

# Informe Anual 2023



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA  
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

**AEmet**  
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 para la Transición Ecológica  
y el Reto Demográfico  
Madrid, 2024

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:  
<https://cpage.mpr.gob.es/>  
NIPO: 666-20-015-7

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

✕ @Aemet\_Esp

📘 <https://www.facebook.com/AgenciaEstalaldeMeteorologia>



Agencia Estatal de Meteorología

---

**INFORME ANUAL**

**2023**

---



# ÍNDICE

|   |    |   |    |
|---|----|---|----|
| P. Presentación .....   | 7  | 5. Actividades clave .....  | 31 |
| Resumen ejecutivo.....  | 9  | 5.1. Observación e infraestructuras .....   | 31 |
| 1. Características climáticas .....   | 11 | 5.1.1. Nuevas estaciones y mejoras .....  | 31 |
| 1.1. Temperatura .....  | 11 | 5.1.2. Calibración e intercomparación de<br>Instrumentos .....  | 32 |
| 1.2. Precipitación .....  | 14 | 5.1.3 Mejora de los programas de observación<br>del CIAI: renovación y ampliación de la<br>instrumentación científica ..... | 34 |
| 1.3 Concentración de CO2 .....  | 18 | 5.1.4. ICOS - España .....  | 35 |
| 2. Logros destacados en 2023 .....  | 21 | 5.1.5. Campaña Antártica de AEMET .....   | 36 |
| 3. Principales cifras e indicadores ...   | 23 | 5.1.6. Actualización sistema EUMETCAST .....  | 37 |
| 3.1. Indicadores.....   | 23 | 5.2. Predicción y vigilancia .....  | 38 |
| 3.2. Cifras clave .....   | 24 | 5.2.1. Sistema de Predicción Inmediata<br>operativo .....   | 38 |
| 4. Servicio público .....   | 25 | 5.2.2. Visor de apoyo a la lucha contra<br>incendios forestales AEMET ALCIF) .....  | 39 |
| 4.1. Apoyo a la seguridad frente a<br>fenómenos meteorológicos adversos   | 25 | 5.2.3. Generación de boletines de incendios ...   | 39 |
| 4.2. El servicio a la navegación aérea ...  | 26 | 5.2.4. Sistema de predicción del oleaje costero   | 39 |
| 4.2.1 Desarrollo de un sistema de alarmas de<br>alarmas de cizalladura/turbulencia a partir<br>de un LIDAR 3D ..... | 26 | 5.3. Investigación y desarrollo .....   | 40 |
| 4.2.2 Avisos de tormentas previstas en los<br>aeropuertos canarios .....  | 26 | 5.3.1. Participación en la iniciativa <i>Destination<br/>Earth</i> de la Unión Europea .....                                | 40 |
| 4.2.3 Herramienta de predicción de meteogramas<br>con el modelo IFS para los aeropuertos                            | 27 | 5.3.2. Generación de escenarios de cambio<br>climático regionalizados a partir de CMIP6                                     | 41 |
| 4.3. Información para la salud y el<br>mediambiente .....   | 27 | 5.4 Servicios climáticos .....  | 42 |
| 4.3.1 Predicción de calidad del aire a nivel regional<br>regional .....   | 27 | 5.5 Seguridad .....   | 44 |
| 4.4. Apoyo a la defensa y la seguridad del<br>Estado .....  | 29 | 5.6 Datos georeferenciados .....  | 44 |
|   |    | 5.7 Comunicación y difusión de datos e<br>información .....   | 44 |
|   |    | 5.7.1. Internet y redes sociales .....  | 44 |
|   |    | 5.7.2. Medios de comunicación .....   | 46 |
|   |    | 5.7.3. Otros canales para comunicar con<br>más usuarios .....   | 47 |
|   |    | 5.7.4 Sede electrónica.....   | 48 |





# ÍNDICE

|   |           |   |           |
|---|-----------|---|-----------|
| <b>6. La dimensión internacional</b> . . . . .  | <b>49</b> | <b>7. Actividades de apoyo</b> . . . . .  | <b>63</b> |
| 6.1. Participación de España en<br>Organismos Internacionales . . . . .   | 49        | 7.1. Gestión económica . . . . .  | 63        |
| 6.1.1. Participación en grupos técnicos y de<br>gobernanza . . . . .  | 49        | 7.2. Gestión de recursos humanos . . . . .  | 64        |
| 6.1.2. Organización Meteorológica Mundial . . . . .   | 50        | 7.3. Actualización permanente de la<br>formación de los trabajadores . . . . .        | 68        |
| 6.1.3. Centro Europeo de Predicción a Plazo<br>Medio (CEPPM) . . . . .  | 51        | <b>A. Anexos</b> . . . . .  | <b>69</b> |
| 6.1.4. Organismo Europeo para la Explotación<br>de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT) . . . . .                      | 51        | A.1. Publicaciones científicas y técnicas<br>(con revisión por pares) . . . . .       | 69        |
| 6.1.5. Agrupación de interés económico de los<br>Servicios Meteorológicos Nacionales de<br>Europa (EUMENET) . . . . . | 51        | A.2. Publicaciones oficiales de AEMET<br>dentro del Programa Editorial 2023 . . . . . | 73        |
| 6.2. Participación en consorcios . . . . .  | 52        | A.3. Siglas y acrónimos . . . . .   | 74        |
| 6.2.1. Consorcio ACCORD . . . . .   | 52        |   |           |
| 6.2.2. AEMET entra en el Consorcio UWC . . . . .  | 52        |   |           |
| 6.2.3. Consorcio EC-EARTH . . . . .   | 52        |   |           |
| 6.2.4. Consorcio HCLIM . . . . .  | 53        |   |           |
| 6.2.5. Consorcio SAFNWC . . . . .   | 53        |   |           |
| 6.2.6. Consorcio ATRICS . . . . .   | 54        |   |           |
| 6.3. Cooperación internacional . . . . .  | 54        |   |           |
| 6.3.1. CIMHET . . . . .   | 54        |   |           |
| 6.3.2. Avances en predicción estacional . . . . .   | 55        |   |           |
| 6.4. Participación en proyectos<br>internacionales . . . . .  | 55        |   |           |
| 6.4.1. Proyecto ATMO-ACCESS . . . . .   | 55        |   |           |
| 6.4.2. Proyecto EMPIR-MAPP . . . . .  | 56        |   |           |
| 6.4.3. Proyectos de cooperación con África: KADI . . . . .  | 56        |   |           |
| 6.4.4. Proyectos de cooperación con África:<br>SDS-WAS, CREWS, MacClima . . . . .                                     | 57        |   |           |
| 6.4.5. Colaboración del CIAI en proyectos<br>de la ESA para la mejora del modelo<br>LIME . . . . .                    | 59        |   |           |
| 6.5. Creación de capacidad . . . . .  | 60        |   |           |
| 6.5.1. Centro Regional de Formación . . . . .   | 60        |   |           |
| 6.5.2. Formación de profesionales<br>iberoamericanos con el PIB-M . . . . .   | 61        |   |           |
| 6.6. Contribuciones internacionales . . . . .   | 61        |   |           |







# PRESENTACIÓN

---

La Agencia Estatal de Meteorología, AEMET, es un organismo público que se rige por el Real Decreto 186/2008, de 8 de febrero, por el que se aprueba su Estatuto. Está adscrito al Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 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 tiene como misión “el desarrollo, implantación, y prestación de los servicios meteorológicos de competencia del Estado y el apoyo al ejercicio de otras políticas 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”.

Como Servicio Meteorológico Nacional y autoridad meteorológica del Estado, a la Agencia le compete:

- la provisión de servicios meteorológicos a la navegación aérea, como proveedor certificado,
- el apoyo meteorológico a la defensa nacional, tanto en las operaciones nacionales como internacionales.
- la atención a las instituciones públicas competentes en materia de protección civil,
- la satisfacción de las necesidades básicas de información meteorológica y climatológica de la sociedad, mediante el suministro de avisos de fenómenos adversos, predicciones de carácter general, y de información climatológica.

Además, AEMET ejerce la representación de España a nivel internacional en materia de meteorología y climatología, participando en los grupos internacionales de investigación y representando a España en la Organización Meteorológica Mundial, OMM, en la Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos, EUMETSAT y en el Centro Europeo de Predicción del tiempo a Plazo Medio, CEPPM (ECMWF por sus siglas en inglés), entre otros. Para el cumplimiento de todos estos servicios dispone de una infraestructura meteorológica con cobertura estatal, debidamente coordinada y con altos niveles de exigencia técnica.

En una política obligada de transparencia y evaluación de la eficiencia y efectividad de los servicios públicos, este informe anual tiene por objeto informar a todos los ciudadanos acerca de la evolución de los principales indicadores de prestación y mejora de la gestión de AEMET.



# Informe Anual de AEMET de 2023 - Resumen ejecutivo

## Resumen

Eventos que marcaron 2023:

- Año extraordinariamente cálido, con temperatura media de 15,2 °C, superior en 1,2 °C al promedio anual normal y el segundo más cálido desde el comienzo de la serie en 1961.
- Fue muy seco, alcanzando el 84% del valor normal de precipitación en el período de referencia.
- Nuevo récord de 423,86 ppm en el registro de CO<sub>2</sub> atmosférico en el observatorio de AEMET/CIAI. Este observatorio garantiza la continuidad de los registros históricos mundiales de evolución de CO<sub>2</sub>.

## Métricas



### Indicadores

El 90% de los indicadores mejoran los objetivos marcados.

Todos los indicadores de calidad de productos y servicios mejoran sus objetivos, excepto la disponibilidad de datos radar debido al plan de modernización de dicha red y las peticiones atendidas en plazo.



### Proyección

El observatorio de Izaña es centro mundial de referencia de medida de CO<sub>2</sub> y sus datos de 2023 han sido esenciales para completar la serie histórica más larga de CO<sub>2</sub> de Mauna Loa (Hawai) durante la erupción de su volcán.

AEMET lidera el proyecto internacional de modelización climática HCLIM.

AEMET lidera la generación de productos de satélite para la predicción inmediata (SAF Nowcasting) de EUMETSAT



### Predicción

AEMET se integra en el Consorcio internacional United Weather Centers (UWC) con el objetivo de mejorar la calidad de las predicciones y los avisos.

En 2023 se implementó un sistema de predicción para escalas de muy corto plazo a una resolución de 1,25 km sobre la península Ibérica y las Islas Baleares.



### Observación e Infraestructuras

Se ha iniciado la recepción de datos preoperativos del satélite MTG-II (Meteosat Third Generation - Imager 1), que mejora las capacidades de observación de la atmósfera.

Se ha implantado, un nuevo equipamiento experimental para medir el espesor de nieve mediante tecnología láser en Formigal-Sarrios.

Incorporación del Observatorio de Izaña como estación de la infraestructura de investigación paneuropea ICOS-ERIC (sistema de observación de gases de efecto invernadero).



### I+D+i

Realización de simulaciones y evaluaciones del prototipo DEODE (gemelo digital de extremos) para casos de estudios de convección severa en el Mediterráneo.

Generación y validación de escenarios de cambio climático de precipitación y temperatura sobre estaciones y sobre rejilla observacional (Península y Baleares) a partir de CIMP6.



### Servicios climáticos

Se ha obtenido una base de datos con series climáticas completas para el periodo (1961-2023).

AEMET colabora activamente en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-30.

AEMET y la PTI-Clima del CSIC cooperan para crear un sistema de información climática regionalizada y diez servicios climáticos operativos al servicio de la sociedad.

## Logros



### Comunicación

Aumento de la presencia en los medios de comunicación y plataformas digitales.

Creación de perfiles en X para contenidos divulgativos y en X y LinkedIn para contenidos corporativos.



### Aviación

Se ha desarrollado un algoritmo propio de detección de cizalladura y turbulencia para el aeropuerto de Bilbao basado en datos de viento doppler (LIDAR 3D).

Mejora del algoritmo de los avisos de tormentas previstas y extensión del servicio a los aeropuertos canarios.



### Seguridad

Aprobación de cuatro nuevas políticas sectoriales de seguridad.



### Cooperación

AEMET, en su calidad de Centro Regional de Formación de la Organización Meteorológica Mundial, ha liderado 18 actividades internacionales de capacitación técnica.





# CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS Y MEDIOAMBIENTALES

## 1.1 Temperatura

El año 2023 fue extremadamente cálido en España, con una temperatura media de **15.2 °C** (15.2 °C en el promedio de la España peninsular, 18.0 °C en Baleares y 19.8 °C en Canarias), valor que queda 1.2 °C por encima del promedio anual normal (periodo de referencia 1981-2010). Se ha tratado del segundo año más cálido desde el comienzo de la serie en 1961, por detrás tan solo de 2022. Los diez años más cálidos de la serie pertenecen al siglo XXI.

|                   | TEMPERATURA MEDIA |               |                       |
|-------------------|-------------------|---------------|-----------------------|
|                   | T media (°C)      | Anomalía (°C) | Carácter              |
| España peninsular | 15,2              | +1,5          | Extremadamente cálido |
| Baleares          | 18,0              | +1,0          | Extremadamente cálido |
| Canarias          | 19,8              | +1,5          | Extremadamente cálido |

**Tabla 1.1 – Temperatura media en España en 2023**

El año fue muy cálido en el sur de Galicia, oeste de Castilla y León, Extremadura y en el centro de Castilla-La Mancha, mientras que resultó extremadamente cálido en el resto de la España peninsular. En Baleares y Canarias fue extremadamente cálido en la mayoría de las zonas.

***2023 fue el segundo año más cálido desde el comienzo de la serie en 1961, situándose 1.2 °C por encima del promedio anual normal***

Se observaron anomalías térmicas cercanas a +2 °C en algunas zonas de Cataluña, Aragón, La Rioja y centro de Andalucía. En el resto de la España peninsular se situaron mayoritariamente alrededor de +1 °C. En Baleares tomaron valores en torno a +1 °C, mientras que en Canarias se situaron entre +1 °C y +2 °C.

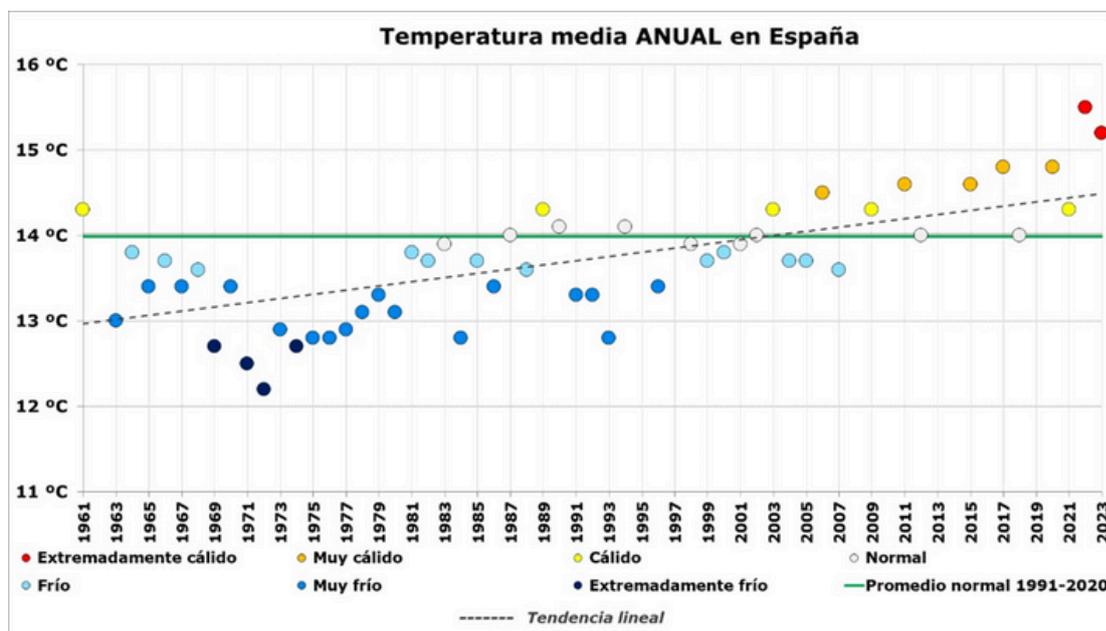


Fig. 1.1 - Serie de temperatura media anual en la España peninsular desde 1961.

- EC = Extremadamente cálido.  $T > T_{max}$ . La temperatura sobrepasa el valor máximo registrado en el periodo de referencia 1981-2010.
- MC = Muy cálido:  $P80 < T \leq T_{max}$ . La temperatura se encuentra en el intervalo correspondiente al 20 % de los años más cálidos.
- C = Cálido:  $P60 \leq T < P80$ .
- N = Normal:  $P40 \leq T < P60$ .
- F = Frío:  $P20 \leq T < P40$ .
- MF = Muy frío:  $T_{min} \leq T < P20$ . La temperatura se encuentra en el intervalo correspondiente al 20 % de los años más fríos.
- EF = Extremadamente frío.  $T < T_{min}$ . La temperatura no alcanza el valor mínimo registrado en el periodo de referencia 1981-2010.

