- Peral García, C., B. Navascués Fernández-Victorio y P. Ramos Calzado, 2017: Serie de precipitación diaria en rejilla con fines climáticos. Nota técnica 24 de AEMET. AEMET, publicación electrónica, 30 pp.
- Romero Campos, P. M. y otros, 2017: Análisis de la trazabilidad en los valores del AOD obtenidos a partir de las medidas de las redes AERONET-CIMEL y GAW-PFR durante el período 2005-2015 en el Observatorio Atmosférico de Izaña. Nota técnica 23 de AEMET. AEMET, publicación electrónica, 26 pp.