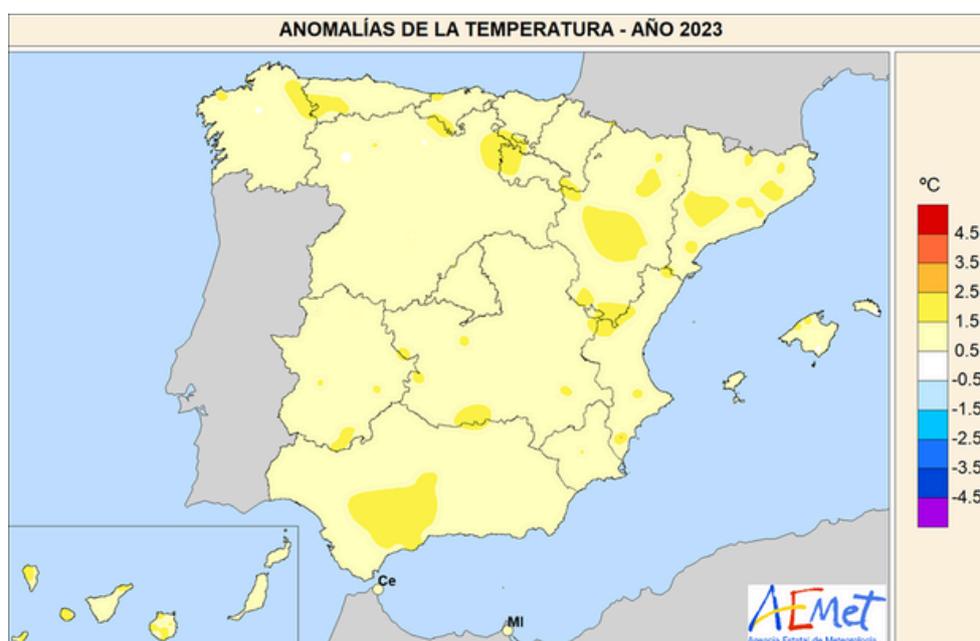


Fig. 1.2 - Anomalía de temperatura del año 2023 respecto de la media del periodo de referencia 1921-2020

Las temperaturas máximas diarias quedaron en promedio 1.5°C por encima del valor normal, mientras que las temperaturas mínimas diarias se situaron 0.9°C por encima de la media, resultando una oscilación térmica diaria 0.6°C superior a la normal.

## Evolución de las temperaturas en 2023

En cuanto a la evolución a lo largo del año, excepto enero y febrero que fueron fríos, el resto de los meses tuvo un carácter al menos cálido. Destacando abril, que fue el mes más cálido de la serie con una anomalía de +2.9 °C. Además, tanto la primavera como el otoño fueron extremadamente cálidos.

| Mes        | T media 2023 | Promedio normal (1991-2020) | Anomalía | Orden | Carácter              |
|------------|--------------|-----------------------------|----------|-------|-----------------------|
| Enero      | 6.1          | 6.2                         | -0.1     | 27    | Normal                |
| Febrero    | 6.8          | 7.2                         | -0.4     | 34    | Normal                |
| Marzo      | 11.7         | 9.9                         | +1.8     | 3     | Muy Cálido            |
| Abril      | 14.9         | 12.0                        | +2.9     | 1     | Extremadamente cálido |
| Mayo       | 16.1         | 15.7                        | +0.4     | 20    | Normal                |
| Junio      | 21.1         | 20.1                        | +1.0     | 9     | Cálido                |
| Julio      | 24.3         | 23.1                        | +1.2     | 6     | Muy Cálido            |
| Agosto     | 24.8         | 23.1                        | +1.7     | 2     | Muy Cálido            |
| Septiembre | 20.2         | 19.2                        | +1.0     | 16    | Cálido                |
| Octubre    | 17.4         | 14.8                        | +2.6     | 2     | Extremadamente cálido |
| Noviembre  | 11.7         | 9.6                         | +2.1     | 2     | Muy Cálido            |
| Diciembre  | 7.6          | 6.9                         | +0.7     | 16    | Cálido                |
| Invierno   | 7.5          | 6.8                         | +0.7     | 13    | Cálido                |
| Primavera  | 14.2         | 12.5                        | +1.7     | 1     | Extremadamente cálido |
| Verano     | 23.4         | 22.1                        | +1.3     | 3     | Muy Cálido            |
| Otoño      | 16.4         | 14.5                        | +1.9     | 2     | Extremadamente cálido |
| Anual      | 15.2         | 14.0                        | +1.2     | 2     | Extremadamente cálido |

**Tabla 1.2 – Temperatura media mensual, estacional, anual, promedio normal, anomalía, carácter y orden.**

## Episodios de temperaturas extremas

En 2023 fueron frecuentes los episodios de altas temperaturas, observándose cuatro olas de calor en la península Ibérica y Baleares y tres en Canarias.

En julio hubo dos olas de calor en la península Ibérica y Baleares, ambas de corta duración, que se extendieron entre los días 9 a 12 y 17 a 20.

Las dos olas de calor de agosto, que afectaron a la España peninsular y Baleares entre los días 6 a 23 y 17 a 25, fueron más prolongadas que las dos de julio, con temperaturas máximas por encima de 40.0 °C en gran parte del territorio, llegando a superarse los 45.0 °C en algunos puntos de la provincia de Valencia y de Andalucía los días 10 y 11 de agosto.



En Canarias se registraron también dos olas de calor en agosto: la primera entre los días 10 y 14, en la que se superaron los 40.0 °C en todas las islas, y la segunda, de mayor intensidad, entre el 20 y el 24 de agosto. Hubo, además, una tercera ola de calor en Canarias, entre los días 2 y 17 de octubre, que resultó excepcional por su duración y por lo tardío de las fechas.

### *Se registraron tres olas de calor en Canarias y cuatro en la Península y Baleares*

Otro episodio destacado, aunque sin llegar a constituir una ola de calor, fue el intenso y prolongado episodio cálido que se extendió entre el 15 de abril y el 10 de mayo, con temperaturas muy por encima de las habituales para la época del año, durante el cual se alcanzaron las temperaturas más altas de la primavera.

Las temperaturas fueron especialmente elevadas entre los días 24 y 29 de abril, debido a la entrada de una masa de aire muy cálido y seco de origen norteafricano, llegando a registrarse valores por encima de 35 °C en numerosos puntos del sur peninsular.

Morón de la Frontera fue el observatorio principal donde se registró la temperatura más elevada del año (46.0 °C el 24 de julio).

Durante 2023 los episodios fríos fueron, en cambio, escasos y de poca intensidad. Hubo dos olas de frío entre el 29 y el 31 de enero y el 28 de febrero y el 2 de marzo.

Otros episodios destacados fueron los de los días 1 a 5 de marzo y 12 a 23 de mayo, en los que tanto las temperaturas máximas como las mínimas se situaron muy por debajo de las habituales para la época del año.

La temperatura más baja de 2023 entre observatorios principales correspondió a Molina de Aragón, donde se registraron -15.8 °C el 28 de febrero.

Se ha actualizado en 2023 el estudio sobre las olas de calor en nuestro país desde 1975.

## 1.2 Precipitación

El año 2023 fue en su conjunto muy seco en cuanto a precipitaciones (figura 1.3), con un valor de precipitación media sobre España de 530.8 mm (536.6 mm en el promedio de la España peninsular; 456.9 mm en Baleares y 183.4 mm en Canarias). El acumulado total de 2023 representó el 84 % del valor normal en el periodo de referencia 1991-2020, tratándose del sexto año más seco desde el comienzo de la serie en 1961, y el cuarto del siglo XXI. En toda España el año 2023 resultó de carácter muy seco.

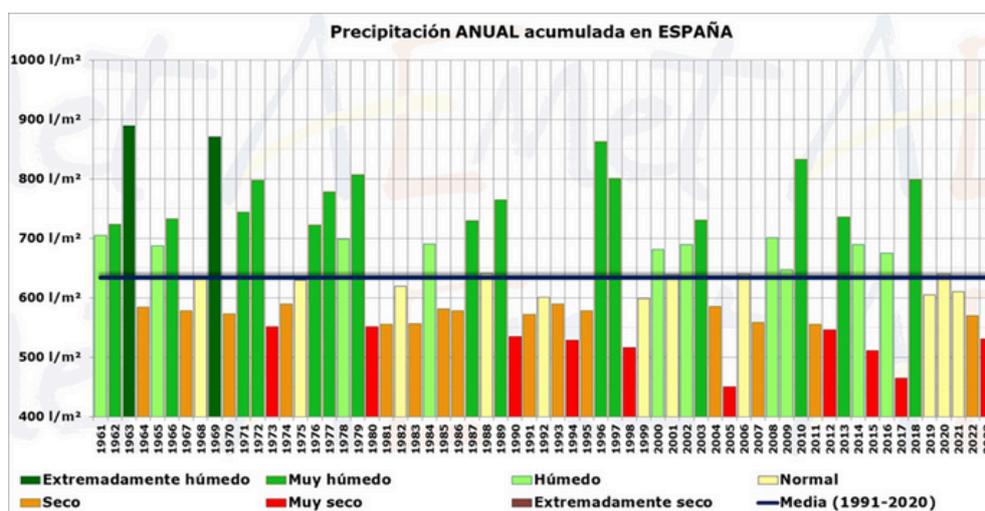


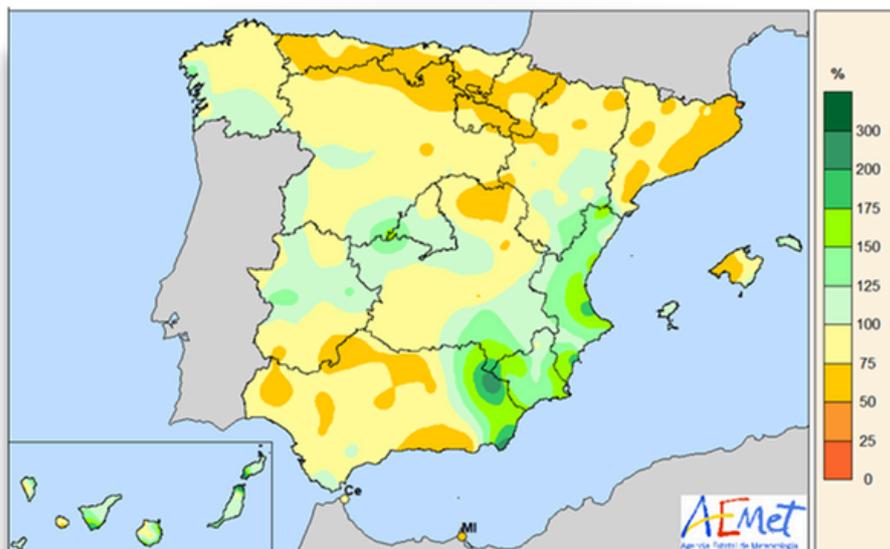
Fig 1.3. Serie de precipitaciones medias anuales sobre España desde 1961.

- EH = Extremadamente húmedo.  $PR > PR_{max}$ . La precipitación sobrepasa el valor máximo registrado en el periodo de referencia 1981-2010.
- MH = Muy húmedo:  $P80 < PR \leq PR_{max}$ . La precipitación se encuentra en el intervalo correspondiente al 20 % de los años más húmedos.
- H = Húmedo:  $P60 \leq PR < P80$ .
- N = Normal:  $P40 \leq PR < P60$ .
- S = Seco:  $P20 \leq PR < P40$ .
- MS = Muy seco:  $PR_{min} \leq PR < P20$ .
- ES = Extremadamente seco.  $PR < PR_{min}$ . La precipitación no alcanza el valor mínimo registrado en el periodo de referencia 1981-2010.

El año fue entre normal y seco en prácticamente toda la Península, y en ambos archipiélagos. El año fue entre seco y muy seco en la mitad sureste peninsular, áreas de Castilla y León, puntos de Asturias, Cantabria, País Vasco, Navarra y sur de Extremadura, llegando a ser extremadamente seco en áreas de Cataluña, Comunitat Valenciana y Andalucía. Por el contrario, el año fue entre normal y húmedo, en el centro peninsular, Galicia, noroeste de Castilla y León, oeste de Asturias, noreste de Cantabria, norte de País Vasco y Navarra y noroeste de Aragón, llegando a ser muy húmedo en algunos puntos de estas zonas. En el archipiélago balear, tuvo carácter entre seco y muy seco en todas las islas. En el archipiélago canario el año tuvo carácter entre seco y muy seco, llegando a ser extremadamente seco en la isla de Lanzarote y el norte de Tenerife.

***2023 fue un año muy seco, con un acumulado total de precipitación de solo el 82 % del valor normal del período de referencia***

La precipitación acumulada en el año 2023 fue inferior al valor normal en prácticamente toda la Península y llegó a ser inferior al 75 % en la mitad sureste peninsular y en ambos archipiélagos. En contraste, la precipitación acumulada llegó a superar el 100 % del valor normal en el centro peninsular, Galicia, noroeste de Castilla y León, en la cornisa cantábrica con excepción de Asturias y en los Pirineos navarro y aragonés.



**Fig 1.4 - Porcentaje de precipitación del año 2023 respecto de la media del periodo de referencia 1991-2020.**

En cuanto a la evolución a lo largo del año, la primavera fue muy seca. En la tabla 1.3 se muestran los valores de precipitación acumulada en España de cada mes del año, los estacionales y el anual, así como el promedio normal de cada uno de los periodos, la anomalía (% de déficit o superávit) y la jerarquía que ocupan en la serie ordenada de más a menos seco dentro de la serie de los 63 años de datos.

| Mes              | Precipitación acumulada 2023 | Promedio normal (1991-2020) | Anomalía    | Carácter            | Orden     |
|------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------|---------------------|-----------|
| Enero            | 59.3                         | 64.1                        | -7%         | Normal              | 31        |
| Febrero          | 18.7                         | 51.2                        | -63%        | Muy seco            | 9         |
| Marzo            | 20.9                         | 58.8                        | -64%        | Muy seco            | 6         |
| Abril            | 14.1                         | 62.6                        | -77%        | Extremadamente seco | 1         |
| Mayo             | 59.0                         | 55.8                        | +6%         | Normal              | 39        |
| Junio            | 66.1                         | 31.4                        | +110%       | Muy húmedo          | 60        |
| Julio            | 9.7                          | 16.5                        | -41%        | Muy seco            | 13        |
| Agosto           | 10.5                         | 21.4                        | -51%        | Muy seco            | 7         |
| Septiembre       | 66.4                         | 44.4                        | +50%        | Muy húmedo          | 56        |
| Octubre          | 103.2                        | 77.1                        | +34%        | Muy húmedo          | 52        |
| Noviembre        | 69.9                         | 77.8                        | -10%        | Normal              | 33        |
| Diciembre        | 33.0                         | 73.1                        | -55%        | Muy seco            | 9         |
| <b>Invierno</b>  | <b>202.7</b>                 | <b>188.4</b>                | <b>+8%</b>  | <b>Húmedo</b>       | <b>34</b> |
| <b>Primavera</b> | <b>94.0</b>                  | <b>177.2</b>                | <b>-47%</b> | <b>Muy seco</b>     | <b>2</b>  |
| <b>Verano</b>    | <b>86.3</b>                  | <b>69.3</b>                 | <b>+25%</b> | <b>Muy húmedo</b>   | <b>49</b> |
| <b>Otoño</b>     | <b>239.5</b>                 | <b>199.3</b>                | <b>+20%</b> | <b>Húmedo</b>       | <b>47</b> |
| <b>Anual</b>     | <b>530.8</b>                 | <b>634.1</b>                | <b>-16%</b> | <b>Muy seco</b>     | <b>6</b>  |

**Tabla 1.3. Precipitación media mensual, estacional y anual durante el año 2023. Precipitación media normal, anomalía, carácter y posición de sequedad.**

## Episodios de lluvias fuertes

A lo largo de 2023 hubo numerosos episodios de lluvias fuertes.

El año comenzó con la borrasca Fien, entre los días 14 y 18 de enero que produjo intensos vientos, fenómenos costeros e importantes acumulaciones de precipitación y nevadas, principalmente en zonas del norte peninsular y especialmente a lo largo de la cornisa cantábrica.

En febrero destacaron las borrascas Isaak, los días 6 y 7 y la borrasca Juliette a finales del mes. Isaak trajo consigo advección húmeda sobre la fachada mediterránea peninsular produciendo fenómenos costeros en la zona mediterránea. A partir del día 8 la presencia de una DANA aumentaría la inestabilidad atmosférica, provocando una situación persistente de precipitaciones que serían en forma de nieve en zonas del interior de la mitad este de la Península.

En junio se produjo el paso de la borrasca Oscar, que provocó precipitaciones copiosas en Canarias.

A finales del mes de agosto se produjo un episodio de lluvias intensas y generalizadas en la Península y Baleares como consecuencia del descuelgue de una vaguada hacia el oeste peninsular que terminaría aislándose en una DANA situada al oeste de la Península.

Los días 1 y 2 de septiembre se produjeron fuertes precipitaciones, en algunas zonas del este y centro peninsular fueron más intensas y abundantes.

En otoño destacó el paso de la borrasca Aline, a finales de octubre, y el paso de la borrasca Domingos que afectó a la Península los días 4 y 5 de noviembre, produciendo intensas precipitaciones en Galicia y fenómenos costeros en el norte peninsular.

Entre los valores de precipitación máxima diaria registrados entre los observatorios principales en el año 2023 destacan Vigo/Peinador que registró 112.8 mm el día 25 de octubre; Tortosa que registró 105.8 mm y Valencia con 86.0 mm el día 2 de septiembre; Castellón/ Almassora que el 25 de mayo registró 98.4 mm; Santander/CMT, Bilbao/aeropuerto, Donostia/San Sebastián/aeropuerto que el 16 de enero registraron 94.6 mm, en los dos primeros y 88.0 mm en el último, y Madrid/Cuatro Vientos y Guadalajara que registraron 91.2 mm y 86.4 mm el 19 de octubre y que constituyen los valores más altos de sus series. En cuanto a la precipitación total anual, entre las estaciones principales, destacan los 2341.6 mm acumulados en Vigo/Peinador; los 2045.5 mm acumulados en Donostia/Sebastián/aeropuerto; los 1951.7 mm acumulados en Hondarribia/Malkarroa; los 1928.1 mm acumulados en Santiago de Compostela/Labacolla y los 1878.0 mm acumulados en Pontevedra.



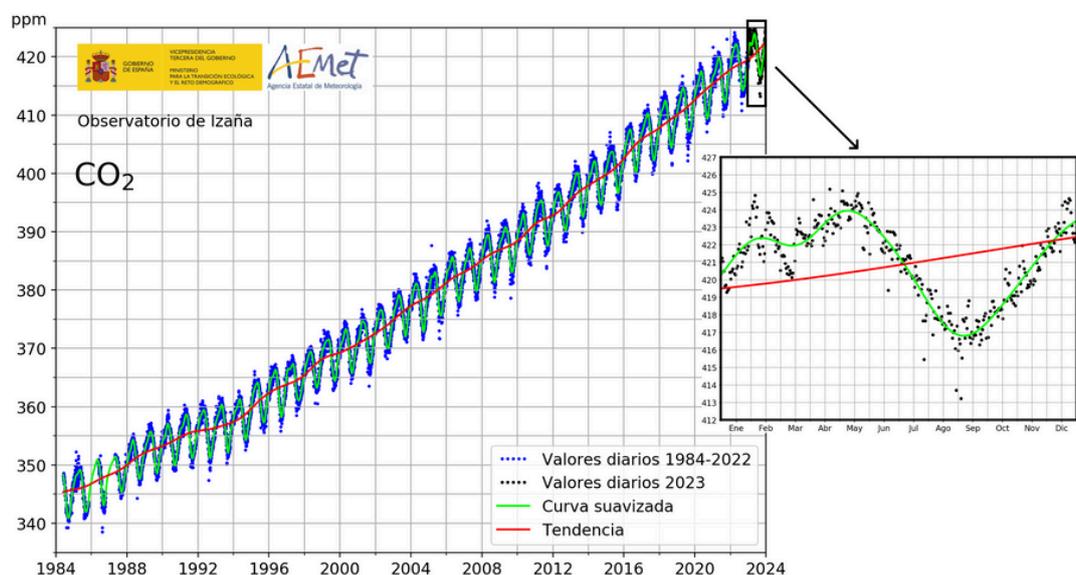


## 1.3 Concentración de dióxido de carbono

En mayo de 2023, las medidas hechas en el Observatorio de Izaña (IZO) indican que su concentración media mensual fue 423,86 ppm (partes por millón). Este dato es el nuevo máximo de la serie de registros del Observatorio de Izaña y representa un incremento de 2,91 ppm con respecto al anterior máximo, 421,95 ppm, registrado en abril de 2022.

***Un nuevo máximo en la concentración media mensual de CO<sub>2</sub> atmosférico en mayo de 2023, con 423,86 ppm***

Estos datos están en sintonía con las medidas de otras estaciones de valores de fondo atmosféricos como el Observatorio de Mauna Loa (MLO), confirmándose el aumento de los últimos años por encima de los 2 ppm anuales.



***Figura 1.5 - Evolución de la concentración diaria nocturna de CO<sub>2</sub> en el Observatorio de Izaña desde 1984, con detalle ampliado de 2023. Las líneas verde y roja pueden entenderse aproximadamente como representando promedios mensuales y promedios anuales, respectivamente***

Las medidas realizadas en Izaña cobraron mayor importancia de la que ya tenían, tras interrumpirse la actividad de uno de los más importantes centros de investigación dedicado al estudio del cambio climático, el Observatorio de Mauna Loa (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) que posee el registro más extenso de medidas de concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en superficie. El 27 de noviembre de 2022 entró en erupción el volcán Mauna Loa en la isla de Hawái, afectando de forma importante a las infraestructuras de MLO. Durante la emergencia volcánica, el Centro de Investigación Atmosférica de Izaña (CIAI) asumió la responsabilidad de apoyar la labor que venía realizando Mauna Loa, reemplazándole como centro mundial de calibración de fotómetros patrones de la red AERONET y en las actividades de calibración de espectrofotómetros Dobson y Brewer.

Las concentraciones medias mensuales de CO<sub>2</sub> de IZO y MLO, pese a estar separadas por más de 13 000 km, se superponen y su evolución es idéntica. Esto sólo se explica si ambas estaciones están midiendo una masa de aire que proviene de un origen común, en este caso, las capas medias de la atmósfera, por lo que ambas series mensuales reproducen con igual exactitud la variación estacional del CO<sub>2</sub>. Por tanto las mediciones de CO<sub>2</sub> realizadas en Izaña son cruciales para mantener la famosa curva de Keeling.







# LOGROS DESTACADOS EN 2023

## Clima

- Actualización del estudio sobre las olas de calor en España desde 1975.
- Creación de una base de datos con series climáticas completas cubriendo todo el periodo (1961-2023), con una cobertura espacial adecuada para el desarrollo de servicios climáticos sobre todo el territorio.

## Prestación de servicios a la aviación

- Programación de un algoritmo propio de detección de cizalladura y turbulencia para el aeropuerto de Bilbao basado en datos de viento doppler (LIDAR 3D).
- Mejora del algoritmo de los avisos de tormentas previstas en aeropuertos y extensión del servicio a los aeropuertos canarios.

## Observación e infraestructuras

- Recepción de datos preoperativos de MTG-II (Meteosat Third Generation – Imager I).
- Instalación de nuevo equipamiento para medir el espesor de nieve mediante tecnología láser (prototipo) en el Centro de Experimentación de Formigal-Sarriós.
- El RBCC-E (Regional Brewer Calibration Center for Europe) del Centro de Investigación Atmosférica de Izaña (CIAI) proporcionó la referencia de ozono de la XVIII Campaña Internacional de Calibración e Intercomparación de Instrumentos para la medida de Ozono Total y Radiación Solar Ultravioleta.
- Incorporación del Observatorio de Izaña como estación de la infraestructura de investigación paneuropea ICOS-ERIC para la medida de la evolución del ciclo de carbono y los gases de efecto invernadero.
- Tras la erupción volcánica que afectó al observatorio de referencia mundial de Mauna Loa (Hawái) de la OMM, los datos de CO<sub>2</sub> medidos por el CIAI se utilizaron durante varios meses para completar la serie histórica de referencia más larga, fundamental para los estudios de cambio climático.

## Predicción

- Implementación de un sistema de predicción para escalas de muy corto plazo a una resolución de 1.25 km sobre la península Ibérica y las Islas Baleares.
- II Servicios Meteorológicos europeos unen fuerzas para mejorar sus capacidades de predicción operativa en el corto plazo. AEMET entra en el Consorcio United Weather Centers (UWC).



### I + D + i

- Participación en el desarrollo del gemelo digital de extremos a demanda DEODE dentro de la iniciativa Destination Earth, y realización de simulaciones y evaluaciones para casos de estudio de convección severa en el Mediterráneo.
- ACTRIS se estableció como Consorcio Europeo de Infraestructuras de Investigación (ERIC). CIAI/AEMET es uno de los centros de calibración de aerosoles en remoto del consorcio.
- Uso de nuevas técnicas estadísticas que incluyen el Machine Learning para la regionalización de escenarios de cambio climático de precipitación y temperatura sobre estaciones y sobre rejilla observacional (Península y Baleares) a partir de los datos de simulaciones globales de CIMP6, que son la base del sexto informe del IPCC.
- Implementación del nuevo modelo hidrológico CTRIP 1/12° en el modelo HCLIM43 en el marco del consorcio HCLIM, para el desarrollo de una versión climática del modelo HARMONIE, que lidera AEMET.

### Comunicación y difusión de datos e información

- La página web de la Agencia continua su crecimiento en media de visitas diarias (13.3 millones/día) y en el máximo de visitas en un día (40,45 millones), máximo diario histórico.
- Aumento de la presencia en los medios de comunicación y plataformas digitales.
- Se ha superado el millón de seguidores de AEMET en redes sociales.
- Creación de perfiles en X para contenidos divulgativos y en X y LinkedIn para contenidos corporativos.
- Creación de un perfil oficial en la nueva red social Threads.

### Cooperación internacional

- Participación en diversos proyectos de cooperación con África para apoyar el desarrollo de sistemas de aviso de tormentas de polvo y arena.
- Elaboración de planes de mejora para las redes de observación de Granada y Burkina Faso, en el marco del mecanismo de Naciones Unidas SOFF (Systematic Observations Financing Facility).
- AEMET, en su calidad de Centro Regional de Formación de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), ha liderado 18 actividades internacionales de formación, orientadas a la capacitación técnica.
- Realización de la 4ª Edición del Paquete de Instrucción Básica para Meteorólogos, organizado por AEMET en coordinación con la OMM, al que asistieron profesionales de los servicios meteorológicos nacionales de Iberoamérica.



# PINCIPALES CIFRAS E INDICADORES 2023

## 3.1 Indicadores

| <i>Disponibilidad y puntualidad de productos</i>                        | <i>Objetivo</i>           | <i>2023</i>           | <i>2022</i>        |       |
|---|---------------------------|-----------------------|--------------------|-------|
| <b><i>Disponibilidad de datos de observación en tiempo real</i></b>     |                           |                       |                    |       |
| Disponibilidad de datos radar   | 90%                       | 79,04% <sup>(1)</sup> | 95,2%              |       |
| Disponibilidad de datos de estaciones meteorológicas automáticas        | 81%                       | 93,9%                 | 94,4%              |       |
| Disponibilidad de mensajes sinópticos                                   | 95%                       | 98,5%                 | 98,7%              |       |
| <b><i>Disponibilidad de datos ambientales</i></b>                       |                           |                       |                    |       |
| Disponibilidad de datos de radiación                                    | 87%                       | 96,8%                 | 96,0%              |       |
| Disponibilidad de datos de ozono  | 82%                       | 94,4%                 | 97,3%              |       |
| Disponibilidad de datos contaminantes                                   | 87%                       | 94,7%                 | 94,8%              |       |
| <b><i>Puntualidad de productos y servicios generales</i></b>            |                           |                       |                    |       |
| Productos del SNP emitidos sin retraso(o con retraso inferior a 15 min) | 95%                       | 98,8%                 | 98,5%              |       |
| Peticiones atendidas en plazo   | 95%                       | 86,27%                | 89,5%              |       |
| <b><i>Puntualidad de productos para la aviación</i></b>                 |                           |                       |                    |       |
| Mensajes METAR recibidos en hora  | 98%                       | 99,5%                 | 99,4%              |       |
| Mensajes TAF recibidos en hora  | 98%                       | 99,3%                 | 99,3%              |       |
| Mapas Aeronáuticos SIGWX sin retraso (o con retraso inferior a 15 min)  | 98%                       | 99,7%                 | 99,3%              |       |
| <b><i>Calidad de productos y servicios</i></b>                          | <b><i>Objetivo</i></b>    | <b><i>2023</i></b>    | <b><i>2022</i></b> |       |
| <b><i>Predicciones de temperaturas máximas y mínimas</i></b>            |                           |                       |                    |       |
| Predicciones de temperaturas máximas con error inferior a 2ºc           | 75%                       | 86,8%                 | 84,3%              |       |
| Predicciones de temperaturas mínimas con error inferior a 2ºc           | 75%                       | 84,1%                 | 81,1%              |       |
| <b><i>Calidad de las observaciones climatológicas</i></b>               |                           |                       |                    |       |
| Datos validados incorporados al banco nacional de datos climatológicos  | 93%                       | 97,2%                 | 97,0%              |       |
| <b><i>Validación del TAF</i></b>  |                           |                       |                    |       |
| Pronósticos TAF con un nivel de acierto BUENO                           | 94%                       | 95%                   | 95%                |       |
| <b><i>Avisos de fenómenos meteorológicos adversos</i></b>               |                           |                       |                    |       |
| <b><i>Avisos a escala provincial</i></b>                                | Tasa de falsas alarmas    | ≤ 35%                 | 23,0%              | 23,0% |
|   | Probabilidad de detección | ≥70%                  | 82,0%              | 84,0% |

**Tabla 3.1 – Objetivos de 2023 junto con los resultados alcanzados en 2023 y 2022**

(1) Sería 92,5% si se descuentan las indisponibilidades debidas al Plan de Modernización de la red de radares



## 3.2 Cifras clave

|  | 2023                         | 2022                         |
|--|------------------------------|------------------------------|
| <b>Datos económicos (en euros)</b>                                   |                              |                              |
| <b>Presupuesto final</b>   | 135.031.595 €                | 129.141.439 €                |
| Ejecución  | 83,50%                       | 84%                          |
| Ingresos procedentes de la aeronáutica                               | 55.229.97€                   | 46.371.935 €                 |
| Ingresos tributarios   | 1.660.632 €                  | 1.269.179 €                  |
| Ingresos proyectos I+D+I   | 1.757.173 €                  | 1.599.633 €                  |
| <b>Recursos humanos</b>  |                              |                              |
| Personal total   | 1.083                        | 1.031                        |
| En servicios centrales   | 314                          | 309                          |
| En delegaciones territoriales  | 769                          | 722                          |
| Meteorólogos   | 179                          | 174                          |
| Diplomados   | 267                          | 241                          |
| Observadores   | 471                          | 456                          |
| Personal en horario especial   | 491                          | 487                          |
| <b>Productos y servicios</b>   |                              |                              |
| Avisos de nivel rojo   | 159                          | 60                           |
| Avisos de nivel naranja  | 3.049                        | 2.419                        |
| Avisos de nivel amarillo   | 17.770                       | 14.620                       |
| Certificados e informes  | 1.476                        | 1.497                        |
| Páginas visitadas en la web (media diaria)                           | 13.304.007                   | 15.547.478                   |
| Máximo de páginas visitadas en un día                                | 40.453.715 (3 de septiembre) | 33.451.171 (21 de noviembre) |
| <b>Redes de observación</b>  |                              |                              |
| Observaciones con personal propio                                    | 75                           | 98                           |
| Estaciones meteorológicas  | 850                          | 836                          |
| Estaciones con colaboradores   | 2.104                        | 2.155                        |
| Pluviométricas   | 1.225                        | 1.279                        |
| Termopluviométricas  | 874                          | 870                          |
| Termométricas  | 5                            | 6                            |
| Radars meteorológicos  | 15                           | 15                           |
| Detectores de descargas eléctricas                                   | 19                           | 19                           |
| Estación VOS (buques Esperanza del Mar, Juan de la Cosa, Hespérides) | 3                            | 3                            |
| Estaciones radiosondeo (1 en buque Esperanza del Mar)                | 8                            | 9                            |
| Estaciones radiosondeo de ozono                                      | 2                            | 2                            |
| Estaciones de medida de radiación                                    | 59                           | 59                           |
| Estaciones con espectrofotómetros Brewer                             | 6                            | 6                            |
| Estaciones con fotómetros CIMEL                                      | 10                           | 10                           |
| Estaciones EMEP/VAG/CAMP de medida de la contaminación de fondo      | 13                           | 13                           |
| Estación de Vigilancia Atmosférica Global (GAW Global)               | 1                            | 1                            |
| <b>Publicaciones</b>   |                              |                              |
| Artículos en revistas con revisión por pares                         | 61                           | 53                           |
| Publicaciones del programa editorial                                 | 18                           | 19                           |

Tabla 3.2 - Cifras clave del año 2023



## SERVICIO PÚBLICO

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

En 2022 se aprobó la versión 8 del Plan Nacional de Predicción y Vigilancia de Fenómenos Meteorológicos Adversos (METEOALERTA) que se ha estado aplicando en 2023. Este plan pretende facilitar la más detallada y actualizada información posible sobre los fenómenos atmosféricos adversos que puedan afectar a España, así como mantener una información continuada de su evolución una vez que se ha iniciado su desarrollo.

El plan dispone de un anexo en el que se establecen los criterios específicos para la emisión de avisos de fenómenos meteorológicos adversos en lo referente a los umbrales utilizados en el ámbito del Plan Meteoadvertencia. Las tablas con los umbrales de temperaturas máximas, temperaturas mínimas, racha máxima, precipitación en 12 horas, precipitación en 1 hora y nieve en 24 horas se han establecido por zonas para cada Comunidad Autónoma, Ciudad Autónoma e isla. Además, incluye mapas nacionales zonificados, coloreados según los distintos umbrales elegidos para cada una de las variables especificadas.

Los avisos especiales de ola de calor se emiten teniendo en cuenta los niveles de riesgo establecidos en el Plan Nacional de Actuaciones Preventivas de los Efectos del Exceso de Temperaturas sobre la Salud; en los avisos de ola fría se incluye el criterio de persistencia.

Además, se incluyen criterios de avisos de tormenta, fenómenos costeros, aludes, galernas, rissagues, deshielos, nieblas y polvo en suspensión.



## 4.2 El servicio a la navegación aérea

### 4.2.1 Desarrollo de un sistema de alarmas de cizalladura/turbulencia a partir de un LIDAR 3D

Durante 2023 se ha proseguido el trabajo para el desarrollo de un sistema de alarmas de cizalladura y/o turbulencia mediante el LIDAR 3D del aeropuerto de Bilbao. Se finalizó el diseño y programación de un algoritmo propio de detección de cizalladura y turbulencia, basado en datos de viento doppler, la implementación de la solución acordada, incluida la contratación de modificaciones en sistemas propietarios y la puesta en operación del sistema de alarmas en modo pruebas.

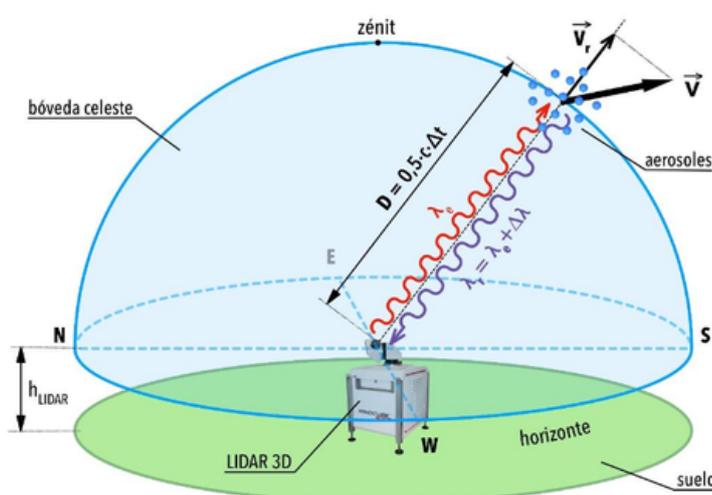


Fig.4.1 - Esquema de funcionamiento de un LIDAR doppler 3D

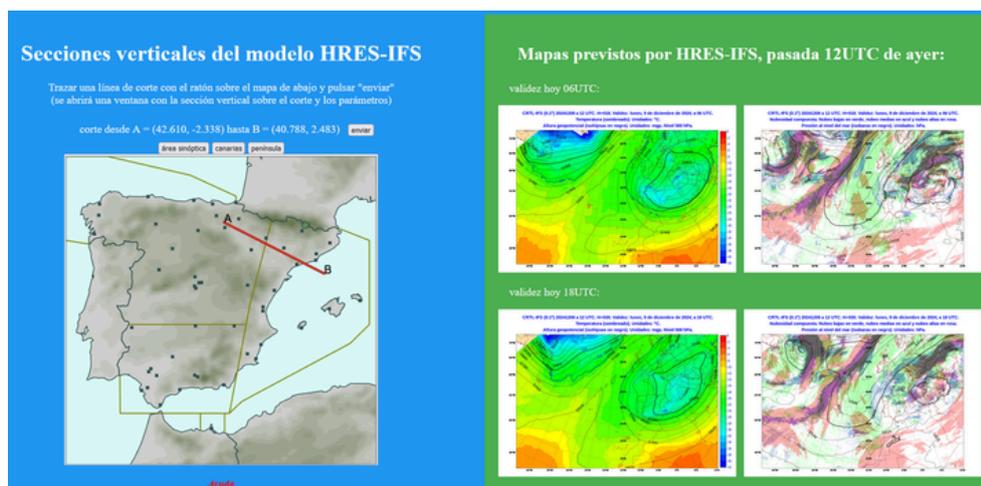
Además, se continuó con la campaña de obtención de datos, la validación de los algoritmos (tanto los propios como los desarrollados por otros organismos), la coordinación con usuarios internos y externos sobre el modo de comunicar las alarmas de cizalladura/turbulencia, la impartición de formación a usuarios (tanto internos como externos) y la emisión de avisos de cizalladura pronosticados de forma preoperativa.

### 4.2.2 Avisos de tormentas previstas en los aeropuertos canarios

Se ha desarrollado una nueva aplicación para generación de avisos de tormentas previstas en aeropuertos, que supone una mejora importante respecto a la aplicación anteriormente operativa. Aporta un adelanto de 9 minutos en la generación de los avisos, mejora en los resultados de los índices de verificación, y fundamentalmente permite la emisión de estos avisos para los aeropuertos de las Islas Canarias, no recogidos en la aplicación anterior.

## 4.2.3 Herramienta de predicción de meteogramas con el modelo IFS para los aeropuertos

Durante 2023 se ha puesto en operación la herramienta de predicción de meteogramas para los aeropuertos con el modelo IFS del Centro Europeo de Predicción a Medio Plazo. Con esta aplicación se puede obtener la predicción para las próximas 48 horas del viento medio (dirección y velocidad), visibilidad horizontal, precipitación acumulada, intensidad, rayos, altura de la base, techo y tope de las nubes convectivas, nubosidad, QNH, temperatura y punto de rocío.



**Fig.4.2 - Visualización de la herramienta. Línea en la que se realiza la sección vertical y mapas previstos de Temperatura y Nubosidad**

Además, el sistema de gestión de prestación de servicios a la navegación aérea superó con éxito la auditoría de certificación ISO 9001:2015, se mejoró la aplicación para la generación de avisos de rayos detectados y se inició el desarrollo de la segunda fase de pySTEPS (conjunto de herramientas del Sistema Nacional de Predicción para la vigilancia y nowcasting), que consiste en la puesta en operación de la aplicación pySTEPS para la extrapolación de campos radar en predicción inmediata partiendo de los resultados obtenidos en la primera fase del proyecto que finalizó en 2022.

## 4.3 Información para la salud y el medio ambiente

### 4.3.1 Predicción de calidad del aire a nivel regional

En el marco del convenio entre AEMET y la Comunidad Autónoma de Madrid (Consejería de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Sostenibilidad) para la realización del proyecto de investigación SIStema de Predicción de la calidad del Aire a nivel Regional (SISPAIR) que finalizó en 2022, se ha desarrollado el cálculo de un índice de calidad del aire (ICA) horario previsto, a partir del post-proceso de las salidas del modelo de transporte químico MOCAGE.



Además, se ofrecen las frecuencias correspondientes al ICA diario previsto, definido como el peor de los valores diarios para cada especie química considerada.

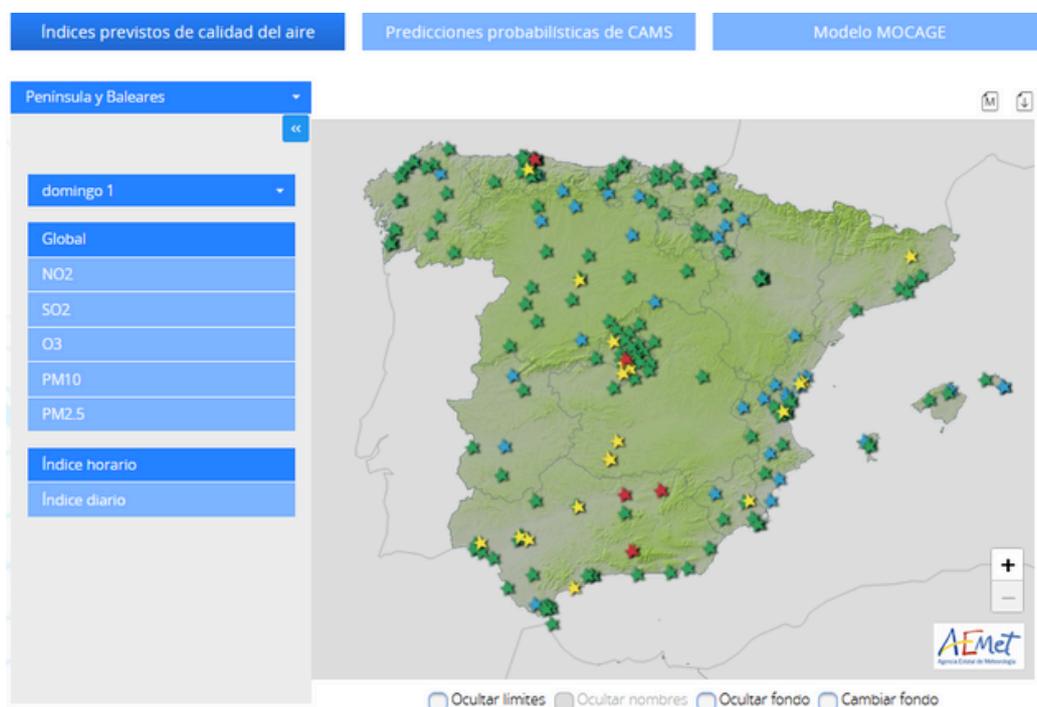
El ICA se calcula diariamente en el centro de proceso de datos de AEMET, tras la llegada de las observaciones de la red de calidad del aire de las diferentes Comunidades Autónomas y Entidades Locales del día anterior. A continuación, se realiza un envío diario de los datos del ICA a la Comunidad Autónoma de Madrid (CAM) y al MITERD para mostrarlos en sus diferentes páginas web:

[https://www.iqair.com/es/spain/madrid?srsId=AfmBOopRvIz9EeKW82\\_UDHQsmn-L0pw5rgOosxRfXjVgNBrFcPRldxuy](https://www.iqair.com/es/spain/madrid?srsId=AfmBOopRvIz9EeKW82_UDHQsmn-L0pw5rgOosxRfXjVgNBrFcPRldxuy)

<https://ica.miteco.es/>

Así como en la página web de AEMET:

[http://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/calidad\\_del\\_aire](http://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/calidad_del_aire)



**Fig.4.3 - Índice horario previsto de calidad del aire tal como se muestra en la página web de AEMET**

Se debe tener en cuenta que este índice se elabora a partir de la salida directa del modelo MOCAGE y por tanto adolece de las mismas limitaciones que presenta éste.

Los mapas son representativos de fenómenos a gran escala y pierden precisión conforme descienden a nivel local. Deben ser interpretados como tendencias y no como valores absolutos y pueden así contribuir a conocer mejor la predicción en términos cualitativos.

## 4.4 Apoyo a la defensa y la seguridad del Estado

Entre las funciones de AEMET destaca 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.

Las actividades que se desarrollan en colaboración con el Ministerio de Defensa son muy amplias, desde el apoyo a misiones y operaciones locales, a través de las Oficinas meteorológicas ubicadas en Bases de los tres Ejércitos, hasta la elaboración y suministro de servicios y productos para zonas de operaciones en el extranjero desde el Centro Español de Meteorología para Defensa (CEMD).

***AEMET continuó prestando servicio a las unidades operativas de  
Defensa***

También se presta apoyo específico a la Unidad Militar de Emergencias (UME) y a ejercicios y maniobras en territorio nacional e internacional (JFX-23, Adriatic-Strike 23, Flotex 23, SIRIO 23).

Además, personal de AEMET asiste regularmente a reuniones de grupos meteorológicos de organismos internacionales, especialmente de la OTAN (JOMSC, AMC, MILOC, MILMET, MILSWX) y también da apoyo meteorológico al TLP (Tactical Leadership Programme).





## ACTIVIDADES CLAVE

### 5.1 Observación e infraestructuras

#### 5.1.1 Nuevas estaciones y mejoras

En 2023, se han incorporado a la red operativa de AEMET las estaciones de Parques Nacionales de Picos de Europa, Sierra Nevada, Cabrera, Cabañeros y Ordesa y Monte Perdido. El traspaso a AEMET se enmarca dentro del objetivo común de las instituciones dependientes de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente de evitar duplicidades y realizar un uso eficiente de los recursos.

Además, se ha implementado la tecnología 4G en las 500 estaciones de la red secundaria climatológica mejorando significativamente la comunicación y eficiencia de estas estaciones.



Fig. 5.1 - Estación del mirador del cable (Parques Nacionales)

### *Incorporación de estaciones de Parques Nacionales a la red operativa de AEMET*

Por otro lado, dentro de las actividades de desarrollo en el Centro de Experimentación de Formigal-Sarriós, y en colaboración con el WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF, se ha instalado nuevo equipamiento para medir el espesor de nieve mediante tecnología láser.

Este equipamiento es un prototipo que servirá de base para el posterior despliegue del nuevo equipamiento en otros emplazamientos de la red operativa.

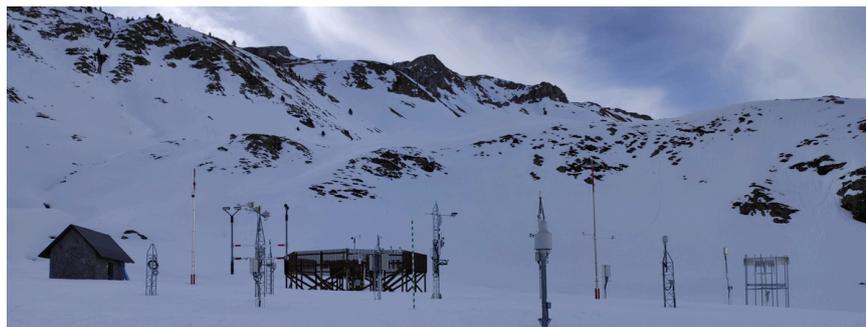


Fig. 5.2 - Centro de Experimentación de Formigal-Sarriós

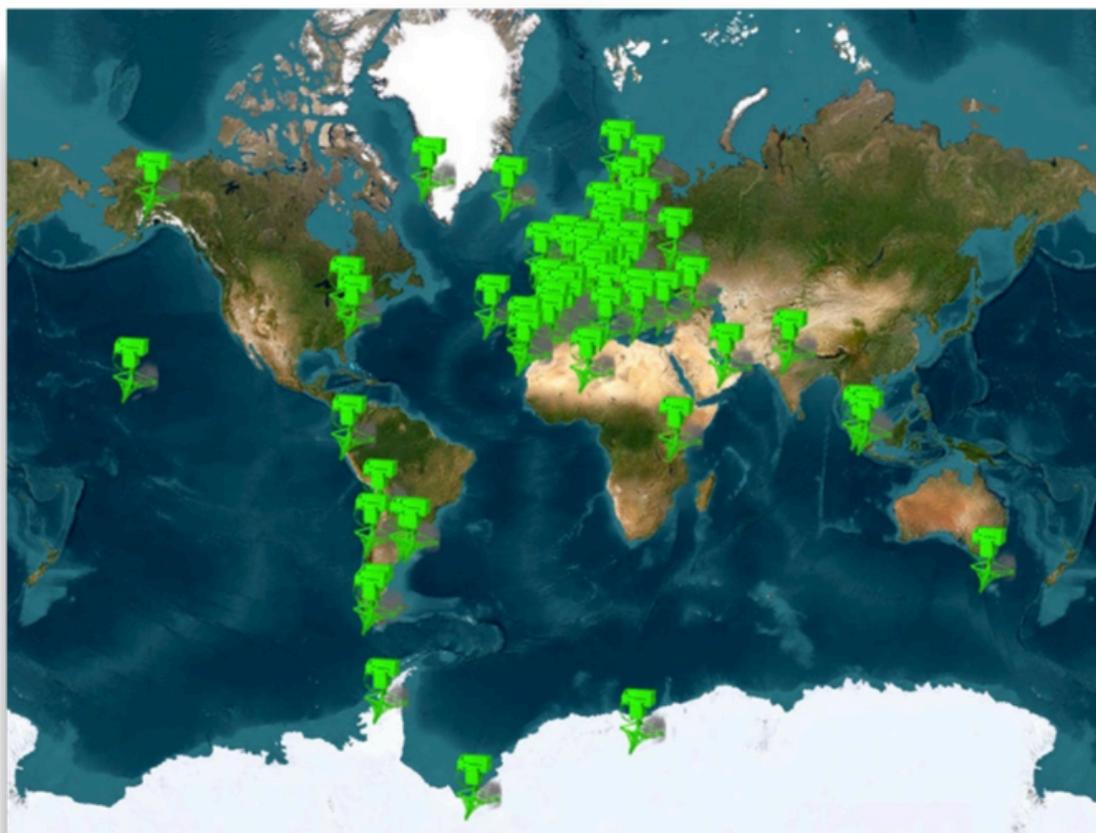


### 5.1.2 Calibración e Intercomparación de Instrumentos

El 11 de septiembre del 2023 se celebró la XVIII Campaña Internacional de Calibración e Intercomparación de Instrumentos para la medida de Ozono Total y Radiación Solar Ultravioleta en la Estación de Sondeos Atmosféricos del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) en El Arenosillo (Huelva). Esta fue organizada por el Centro de Investigación Atmosférica de Izaña (CIAI), de AEMET, junto con el Área de Investigación e Instrumentación Atmosférica (AIIA), del INTA.

La referencia de ozono de la campaña la proporciona el el Centro Regional de Calibración de Espectrofotómetros Brewer para Europa y África (RBCC-E) del Centro de Investigación Atmosférica de Izaña (CIAI) de AEMET, que comparte la referencia mundial con el Centro de Toronto, gestionado por el servicio meteorológico canadiense "Environmental & Climate Change Canada" (ECCC). En esta edición participaron alrededor de 25 científicos y 17 espectralradiómetros de siete países. Entre ellos, 5 espectrofotómetros Brewer de AEMET y la referencia de CIAI.

AEMET es responsable del Centro Regional de Calibración de Espectrofotómetros Brewer para Europa y África (RBCC-E) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). La red EUBREWNET que lidera AEMET (<https://eubrewnet.aemet.es/eubrewnet>) proporciona datos en tiempo real de todos los espectrofotómetros Brewer recogidos en la figura 5.3. Además, proporciona la incertidumbre de los productos de ozono calculados. Este cálculo de incertidumbre se inició gracias al proyecto de la ESA – Breweb.



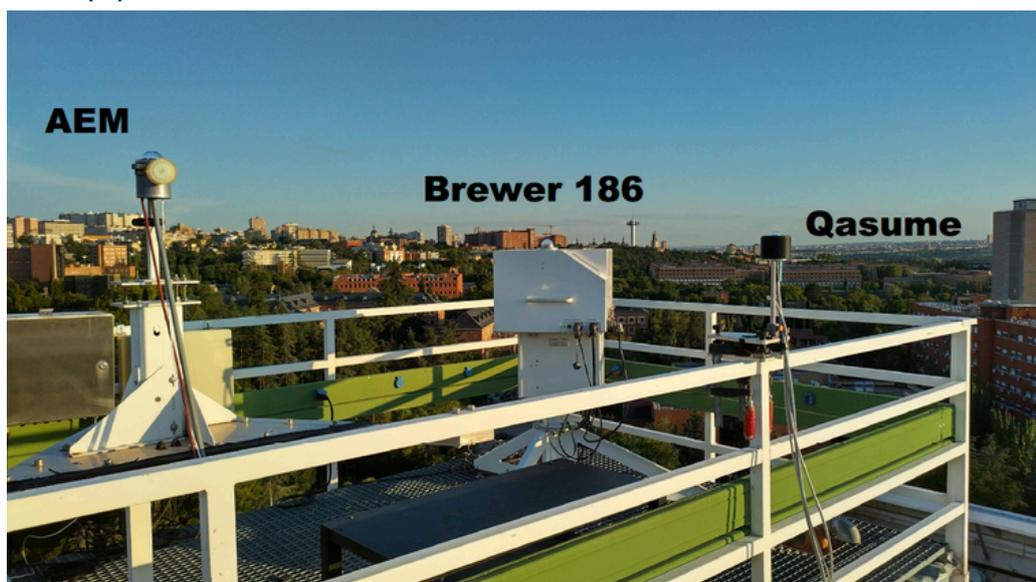
**Fig. 5.3- Estaciones de la red Eubrewnet. Esta red concebida inicialmente en el marco de un proyecto europeo se ha ido ampliando a otros continentes.**

El Observatorio de Izaña (Tenerife) de CIAI-AEMET, junto con el Observatorio de Mauna Loa en Hawái, que gestiona la NOAA (National Ocean and Atmospheric Administration), son los dos únicos centros capaces de calibrar los estándares de ozono. La erupción del volcán de Mauna Loa, que tuvo lugar el 27 de noviembre de 2022, afectó seriamente la operación de este último y el CIAI tomó el relevo de las calibraciones que normalmente se realizan en Mauna Loa.

Estas campañas son una pieza clave en la monitorización de la capa de ozono. Si bien la vigilancia se realiza a nivel global mediante las medidas desde satélites, estas son a su vez validadas por las medidas desde tierra, y es donde los espectrofotómetros de alta resolución, en operación desde los años 80 en la medida de ozono, conforman la referencia ineludible para transferir la escala de calibración a los instrumentos satelitales. A estas campañas se suman nuevos instrumentos diseñados para la medida de ozono que también son validados en las mismas.

## *En 2023 se llevaron a cabo campañas de intercomparación de espectrofotómetros Brewer y espectrorradiómetros*

Entre los días 18 y 23 de septiembre de 2023 se llevó a cabo en la sede central de AEMET la intercomparación entre el espectrorradiómetro patrón de radiación ultravioleta (UV) del laboratorio radiométrico nacional (AEM) y el patrón mundial viajero de UV espectral QASUME (Quality Assurance of Spectral Ultraviolet Measurements in Europe), operado por el PMOD (Physical Meteorological Observatory in Davos)/WRC (World Radiation Centre). Esta intercomparación asegura la trazabilidad de las medidas de la red nacional de radiación ultravioleta en banda ancha al Sistema Internacional de Unidades (SI).



**Fig. 5.4-Equipos del Centro Radiométrico Nacional , Aemet- Ciudad Universitaria, durante la intercomparación con el Qasume**



### 5.1.3 Mejora de los programas de observación del CIAI: renovación y ampliación de instrumentación científica

A finales del 2022 y principios de 2023 AEMET recibió el equipamiento y la instrumentación científica del CIAI para la renovación de los diferentes programas que desarrolla:

#### Programa de gases reactivos:

Los analizadores de ozono superficial por absorción UV Thermo Scientific 49I y del estándar primario de ozono 49-PS del Programa de Gases Reactivos VAG-OMM y renovación de la unidad de acondicionamiento de ozonosondas fueron recepcionados en 2023. Además, se realizó una intercomparación con los analizadores a los que iban a sustituir, pasando una auditoría en junio del 2023 del World Calibration Centre (WCC-Empa).

#### Programa de radiación solar BSRN:

La instrumentación de la Red BSRN (Baseline Surface Radiation Network) con un seguidor solar, dos piranómetros de medida de radiación global y difusa, un pirheliómetro de radiación directa, un radiómetro de radiación ultravioleta, un pirgeómetro de radiación infrarroja y un sensor de medida de radiación fotosintéticamente activa (PAR) adquiridos en 2022 entraron en operación en 2023. Se ampliaron así las medidas espectrales para disponer de valores de radiación global entre 300 y 2500 nm.

#### Programa FTIR:

En el marco de las redes internacionales de monitorización de la composición atmosférica TCCCON y NDACC, durante 2023 ha entrado en operación el nuevo espectrómetro de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR) de alta resolución adquirido en 2022, que sustituye al espectrómetro FTIR que opera desde 2005, único instalado en España. La automatización del proceso de medida con este instrumento se realizó en 2023.



Fig. 5.5- Nueva instrumentación de la Red BSRN (Baseline Surface Radiation Network)



Fig. 5.6- Espectroradiómetro EKO MS-713



Fig. 5.7- Proceso de instalación en CIAI

### Observatorio de Rayos C3smicos (ICaRO)

A finales de febrero de 2023, se instal3 el Observatorio de Rayos C3smicos (ICaRO) en el Observatorio Atmosf3rico de Izaña gracias a la colaboraci3n con la Universidad de Alcal3, para la medida del flujo de rayos c3smicos, y el estudio de tormentas solares y cambios a largo plazo de la heliosfera solar.

### Programa de ozono total con espectrof3t3metros Brewer:

AEMET, a trav3s de CIAI, gestiona EUBREWNET (European Brewer Network) que es la 3nica red global de observaciones de O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, UV y aerosoles en la columna en tiempo real, asociada al Programa de Observaci3n de la Tierra de la Uni3n Europea Copernicus, y adem3s es responsable del RBCC-E (Regional Brewer Calibration Center for Europe) reconocido por la OMM como centro de referencia mundial de ozono junto al de Canad3. En 2023 se continu3 con el proceso de intercomparaci3n de la nueva triada, adquirida en 2022, frente a la referencia del RBCC-E. Los tres nuevos espectrof3t3metros Brewer de doble monocromador, aseguran la continuidad de la triada que lleva en operaci3n desde 2003, cuando el CIAI fue elegido centro de calibraci3n. Estos nuevos equipos son b3sicos para completar la acreditaci3n del CIAI como Laboratorio Central de Calibraci3n (CCL) y mantener la referencia mundial de ozono en colaboraci3n con el centro de Toronto (ECCC-Canad3).

### 5.1.4 ICOS España

AEMET coordina las actividades de ICOS-España (Integrated Carbon Observation System), una infraestructura de investigaci3n paneuropea cuya finalidad es proporcionar datos cient3ficos de alta precisi3n de la evoluci3n del ciclo del carbono y los gases de efecto invernadero (ICOS-ERIC). AEMET realiza la coordinaci3n t3cnica de todas las estaciones ICOS-España, y asume el coste de las cuotas de estado y de las estaciones.

La contribuci3n espaola permitir3 expandir la cobertura geogr3fica de ICOS, permitiendo que las observaciones de esta red se extiendan hasta la zona subtropical del Océano Atl3ntico. ICOS-España est3 constituida por cinco estaciones que abarcan tres dominios: atmosf3rico (Observatorio de Izaña y El Arenosillo), oce3nico (CanOA SOOP y ESTOC) y ecosistemas (Majadas de Ti3tar).

***En la Asamblea General de ICOS-ERIC, celebrada en mayo del 2023, se acord3 por unanimidad la incorporaci3n del Observatorio de Izaña como estaci3n de pleno derecho de esta red***

En la 18ª Asamblea General ICOS-ERIC, celebrada el 22-23 de mayo de 2023 en Malm3 (Suecia), se acord3 por unanimidad la incorporaci3n del Observatorio de Izaña como estaci3n de pleno derecho de esta red.

ICOS ERIC ha decidido ampliar la recopilaci3n de datos sobre la concentraci3n atmosf3rica de di3xido de carbono (CO<sub>2</sub>) y metano (CH<sub>4</sub>), iniciativa a la que AEMET contribuye aportando las series hist3ricas de medidas de estas dos especies obtenidas desde 1984 en el marco de la participaci3n de CIAI en el programa GAW de la OMM.



### 5.1.5 Campaña Antártica de AEMET

La participación en las campañas antárticas de AEMET comprenden dos tareas diferenciadas: por un lado, la predicción meteorológica in-situ para la seguridad del personal y el apoyo meteorológico a toda la actividad científica y logística desarrollada, y por otro lado la recopilación de datos meteorológicos y el mantenimiento de las infraestructuras de observación que AEMET mantiene desplegada para la recopilación de dichos datos.

Además, AEMET también es responsable de las relaciones con los organismos internacionales de carácter meteorológico relacionados con temas antárticos, como la OMM y EUMETSAT entre otros.

Durante todas las campañas antárticas el personal de Grupo Antártico de AEMET desplazado a la zona realiza un conjunto de actividades amplio e intenso.

Pero no se debe olvidar que, mientras tanto, el resto de los miembros del Grupo Antártico también participa dando soporte desde España, ya sea facilitando productos de modelización, gráficos, informes o datos, ya sea proveyendo de herramientas telemáticas o de soporte técnico a los miembros del Grupo desplazados a la zona.

Objetivos de la campaña de 2023-2024:

- Tareas de mantenimiento ordinario y obtención de datos en todos los equipos.
- Puesta en marcha de una estación meteorológica portátil con datos de temperatura, viento, presión y precipitación en el Pico Radio.
- Puesta en marcha de un servidor de aplicaciones meteorológicas en la Base Juan Carlos I (JCI) con el fin de ofrecer herramientas y productos para la predicción y la vigilancia.
- Control remoto del equipo de seguimiento solar EKO.
- Instalación de un sensor de espesor de nieve en la EMA GDC.
- Instalación de un sensor de tiempo presente (disdrómetro) en la EMA JCI.
- Ampliación con la EMA Pico Sofía del catálogo de datos en tiempo real en el que ya estaban las EMAs JCI y GDC.



**Fig. 5.8. Nueva estación de AEMET en la Antártida instalada en el Pico Sofía**



**Fig. 5.9 - Briefing diario de la tarde en la BASE Juan Carlos I**

## 5.1.6 Actualización sistema EUMETCast

Al final de 2023 EUMETSAT empezó a diseminar datos del Meteosat Tercera Generación (MTG) en pruebas; con estos datos se comprobó el funcionamiento de la cadena de recepción de datos de satélite EUMETCast actualizada en 2022, incluyendo tres nuevas antenas y el hardware y software necesarios para que la recepción de los datos de satélite MTG funcionara correctamente.

La nueva cadena tiene capacidad "high volumen", asegurando que AEMET está preparada para MTG, que va a llegar a proporcionar un volumen de datos unas 30 veces mayor que Meteosat Segunda Generación (MSG).

***Se ha actualizado el sistema EUMETCast-S para aprovechar los servicios de datos en tiempo casi real de EUMETSAT, recibándose los datos de MTG-I preoperativos***

Durante 2023, se ha actualizado el sistema EUMETCast-S (EUMETCast Satellite) de servicios centrales para aprovechar los servicios de datos en tiempo casi real de EUMETSAT y se han recibido los primeros datos de MTG-I (preoperativos durante la fase de comisionamiento y pruebas). En años posteriores se instalará un sistema EUMETCAST-T (EUMETCast Terrestrial), pudiendo recibir la emisión en alta resolución a través de redes terrestres de gran ancho de banda.



**Fig. 5.10 – Antenas de recepción de datos satélite**



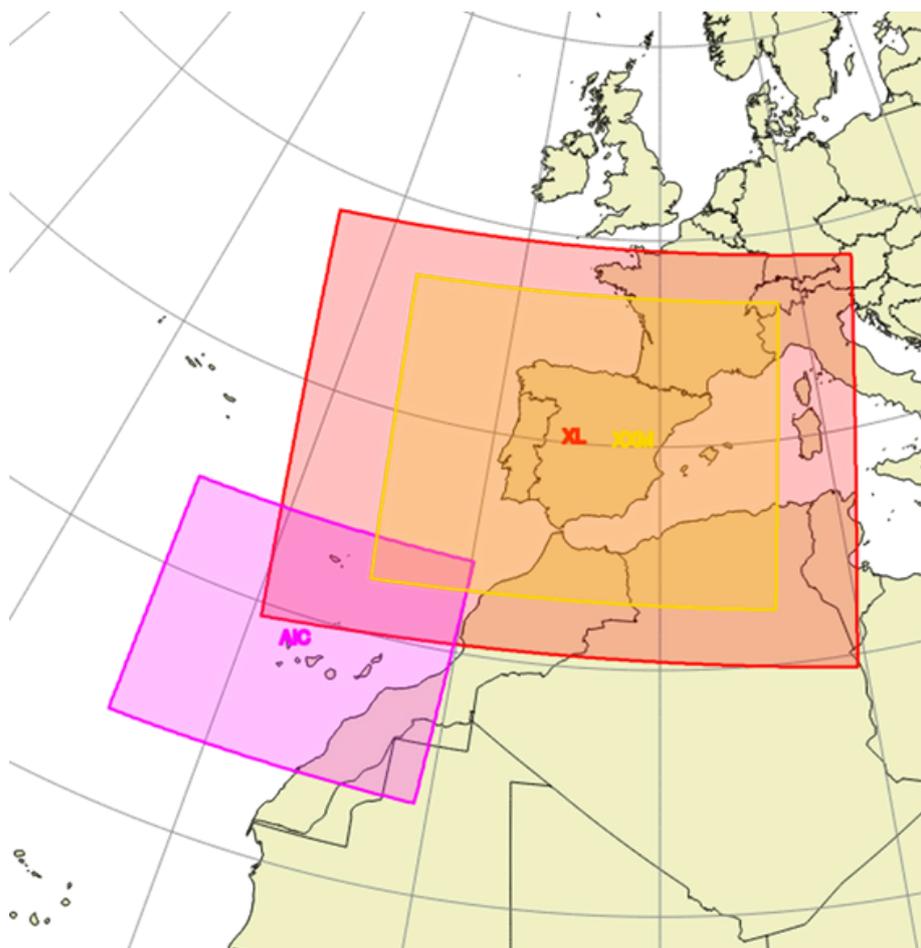
# 5.2 Predicción y vigilancia

## 5.2.1 Sistema de Predicción Inmediata operativo

Aemet ha implementado en 2023 un sistema de predicción para escalas de nowcasting a una resolución de 1.25 km sobre la península Ibérica y las Islas Baleares. El sistema proporciona predicciones cada hora con un alcance de hasta 12 horas. Este sistema está basado en el modelo Harmonie-Arome y realiza asimilación de datos en altura usando la técnica variacional 3D-VAR. Las observaciones asimiladas en este sistema son:

- Observaciones de superficie, radiosondeos y AMDAR,
- Reflectividad radar,
- Los canales de vapor de agua del instrumento SEVIRI (a bordo del satélite MSG),
- GNSS Zenith Total Delay,
- Mode-S EHS (observaciones que provienen de los radares de aviación civil y procesadas por EMADDC.)

La gran ventaja de este sistema es la capacidad de obtener predicciones de corto plazo antes que la pasada operativa de Harmonie-Arome de 2,5 km de resolución, a la par que el aumento de resolución proporciona predicciones de mayor calidad.



**Fig. 5.11 - Dominios de las tres pasadas operativas de Harmonie-Arome en Aemet (el amarillo es el de nowcasting y el rojo y el morado son los de harmonie normal)**

## 5.2.2 Visor de apoyo a la lucha contra incendios forestales (AEMET ALCIF)

En 2023 se siguen mejorando las diferentes herramientas de visualización que se pusieron a disposición de usuarios especializados, servicios de extinción y servicios de protección civil, en 2022. Entre ellas, se mantiene un visor web que permite acceder a información en tiempo real de observación (datos de estaciones, satélites, radar y descargas eléctricas) y de predicción de temperatura, humedad, viento, racha máxima de viento, y precipitación (última salida del modelo). La inestabilidad y posible ocurrencia de pirocumulonimbos puede analizarse mediante los sondeos previstos por el modelo operativo HARMONIE-AROME, también disponibles.

<https://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/incendios>

## 5.2.3 Generador de boletines de incendios

Ante la necesidad de homogenizar la información ofrecida desde las distintas delegaciones territoriales de AEMET a los servicios de protección civil durante el transcurso de un incendio forestal, se mantiene la aplicación web que permite generar boletines automáticos. En el boletín se incluyen tanto observaciones como distintos campos del modelo numérico HARMONIE-AROME, referidos a la localización geográfica del incendio, lo que ayuda a determinar la evolución del incendio en las siguientes horas. Además, la propia aplicación facilita el envío del boletín mediante correo electrónico.

En 2023 se impartió formación sobre las herramientas y las aplicaciones de la lucha contra incendios a personal de predicción de AEMET y a personal de servicios de extinción de incendios.

## 5.2.4 Sistema de predicción del oleaje costero

En 2023 se inició un proyecto "Sistema de predicción del oleaje costero y generación de productos" cuyo objeto es mejorar el pronóstico mediante el incremento de la resolución espacial de los modelos y un aprovechamiento más eficiente de las observaciones de altimetría satelital y registros de boyas. El nuevo sistema AEWAM (AEMET Wave Model), para el oleaje desde Irlanda hasta el Golfo de Guinea, junto con el sistema AEWAM-A, oleaje en aguas abiertas de la Antártida, estaban preparados para su paso a explotación a finales de 2023.

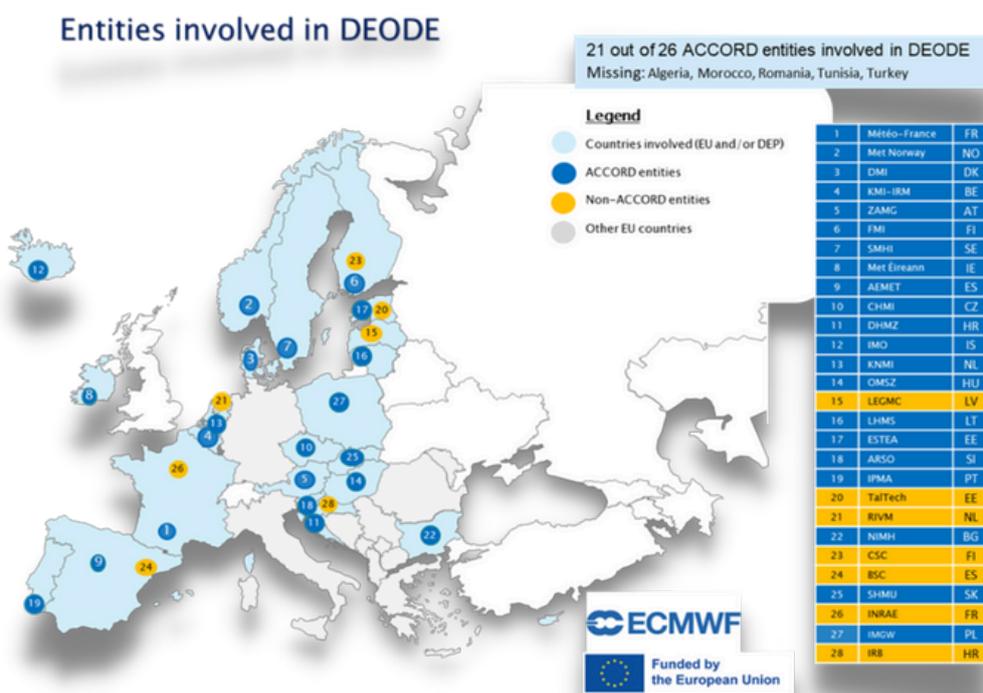


## 5.3 Investigación y desarrollo

### 5.3.1 Participación en la iniciativa Destination Earth de la Unión Europea

Destination Earth (DestinE) es una ambiciosa iniciativa de la UE para crear un gemelo digital -una simulación informática interactiva- de nuestro planeta. DestinE se utilizará para comprender mejor los efectos del cambio climático y las catástrofes medioambientales y permitir a los responsables políticos responder más eficazmente. El Centro Europeo de Predicción Meteorológica a Medio Plazo (CEPPM), la Agencia Espacial Europea (ESA) y la Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT) son las tres organizaciones encargadas por la UE de llevar a cabo este esfuerzo sin precedentes para las ciencias climáticas, meteorológicas e informáticas. El CEPPM es responsable de la modelización, EUMETSAT del Data Lake (gestión de datos) y la ESA de la componente informática de interacción con los usuarios.

Más específicamente, el CEPPM se encarga del gemelo digital sobre extremos meteorológicos y geofísicos (con modelización global a escala kilométrica) y contrata los gemelos digitales de modelización climática y de simulación subkilométrica a demanda.



**Fig. 5.12 - Mapa con los 28 organismos que participan en el proyecto Gemelo Digital de Extremos a Demanda (DE\_330)**

AEMET forma parte de un consorcio de 28 organismos que proveerá el gemelo digital de extremos a demanda DEODE (DE\_330). De estos, 21 son Servicios Meteorológicos Nacionales que pertenecen al consorcio ACCORD (ver figura 5.12).

El proyecto supone un enorme desafío, al requerir la adaptación de los sistemas de modelización a la tecnología de los supercomputadores exaescala (nueva generación de los EuroHPCs basados en GPUs) y preparar los modelos para la simulación subkilométrica.

## *AEMET ha realizado simulaciones y evaluaciones del prototipo DEODE para casos de estudios de convección severa en el Mediterráneo durante 2023*

DE\_330 se basa, no sólo en la modelización subkilométrica, sino también en el uso de modelos hidrológicos y de calidad del aire y postprocesos mediante uso de inteligencia artificial. El objetivo es mejorar la respuesta ante eventos de alto impacto. En 2023 AEMET ha entregado un primer conjunto de simulaciones de predicción meteorológica numérica de referencia para los casos de estudio y ha realizado simulaciones y evaluaciones del prototipo DEODE para casos de estudios de convección severa en el Mediterráneo.

### **5.3.2 Generación de escenarios de cambio climático regionalizados a partir de CMIP6**

AEMET es responsable de la elaboración de las proyecciones climáticas regionalizadas sobre el territorio de España según lo establecido en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC-2021-2030, línea de acción 1.3). El IPCC y la OMM coordinan los esfuerzos globales de generación de escenarios a través del proyecto CMIP (Coupled Model Intercomparison Project). Las proyecciones climáticas regionalizadas suponen un aumento de la resolución espacial con respecto a las proyecciones climáticas proporcionadas por los modelos climáticos globales. Las proyecciones climáticas regionalizadas son necesarias para la realización de estudios de impacto y vulnerabilidad a nivel nacional.

Entre 2021 y 2023 se llevó a cabo un trabajo exhaustivo de evaluación de metodologías de regionalización, incluyendo nuevas metodologías de Machine Learning, dando lugar a varias publicaciones sobre esta temática, las últimas en 2023. Las mejoras encontradas se trasladan al trabajo realizado para generar las proyecciones climáticas regionalizadas a partir de los datos de simulaciones globales de CMIP-6, que son la base del sexto informe del IPCC. En 2023 se han validado los modelos de CMIP-6 disponibles en nuestra región concretándose la selección de modelos a utilizar. Se han seleccionado, tras el exhaustivo trabajo de evaluación, las técnicas con mejor rendimiento para generar los escenarios de precipitación y temperatura sobre estaciones y sobre rejilla observacional (Península y Baleares) y se han validado dichos escenarios.

Los avances del proyecto se han publicado en la [Nota Técnica 41](#): "Evaluación de métodos de regionalización estadística para la generación de proyecciones climáticas en el marco del PNACC-2 2021-2030"



### 5.4 Servicios climáticos

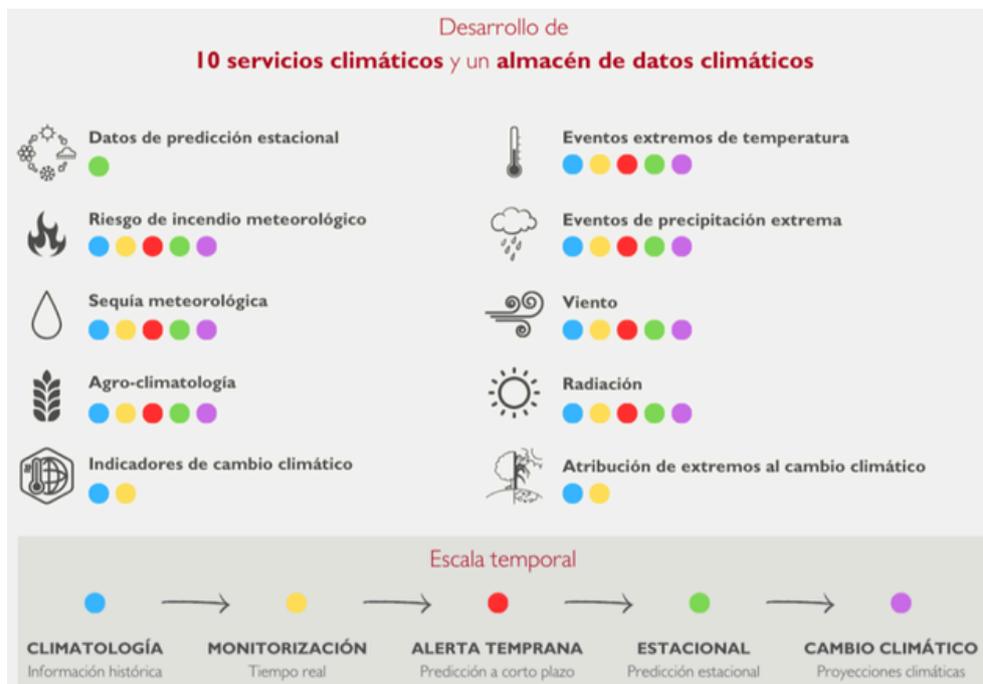
Durante año 2023 la Agencia mantuvo su compromiso para el suministro de información climática adaptada a las necesidades de los usuarios. En este sentido, actualmente están operativos el servicio climático de apoyo en la gestión de embalses aplicando predicción estacional, el monitor de sequías meteorológicas en tiempo real y el prototipo de servicio climático para la mejora del rendimiento de cosechas de cereal en Castilla y León.

AEMET participó en la COP28, la 28ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que se celebró en Dubái, Emiratos Árabes Unidos, del 30 de noviembre al 12 de diciembre de 2023.

La Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y la PTI-Clima del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) cooperan en un ambicioso proyecto que permitirá la puesta en marcha de un sistema de información climática regionalizada y diez servicios climáticos operativos al servicio de la sociedad.

A lo largo de 2023 se ha llevado a cabo el preproceso de los datos de observación meteorológica a partir del Banco Nacional de Datos del Clima de AEMET. Se ha puesto a punto una metodología para la corrección y reconstrucción de las series (temperatura del aire, temperatura de punto de rocío, precipitación, humedad relativa, viento y radiación). Como resultado del trabajo realizado se ha obtenido una base de datos con series climáticas completas cubriendo todo el periodo (1961-2023), con una cobertura espacial adecuada para el desarrollo de servicios climáticos sobre todo el territorio.

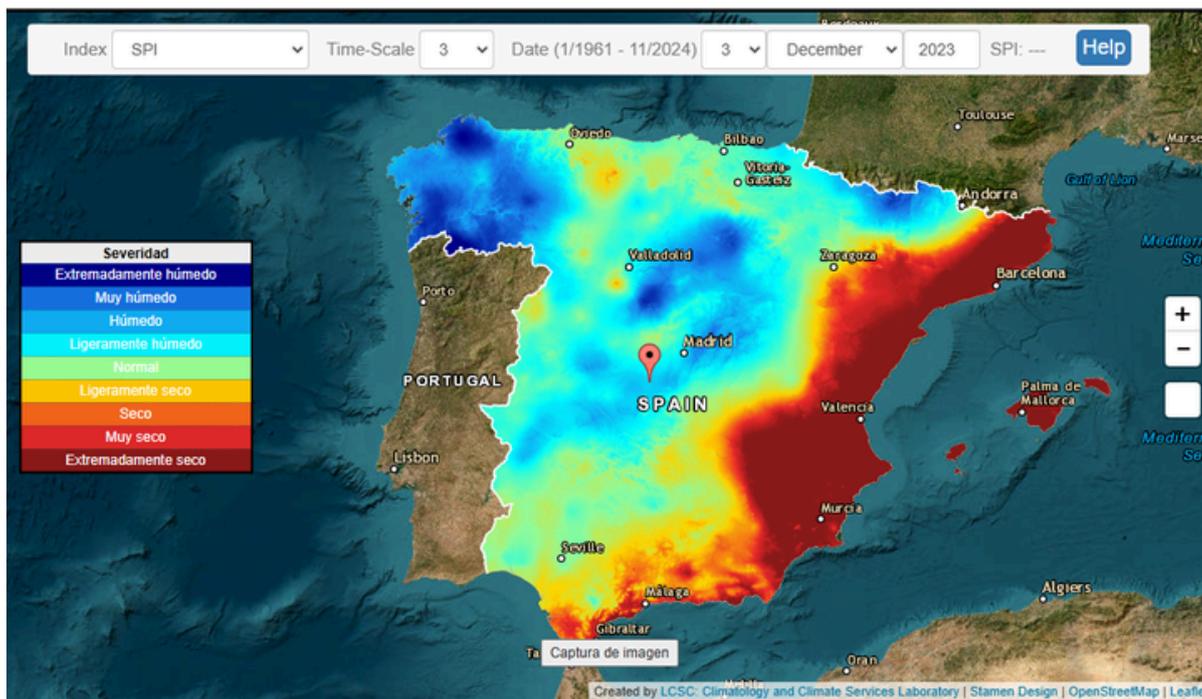
Los servicios climáticos que se están desarrollando se materializarán en visores interactivos donde se desplegaran capas y se descargarán datos climáticos a diferentes escalas geográficas y temporales.



**Fig. 5.13 – Infografía que representa la relación de los diez servicios climáticos (junto a las escalas temporales que cubrirán)**

El proyecto “Desarrollo de Servicios climáticos operacionales” está financiado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) y la Comisión Europea – NextGenerationEU (Reglamento UE 2020/2094) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de la UE. Entrarán en operación en el segundo semestre de 2026.

El monitor de sequía es el único que ya está desarrollado y muestra las condiciones actuales de sequía meteorológica, actualizadas semanalmente, a partir de las estaciones meteorológicas automáticas disponibles de la Red de AEMET y del Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (SiAR).



SPI: Índice de Precipitación Estandarizada. Muestra la severidad de la sequía meteorológica teniendo en cuenta la Precipitación. Cuanto más negativo es el valor, más severa es la sequía meteorológica.

**Fig. 5.14 – Monitor de sequía meteorológica, que suministra información en tiempo real a partir de las estaciones meteorológicas automáticas de la red de AEMET y del SIAR**

Respecto al PNACC 2021-2030, AEMET y OECC (Oficina Española del Cambio Climático) definen el plan de trabajo (PT) hasta el año 2025 detallando las medidas a aplicar en los cinco primeros años.

Por otra parte, AEMET y OECC colaboran estrechamente en otras muchas actividades ordinarias y extraordinarias relacionadas con el cambio climático, por ejemplo, en el cumplimiento de las obligaciones de información que tiene España en el contexto de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) o la participación en iniciativas internacionales como Systematic Observations Financing Facility (SOFF), Climate Risk and Early Warning Systems (CREWS), etc.



### 5.5 Seguridad

En 2023, dentro del proceso de implantación del ENS (Esquema Nacional de Seguridad) en AEMET se estableció la metodología de Análisis de riesgos, se finalizó el proyecto Pilar de análisis de riesgos y se inició el plan de tratamiento para minimizar/eliminar los riesgos. Además, se identificaron los roles y responsabilidades de seguridad, se actualizó la Política Sectorial de Antivirus y se aprobaron las siguientes políticas sectoriales:

- Política Sectorial de Monitorización de Eventos de Seguridad.
- Política Sectorial de Capacitación y Concienciación en Ciberseguridad.
- Política Sectorial de Puesto de Trabajo Digital.
- Política Sectorial de Vigilancia Digital.

### 5.6 Datos georreferenciados

Los servicios meteorológicos ofrecen datos georreferenciados que permiten visualizar y analizar información climática en mapas interactivos. AEMET ha optado por convertir los datos en formato NetCDF (Network Common Data Form) para facilitar el uso de otras organizaciones.

El NetCDF tiene como propósito el intercambio de datos científicos que puedan organizarse mediante ejes de coordenadas espaciales y temporales. Las características del formato son: autodescriptivo, portátil, escalable, accesible, compartible y archivable.

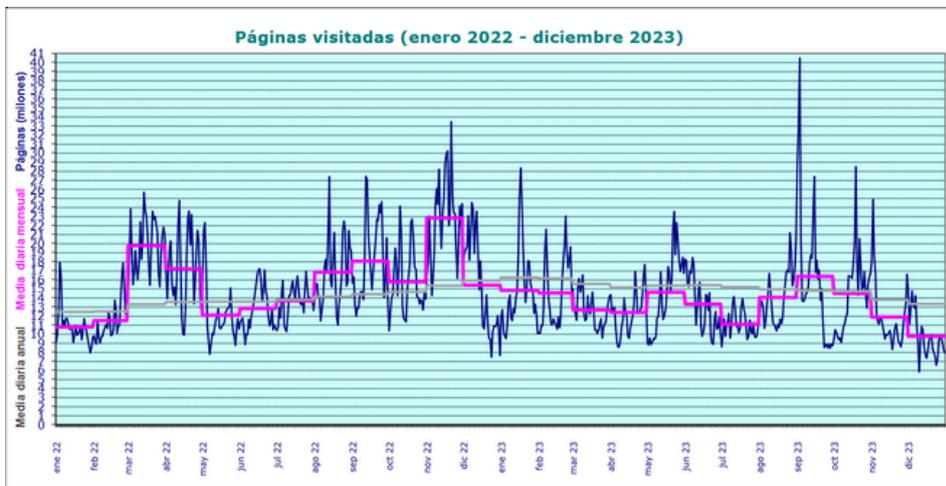
En 2023 se convirtieron a NetCDF los datos de RADAR, del satélite METEOSAT, del modelo del CEPPM y del modelo HARMONIE para facilitar su georreferenciación.

### 5.7 Comunicación y difusión de datos e información

#### 5.7.1 Internet y redes sociales

La página web de AEMET (<http://www.aemet.es>) es el principal canal de difusión de información de la Agencia. En el año 2023 se alcanzaron 2.418.436.102 visitas, frente a las 2.358.405.522 de 2022. La APP de AEMET supuso el 58,38% de total de los accesos. La media diaria de páginas visitadas en 2023 fue de 13.304.007, alcanzándose el máximo diario histórico de número de visitas el 3 de septiembre del 2023 con 40,45 millones (los días 2, 3 y 4 de septiembre de 2023 hubo un episodio de precipitaciones intensas ocasionadas por una DANA).

***La media diaria de páginas visitadas en 2023 fue de 13.304.007, manteniéndose como una de las webs más consultadas en España***



**Fig. 5.15 – Evolución de las páginas visitadas en el portal de AEMET (<http://www.aemet.es>) entre enero de 2022 y diciembre de 2023**

## *AEMET superó el millón de seguidores en el conjunto de sus cuentas de X (Twitter)*

A finales de diciembre de 2023, las cuentas oficiales de X (antiguo Twitter) de la Agencia Estatal de Meteorología contaban con más de un millón de seguidores (1.073.000), de los que 380.000 correspondían a la cuenta nacional @AEMET\_Esp y, el resto, a las cuentas de las delegaciones territoriales, SINOBAS y Centro de Investigación Atmosférica de Izaña. En marzo de 2023 se creó una cuenta para contenidos corporativos (@AEMET\_Corpora) y, en septiembre, una cuenta para contenidos divulgativos (@AEMET\_Divulga).



**Fig. 5.16– Evolución de la presencia de AEMET en X (Twitter) en miles**

En el mes de abril, desde la cuenta corporativa en X se inició un camino de denuncia frente al acoso y amenazas a los profesionales de la meteorología y al crecimiento de la desinformación. La agresividad que se venía recibiendo por parte de perfiles anónimos, en su mayoría, quedaba impune al rechazo social. Pero el 18 de abril 2024, AEMET lo ponía al descubierto con un elocuente vídeo que traspasó la agenda mediática y política y llegó a los foros de debate de la OMM. Fue el comienzo de una actitud activa frente a las alarmantes campañas de descrédito que sufre la comunidad científica y que debilitan las democracias.



## 5 - Actividades clave

Durante 2023 continuó con fuerza la tendencia creciente en el número de seguidores de AEMET en todas sus redes sociales: X (Twitter), Facebook, YouTube, Instagram y Blog.

| RRSS                            | 2022  | 2023     | Aumento (%) |
|---------------------------------|-------|----------|-------------|
| Nº seguidores X (miles)         | 949,7 | 1.073,60 | 13,0%       |
| Nº seguidores Facebook (miles)  | 50    | 60,5     | 21,0%       |
| Nº seguidores INSTAGRAM (miles) | 15,8  | 32,9     | 108,0%      |
| Nº visitas Blog (miles)         | 29,1  | 126,30   | 334,0%      |
| Nº suscriptores YOUTUBE         | 8.940 | 10.215   | 14,3%       |

**Tabla 5.1 – Seguidores en RRSS (miles) y visitas blog (miles) en 2022, en 2023 y % de aumento en 2023 versus 2022**

En diciembre de 2023, la Agencia Estatal de Meteorología abrió su cuenta oficial en la nueva red social Threads, con una excelente acogida por parte de los usuarios. Y en marzo de 2023 AEMET se unió a LinkedIn.

Los datos en 2023 del resto de redes sociales no recogidas en la tabla 5.1 se presentan en la tabla 5.2.

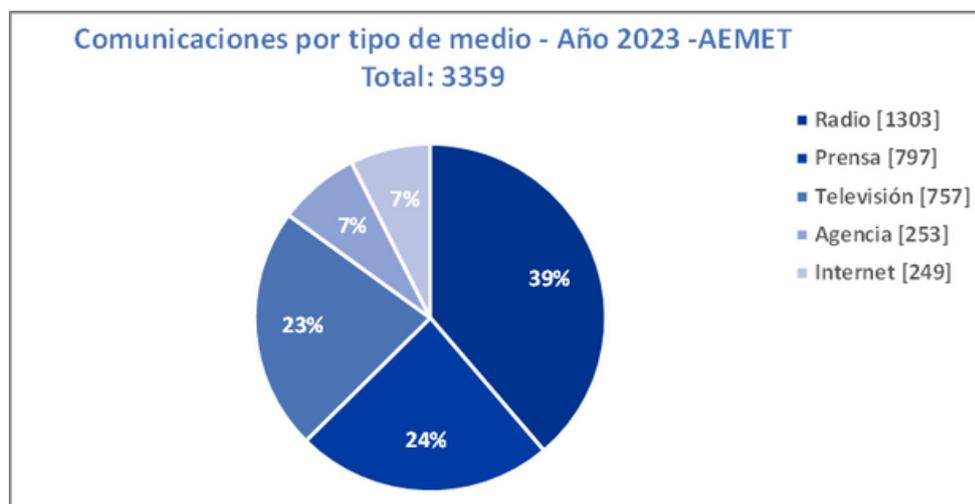
| RESTO RRSS            | 2023 |
|-----------------------|------|
| Nº suscriptores Blog  | 500  |
| Nº seguidores podcast | 350  |
| Nº escuchas podcast   | 980  |
| LinkedIn              | 300  |

**Tabla 5.2 – Seguidores en el resto de RRSS (miles)**

### 5.7.2 Medios de comunicación

En el año 2023, el Área de Información Meteorológica realizó 894 intervenciones en los medios de comunicación, 205 más que 2022. La cifra se eleva a 3359 considerando también las delegaciones territoriales de la Agencia. Los portavoces regionales realizaron intervenciones en los programas televisivos y radiofónicos de mayor audiencia, así como en los periódicos de mayor relevancia a nivel nacional y regional. En la figura 5.17 se muestran las comunicaciones realizadas por tipo de medio.

***AEMET aumentó su presencia en los medios de comunicación, con más de 3300 intervenciones en prensa, radio, televisión y medios digitales***



**Fig. 5.17 - Tipos de medios de comunicación atendidos por los portavoces de AEMET en 2023**

En 2023 se celebraron 4 ruedas de prensa estacionales nacionales, cuyo contenido básico es el resumen climático del trimestre anterior, datos sobre balance hídrico y sequía y predicción estacional. Estas ruedas de prensa se celebran coincidiendo aproximadamente con el inicio de la estación. Las delegaciones territoriales también realizan ruedas de prensa estacionales, con la misma periodicidad.

Además, se celebró una rueda de prensa específica acerca del Informe sobre el estado del clima de España, en la que se destacó lo más sobresaliente de este informe y las novedades del último año, así como un encuentro virtual con periodistas en octubre, en el que se informó de las últimas novedades sobre la sequía meteorológica que afectaba a España.

### 5.7.3 Otros canales para comunicar con más usuarios

La Agencia Estatal de Meteorología estuvo presente, mediante la impartición de varias conferencias, en el congreso de la Asociación de Comunicadores de Meteorología (ACOMET), que se celebró en Ourense entre el 18 y 20 de noviembre.

AEMET desarrolló nuevas estrategias comunicativas con el objetivo de acercar la información meteorológica y climatológica al público en general.

En febrero de 2023, AEMET, en su compromiso por las iniciativas de fomento de la Igualdad, celebró el Día Internacional de la mujer y la niña en la ciencia con una mesa redonda en la que intervinieron mujeres vinculadas a la institución que aportaron su experiencia como personas de ciencia.

En marzo de 2023 se celebró el Día Meteorológico Mundial con la entrega de premios a los colaboradores y una conferencia de alto alcance impartida por Nuria Oliver, directora de la Fundación Ellis-Alicante, sobre Inteligencia Artificial



En octubre de 2023, AEMET celebró el Día Internacional para la Reducción del Riesgo de Desastres, con la entrega de premios SINOBAS y Redes Sociales y a la directora del ECMWF y al director de EUMETSAT y la conferencia de Federico Grillo, director técnico de emergencias del Cabildo de Gran Canaria.

En cuanto a la divulgación científica, AEMET continuó con el programa MEDiNa de AEMET que es un proyecto de divulgación meteorológica. El objetivo de MEDiNa es acercar la meteorología a la sociedad a través de actividades educativas y divulgativas.

En el mes de junio se presentaron las Unidades Didácticas de meteorología y clima en un acto institucional en el que participaron figuras relevantes de la enseñanza y de la divulgación. Estas guías fueron elaboradas por el grupo MEDINA y pretenden actualizar conceptos y aportar los conocimientos básicos a los escolares de una manera atractiva y entretenida. Están disponibles en la página web de AEMET de acceso libre y de uso indicado para todos los públicos.

Durante el curso escolar 2022–2023 se atendieron 216 visitas, desagregadas por grupo de interés:

- Primaria: 70
- ESO: 46
- FP: 15
- Bachillerato: 37
- Universidad: 21
- Otros colectivos: 20

Rubén del Campo, portavoz de AEMET, recibió el premio VII Piquillo de Plata en reconocimiento a su contribución a la difusión de la meteorología.

### 5.7.4 Sede electrónica

Los usuarios se relacionan directamente con AEMET a través de la sede electrónica. En 2023:

- Se han respondido:
  - 7.536 consultas
  - 184 quejas
  - 93 sugerencias
- Se han atendido:
  - 1.492 peticiones de tasas meteorológicas (certificados e informes para seguros y juzgados)
  - 3.343 peticiones de precios públicos para particulares, empresas e instituciones públicas



# LA DIMENSIÓN INTERNACIONAL

La actividad internacional de AEMET gira en torno a cinco grandes ejes de actuación:

- Ejercer, según establece su estatuto, la representación del Estado en los organismos internacionales, supranacionales e intergubernamentales relacionados con la observación, la predicción meteorológica y el estudio y la modelización del clima y su evolución: la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT), el Centro Europeo de Predicciones Meteorológicas a Plazo Medio (CEPPM) y el Grupo para la Observación de la Tierra (GEO).
- Colaboración con otros Servicios Meteorológicos Nacionales, en asociaciones o de forma bilateral, para cooperación técnica o en proyectos de interés común.
- Participación en proyectos internacionales científico-técnicos y/o de cooperación.
- Contribuir a la planificación y ejecución de la política del Estado en materia de cooperación internacional al desarrollo en materia de meteorología y climatología, en coordinación con las organizaciones nacionales e internacionales que desarrollan estas actividades.
- Gestión de las contribuciones de los organismos internacionales, y de los pagos e ingresos a organismos y usuarios internacionales.

## 6.1 Participación de España en Organismos Internacionales

### 6.1.1 Participación en grupos técnicos y de gobernanza

Durante 2023, AEMET ha participado en numerosos grupos de trabajo técnicos y en comités integrados en la gobernanza de los organismos internacionales.

***Personal de AEMET participa en comités de asesoramiento y gobernanza en la OMM, EUMETSAT y EUMETNET***

El prestigio acumulado por el personal de la Agencia y su presencia internacional continuada, ha motivado que funcionarios de AEMET presidan los siguientes comités de alto nivel:



## 6- La Dimensión Internacional

- STG (Scientific and Technical Group) que asesora al Consejo de EUMETSAT en asuntos científicos y técnicos.
- RA VI Working Group for Observation, Infrastructure and Information Systems, que asesora a la Asociación Regional VI (Europa) de la OMM en cuestiones relacionadas con la infraestructura y la tecnología.
- AVAC (Aviation Advisory Committee), que asesora a la Asamblea General de EUMETNET en cuestiones técnicas y estratégicas relacionadas con la provisión de servicios a la aviación.

### 6.1.2 Organización Meteorológica Mundial (OMM)

Buena parte de la agenda anual de OMM ha estado centrada en el desarrollo de la iniciativa de Naciones Unidas de "Alerta temprana para todos" (EW4All). Además, en el XIX Congreso Meteorológico Mundial (Cg-19, mayo-junio de 2023) se aprobaron entre otros el plan estratégico de la OMM para el periodo 2024-2027 y la revisión del Paquete de Instrucción Básica para Meteorólogos (PIB-M) y del Paquete de Instrucción Básica para Técnicos en Meteorología.

***Dentro de SOFF, AEMET ha participado en los planes de mejora para las redes de observación de Granada y Burkina Faso***

El Mecanismo de Financiación de Observaciones Sistemáticas (SOFF), la iniciativa Riesgo Climático y Sistemas de Alerta Temprana (CREWS) y la Coalición para el Agua y el Clima han sido definidos como elementos fundacionales en todo el ciclo de valor hidrometeorológico de la iniciativa mundial de las Naciones Unidas sobre los sistemas de alerta temprana. En ese sentido España ha participado como asesora en la primera fase del SOFF, llamada "fase de preparación", que consiste en preparar y asistir a los países receptores en la identificación de brechas en las redes nacionales de observación. En 2023, España ha trabajado en los planes de mejora para las redes de observación de dos países: Granada y Burkina Faso.

Con motivo del Día Internacional de Reducción del Riesgo de Desastres que se celebró el pasado 11 de octubre, la Agencia Estatal de Meteorología premió a Celeste Saulo, Secretaria General electa de la OMM, por su labor en los sistemas de alerta temprana y su atención a las comunidades más vulnerables. Celeste Saulo es un referente y es la primera mujer en alcanzar este cargo.

### 6.1.3 Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio (CEPPM)

En las actividades realizadas en 2023 destacan la adopción del Plan Cuatrienal de Actividades 2024-2027, la firma del Acuerdo de Contribución del Centro Europeo con la Comisión Europea para la Fase II de Destination Earth, la aprobación del proyecto piloto "Machine Learning Activities", el arranque de los proyectos piloto "Adapting to Emerging Technologies" e "Internet of Things", la representación de España en el Comité de Finanzas del Grupo Sur (Portugal, España, Grecia), la firma del contrato de AEMET con el CEPPM en lo referente a COPERNICUS y el lanzamiento de la European Weather Cloud (EWC), una plataforma comunitaria de computación en la nube operada conjuntamente por CEPPM y EUMETSAT en nombre de sus Estados Miembros y Cooperantes, que proporciona capacidades de procesamiento mejoradas para conjuntos de datos grandes y complejos. Se establecieron conversaciones sobre el futuro de la iniciativa Machine Learning y se aprobó el Plan de Recursos a Medio Plazo 2024-27 de la EWC. AEMET participó en septiembre de 2023 en el workshop del CEPPM "Machine learning for numerical weather predictions and climate".

En 2023 se inicia la participación de AEMET en el programa de Colaboración Nacional CAMS (Copernicus Atmosphere Monitoring Service) que lidera CEEPPM con el objetivo de obtener productos para la gestión de la calidad del aire en España a partir de las salidas proporcionadas por la iniciativa CAMS. AEMET participará directamente en la reducción de escala de la información CAMS.

En 2023, AEMET participó en la Asamblea General de CAMS que tuvo lugar en junio en Valencia. Además, se han generado y verificado los EPSgramas horarios teniendo en cuenta los 11 modelos europeos regionales en las 900 localidades requeridas por las Comunidades Autónomas y Entidades Locales y se ha elaborado un conjunto de verificaciones tanto semanales como mensuales.

### 6.1.4 Organismo Europeo para la Explotación de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT)

En 2023 tuvo lugar la visita de la directiva de EUMETSAT a AEMET y la celebración de los Comités Científico-Técnico y Administrativo-Financiero de primavera en Toledo (España). Además, se inició la preparación de la nueva Estrategia de los SAF (Satellite Application Facilities), la firma del Acuerdo de Contribución de EUMETSAT con la Comisión Europea (CE) para la Fase II de Destination Earth, y se recibieron las primeras imágenes del FCI (Flexible Combined Imager) del MTG-II, ya operativo en su órbita geoestacionaria.

### 6.1.5 Agrupación de interés económico de los Servicios Meteorológicos de Europa (EUMETNET)

En diciembre de 2023 se firmó la renovación del Acuerdo de la Agrupación de Interés Económico de EUMETNET, aprobándose la nueva Fase de Programas 2024-2028 y las convocatorias de licitación para cada programa, evaluación y priorización de las Propuestas y finalmente la aprobación de las Decisiones de Programa.





# 6.2 Participación en consorcios

## 6.2.1 Consorcio ACCORD

ACCORD (A Consortium for CONvection-scale modelling Research and Development) es un consorcio que reúne a 26 Servicios Meteorológicos de Europa y el Norte de África con el propósito de impulsar la investigación y el desarrollo de sistemas avanzados de modelización numérica del tiempo de área limitada. El consorcio proporciona a los países miembros códigos comunes, permitiéndoles implementar la producción de sus propias predicciones meteorológicas adaptadas a sus respectivos dominios geográficos con la máxima resolución y calidad.

13 personas de AEMET contribuyeron con su trabajo al proyecto. Además, varias de ellas participaron en la reunión anual en marzo de 2023.

## 6.2.2 AEMET entra en el Consorcio UWC

En 2023 AEMET entró en el Consorcio United Weather Centers (UWC). Este consorcio, formado por 11 Servicios Meteorológicos europeos, está enfocado en el desarrollo y operación del sistema de predicción numérica del tiempo de área limitada Harmonie-Arome. El objetivo es suministrar predicciones de mayor calidad y mejorar los avisos meteorológicos, las predicciones para el transporte, sectores energéticos y público en general. Es decir, se pasa de la colaboración internacional para el desarrollo de los modelos de predicción a la colaboración en el uso y explotación de estos modelos

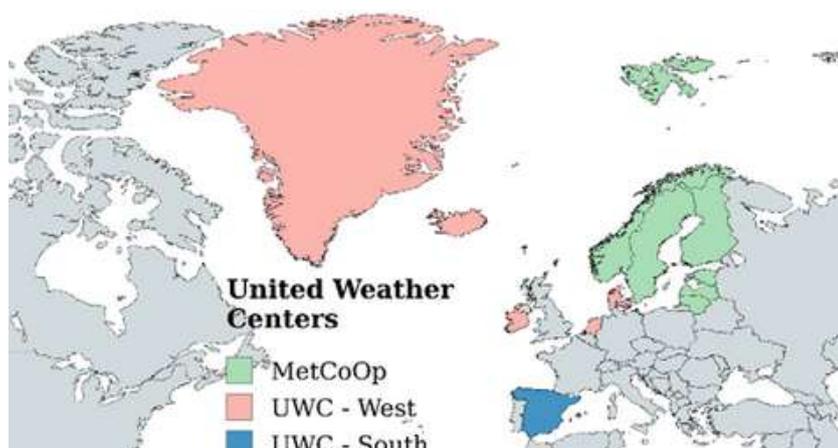


Fig. 6.1- Países del consorcio UWC

## 6.2.3 Consorcio EC-EARTH

EC-Earth es un consorcio europeo de servicios meteorológicos nacionales e institutos de investigación que se ha convertido en un destacado modelo de vanguardia dentro del panorama internacional de los modelos climáticos globales y del sistema terrestre.

AEMET ha producido parte de las simulaciones del AR6 del IPCC, y ha contribuido en actividades en sistemas y modelización del suelo.

## 6.2.4 Consorcio HCLIM

Durante el año 2023 AEMET ha liderado el proyecto HCLIM (High-Resolution Climate Model), que desarrolla una versión climática del modelo Harmonie-Arome.

Además de la coordinación del proyecto, se contribuye con evaluaciones exhaustivas de las simulaciones climáticas. En 2023, AEMET ha implementado el nuevo modelo hidrológico CTRIP 1/12 ° en el modelo HCLIM43 y ha incluido los aerosoles en la versión 'near real time' en el modelo HCLIM43 en el supercomputador (HPC) de AEMET y en el del CEPPM. A instancias de AEMET, se lanza en el consorcio una tarea dedicada a lograr una versión acoplada con océano.

*AEMET lidera el proyecto HCLIM, que desarrolla la versión climática del modelo Harmonie*

## 6.2.5 Consorcio SAFNWC

El SAF de Nowcasting ([nwc-saf.eumesat.int](http://nwc-saf.eumesat.int)), perteneciente a la red de SAFs ([Satellite Application Facilities](#)) de EUMETSAT, tiene por objeto proporcionar software para la generación de productos de satélites que se utilizan en "nowcasting" o predicción inmediata. Además, estos productos tienen otras aplicaciones como la asimilación de sus datos en los modelos numéricos de predicción o ser la base de posteriores desarrollos.

En sus más de 25 años de andadura ha proporcionado paquetes de software para satélites geoestacionarios y polares. Sus usuarios principales son los servicios meteorológicos de los estados miembros de EUMETSAT y de otros países. Además, cuenta entre sus usuarios con universidades y centros de investigación, así como empresas. Actualmente, el proyecto se encuentra en la fase CDOP 4 (2022-2027) liderado por AEMET, con financiación de EUMETSAT.

Durante el año 2023, el equipo de trabajo ha continuado preparando el paquete de software para el nuevo satélite de EUMETSAT Meteosat Tercera Generación (MTG) que se lanzó el 13 de diciembre de 2022 y cuyos primeros datos estuvieron disponibles a finales de agosto de 2023.

El principal hito del año 2023 ha sido la obtención de los primeros productos con datos reales de MTG, constatándose el correcto funcionamiento de la versión inicial del software.

*AEMET lidera el consorcio SAF Nowcasting*



### 6.2.6 Consorcio ACTRIS

ACTRIS se estableció como Consorcio Europeo de Infraestructuras de Investigación (ERIC) el 25 de abril de 2023. La decisión y los estatutos del ERIC se encuentran publicados en el [Diario Oficial de la UE](#). Este estatuto confiere a ACTRIS una estructura jurídica estable y supone su reconocimiento legal como infraestructura europea de investigación.

CIAI-AEMET es uno de centros de calibración de aerosoles en remoto del consorcio europeo ACTRIS (Aerosol, Clouds and Trace Gases). Además, ha sido reconocido como Centro Líder de Medición de Aerosoles y Vapor de Agua para instrumentación de teledetección por la OMM, siendo además uno de los dos centros de calibración de instrumentos de referencia de la red global AERONET (Aerosol Robotic Network) de la NASA.

## 6.3 Cooperación internacional

Los programas de cooperación en los que participa AEMET son financiados mediante los Fondos Fiduciarios depositados por España en la OMM, nutridos principalmente por AEMET y en menor medida por AECID (Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo) y FIIAPP (Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas), así como mediante la movilización de recursos de la UE. En total, la contribución de España en 2023 ha sido aproximadamente 372K€.

### 6.3.1 CIMHET

En 2003, España creó la Conferencia de Directores de Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Iberoamericanos (CIMHET – <http://www.cimhet.org/>), que desde entonces coordina AEMET. La CIMHET engloba a los 21 Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales de la Comunidad Iberoamericana.

En julio de 2023, se llevó a cabo la XVIII Reunión de la CIMHET en La Habana (Cuba). Entre otras cuestiones, se discutieron las necesidades formativas de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales Iberoamericanos, y se aprobó el plan de acción 2024-2025.

Durante 2022 y 2023, la segunda fase del proyecto ‘Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para Centroamérica’ se ha enfocado en fortalecer el grupo de trabajo; en evaluar y seleccionar nuevas metodologías de regionalización; en generar escenarios climáticos futuros con productos específicos para usuarios; y en transferir el visor al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador, así como a capacitar a su personal sobre su uso.

Se ha actualizado el visor que entrará en operación en el primer semestre de 2024. Finalmente, la fase 3 se enfocará en mejorar la resolución y calidad de los escenarios mediante una climatología de base mejorada.

## 6.3.2 Avances en predicción estacional

AEMET sigue coordinando, junto con la OMM y los Servicios Meteorológicos nacionales (SMN) del resto de países mediterráneos, el Foro Regional de Perspectivas Climáticas del Mediterráneo (MEDCOF), cuyo principal objetivo es elaborar predicciones estacionales consensuadas para la región. Durante 2023 se organizaron dos reuniones MedCOF (MedCOF -20 y MedCOF-21). MedCOF-20 se dedicó a la verificación del pronóstico invernal MedCOF-19, la evaluación del estado actual del clima y a la construcción de declaraciones de consenso. Mientras que MedCOF-21 se dedicó a los productos disponibles y a los avances en Previsión estacional objetiva

***AEMET coordina el Foro Regional de Perspectivas Climáticas del Mediterráneo, facilitando la participación de expertos mundiales***

En 2023 se han organizado sesiones de usuarios, enfocadas a los sectores energético y agrícola, se ha presentado un producto piloto y se han mantenido sesiones de discusión con personal de la comunidad MedCOF y Copernicus, sobre cómo continuar el desarrollo y favorecer la posibilidad de desarrollo de Servicios Climáticos.

Información disponible en <http://medcof.aemet.es/>

## 6.4 Participación en proyectos

### 6.4.1 Proyecto ATMO-ACCESS

A través del CIAI, AEMET participa en un proyecto (ATMO-ACCESS Access to Atmospheric Research Facilities), financiado por la Comisión Europea bajo el programa H2020, que pone a disposición de la comunidad científica, sociedad, sector público y privado (investigadores, pequeña y mediana empresa, etc.) la infraestructura centenaria del Observatorio Atmosférico de Izaña. A través de este proyecto, grupos de reconocido prestigio en investigación atmosférica, y desarrolladores de instrumentación principalmente europeos, se benefician del uso de una plataforma de observación a 2400 m de altura, en condiciones de troposfera libre, tanto desde el punto de vista del entorno como por la capacidad científico-técnica del Centro y de su personal.

En 2023 se ha continuado con el lanzamiento de convocatorias para accesos transnacionales (2 convocatorias/año) a la plataforma CIAI y su posterior evaluación, y con el acceso de emergencia volcánica de los fotómetros solares de Mauna-Loa (AERONET-NASA).



### 6.4.2 Proyecto EMPIR-MAPP



**Fig. 6.2 - Atardecer desde la terraza de observación del Observatorio de Izaña durante la campaña EMPIR-MAPP. En primer plano aparecen los radiómetros PFR (Precision Filter Radiometer) y el espectrorradiómetro PSR (Precision Spectroradiometer) del World Radiometric Center, y al fondo se ven espectrómetros y radiómetros**

El proyecto europeo EMPIR-MAPP (Metrology for aerosol optical properties), financiado por EURAMET (European Association of National Metrology Institutes), parte con el objetivo de mejorar nuestra comprensión del papel que juegan los aerosoles atmosféricos en el sistema climático Tierra-atmósfera al mejorar la observación de estos componentes y la intercomparabilidad de las diferentes redes de observación existentes. Se trata de un proyecto de referencia para la comunidad científica en el que participan los principales servicios metrológicos europeos (Finlandia, República Checa, Reino Unido, Suiza, Alemania y Países Bajos), así como AEMET. En total, participan 24 organizaciones públicas y privadas de todo el mundo.

En 2023 finalizó el proyecto tras el análisis de los datos recogidos en la campaña de medidas para obtener espectros solares y lunares extraterrestres trazables al Sistema Internacional (SI) organizada en Izaña en el 2022 en la que participaron más de 30 instrumentos.

### 6.4.3 Proyectos de cooperación con África: KADI

El proyecto europeo KADI (Knowledge and Climate Services from an African Observation and Data Research Infrastructure), financiado por la Comisión Europea bajo el programa H2020, comenzó su andadura en septiembre de 2022. KADI está liderado por la infraestructura europea ICOS y tiene como objetivo mejorar el conocimiento sobre el cambio climático en África y desarrollar herramientas para combatir sus consecuencias negativas.

***AEMET participa en el proyecto KADI para el desarrollo de servicios climáticos en África, entre los que se encuentra el desarrollo de avisos de tormentas de polvo y arena***

El proyecto investigará qué tipo de servicios climáticos se necesitan en el continente africano para hacer frente a la crisis climática, con el objetivo final de diseñar una infraestructura de investigación de observación del clima panafricana. Para ello, KADI está compuesto por numerosas instituciones y organizaciones de investigación africanas y europeas, entre las que se encuentra AEMET.

#### 6.4.4 Proyectos de cooperación con África: SDS-WAS, CREWS y MacClima

España alberga desde 2010 el Centro Regional para el norte de África, Oriente Medio y Europa, del Sistema de Evaluación y Avisos de Tormentas de Polvo y Arena de la OMM (SDS-WAS; <http://dust.aemet.es>). Su creación y mantenimiento ha sido un proyecto conjunto de AEMET y el Centro de Supercomputación de Barcelona (BSC). Proporciona predicciones operativas de presencia de arena y polvo en la atmósfera, coordina actividades de distintas instituciones para el desarrollo de nuevos productos y apoya la creación de capacidad mediante la impartición de cursos.

A través de su página web, proporciona acceso a los productos de predicción y observación desarrollados por los técnicos y científicos de las dos entidades que lo gestionan. Además, da acceso a la documentación técnica, las publicaciones, los eventos y actividades de formación.

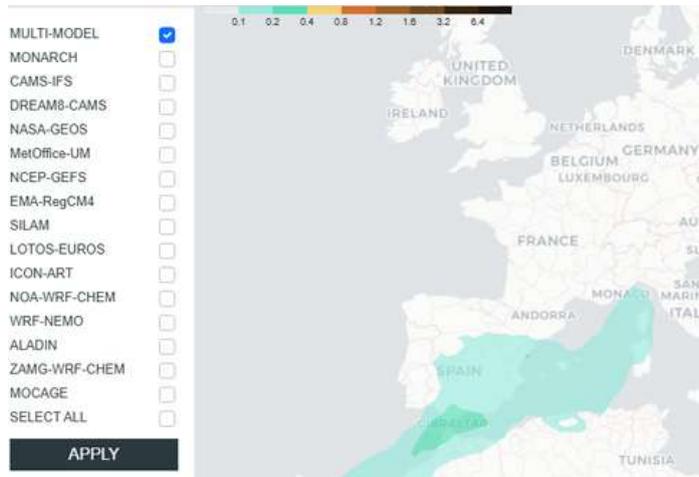
The screenshot shows the website interface for the WMO SDS-WAS Regional Center. The top navigation bar includes 'Products', 'Research', 'Resources', 'News & Events', and 'About Us'. The main content area features a large heading: 'WMO SDS-WAS Regional Center for Northern Africa, Middle East and Europe, conducting research and providing operational products'. Below this, there is a 'Daily Dust Forecast' section with a map of the region and an 'EXPLORE FORECAST' button. At the bottom, a 'Dust Products' section lists 'Daily Dust Products', 'Dust Products Catalogue', and 'Data Download', each with an 'EXPLORE PRODUCT' button.

Fig. 6.3 - página web del Centro Regional WMO SDS-WAS



## 6- La Dimensión Internacional

Dispone de una interfaz gráfica interactiva que permite la visualización de todos los modelos disponibles en el Centro Regional.



**Fig. 6.4 - Modelos disponibles**

AEMET participa en diversos proyectos de cooperación con África como CREWS (Climate Risk and Early Warning System) y MacClima, con los que se pretende desarrollar un sistema de avisos de tormentas de polvo y arena en países del África occidental.

En 2023 se han chequeado los datos de fotometría y PM de bajo coste dentro del proyecto MacClima en las estaciones de Mauritania, Senegal y Cabo Verde. Además, se ha desarrollado un estudio de intercomparación de diferentes sensores de material particulado para elegir el sensor y el diseño que resulten más adecuados para su instalación en las estaciones CREWS teniendo en cuenta la experiencia previa dentro de MacClima. El proyecto MacClima finalizó en 2023.

Tras el éxito del sistema de alerta temprana de tormentas de polvo y arena desarrollado para Burkina Faso, se ha seguido trabajando para replicar dicho sistema a otros países de la región (Chad, Níger y Mali) con el envío de sensores de material particulado y fotómetros solares portátiles para la medición de espesor óptico; en el marco del proyecto CREWS en colaboración con la OMM.



**Fig. 6.5 - Intrusión de polvo. La imagen es una RGB natural calculada con los canales de SEVIRI (VIS0.6, NIRS.8 y NIRS.6) a bordo del Meteosat de Segunda Generación (MSG).**

Con objeto de realizar una evaluación del pronóstico de forma cuantitativa en áreas que carecen de medidas de la concentración de polvo en superficie y/o en columna, además de enviar a cada estación un sensor de material particulado y un fotómetro solar portátil, se han realizado talleres de entrenamiento sobre la instrumentación y los productos de predicción desarrollados dentro del proyecto SDS-WAS.

En el marco del proyecto MAC-CLIMA, AEMET organizó en 2023 un taller online sobre predicción de polvo mineral y productos de observación dirigido a meteorólogos y técnicos del INMG (Instituto Nacional de Meteorología y Geofísica de Cabo Verde). La primera parte del taller se dedicó a los productos de predicción y al Sistema de Avisos de Alerta de Arena y Polvo para Cabo Verde y otros países africanos y a cómo utilizar estos productos en la rutina diaria de trabajo de los meteorólogos. La segunda parte se centró en el uso de la instrumentación proporcionada por el proyecto, un fotómetro de mano y un sensor de PM ya instalados en las instalaciones del INMG.

En el primer trimestre de 2023, se impartió el curso on-line 'JOINT TRAINING SCHOOL AND WORKSHOP ON DUST AEROSOL DETECTION AND MONITORING' en el que participaron 30 alumnos. El curso forma parte de un programa más amplio de formación organizado conjuntamente por EUMETSAT, el Centro Regional SDS-WAS de la OMM (gestionado por el Centro de Supercomputación de Barcelona y AEMET) y ACTRIS, con el apoyo del programa Copernicus.



*Fig. 6.6 – Sensor de material particulado instalado por el técnico de la Agencia Nacional de la Aviación Civil y la Meteorología de Senegal, como parte del proyecto MacClima.*

### 6.4.5 Colaboración del CIAI en proyectos de la ESA para la mejora del modelo LIME

AEMET, a través del CIAI, colabora en dos proyectos de la ESA "Improving the Lunar Irradiance Model of ESA (LIME)" y "Maintenance of lunar photometer and lunar irradiance model in 2020–2023", que finalizaron en 2023 y cuyo objetivo principal era la mejora del modelo de irradiancia lunar extraterrestre.



**Fig. 6.7 – Personal de la Universidad de Valladolid y de AEMET durante la campaña de campo de la ESA en el Observatorio de Izaña para la mejora del modelo LIME**

## 6.5 Creación de capacidad

### 6.5.1 Centro regional de Formación

AEMET, designado por la OMM como Centro Regional de Formación (CRF) de la OMM en España en 2018, ha impartido 18 actividades formativas de cooperación internacional al desarrollo en 2023, 7 de los 18 cursos del CRF se han impartido de manera presencial.

***La Agencia lideró 17 actividades de cooperación, orientadas a la capacitación técnica y organizadas por el Centro Regional de Formación de España***

El número total de participantes en los cursos en 2023 ha sido de 760 de 32 países distintos, frente a los 264 de 30 países distintos en 2022, lo que supone un incremento en la participación. El aumento de participantes se debe, en buena medida, a la realización del curso tipo webinar (abierto y sin diploma de certificación, difundido tanto por AEMET como por la AECID, Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo).

## 6.5.2 Formación de profesionales iberoamericanos con el PIB-M

La fase presencial de la 4ª edición del PIB-M (Paquete de Instrucción Básica para Meteorólogos) se llevó a cabo en la sede de AEMET en Madrid, el curso más importante que imparte el CRF. La impartición del curso se realizó según lo dispuesto en el Reglamento Técnico de la OMM y supone la adquisición de los conocimientos de un meteorólogo profesional, tal y como se define en la propia OMM.

***AEMET organizó la 4ª edición del curso de Instrucción Básica para Meteorólogos en colaboración con la OMM***

## 6.6 Contribuciones internacionales

Las contribuciones internacionales correspondientes a los acuerdos del Estado o de AEMET, hechas efectivas en 2023, han supuesto un importe de 39,6 millones de euros.

| Contribuciones internacionales 2023 | Importe (€)            |
|-------------------------------------|------------------------|
| EUMETSAT                            | 33.400.793,89          |
| CEPPM                               | 4.860.493,46           |
| OMM                                 | 1.471.823,00           |
| EUMETNET                            | 558.015,24             |
| HIRLAM-C                            | 94.715,00              |
| EC-Earth                            | 15.000,00              |
| EMS                                 | 1.250,00               |
| HCLIM                               | 15.000,00              |
| ACCORD                              | 11.000,00              |
| ICOS                                | 88.046,24              |
| Pensionistas CEPPM                  | 36.107,00              |
| Pensionistas EUMETSAT               | 18.185,00              |
| UWC                                 | 9.100,00               |
| CIIFEN                              | 100.000,00             |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>40.679.528,83 €</b> |

**Tabla 6.1 – Contribuciones internacionales de AEMET/España en 2023**

La contribución al Centro Internacional para la Predicción del Fenómeno de El Niño (**CIIFEN**) es una contribución a cooperación. CIIFEN busca reducir los impactos negativos de los fenómenos de El Niño en Sudamérica y en otras partes del mundo.





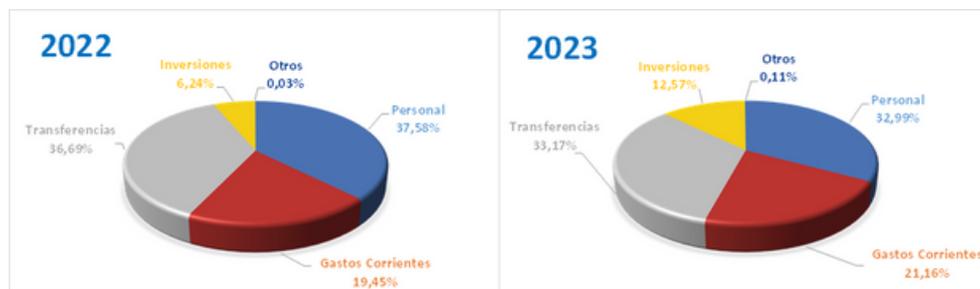
# ACTIVIDADES DE APOYO

## 7.1 - Gestión económica

El presupuesto de AEMET en 2023 ascendió a un total de 135 millones de euros, superior en 6,3 millones de euros al presupuesto del ejercicio anterior. El porcentaje de ejecución del presupuesto total se mantuvo similar a 2022, alcanzándose un 83,5% de obligaciones reconocidas.

*El presupuesto de AEMET en 2023 ascendió a 135 millones de euros*

La distribución del gasto de AEMET mantiene la proporción de otras anualidades, suponiendo los gastos de personal un 33%, los gastos corrientes el 21,17% y las transferencias, tanto corrientes como de capital, se mantuvieron en torno al 33,18% del gasto total de AEMET. 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 más importante es la contribución a los programas de EUMETSAT, que ha supuesto un 28,9% del presupuesto total de AEMET en 2022 y un 27,6% en 2023.



**Fig. 7.1 - Distribución del gasto. Reconocimientos de obligaciones 2022-2023**

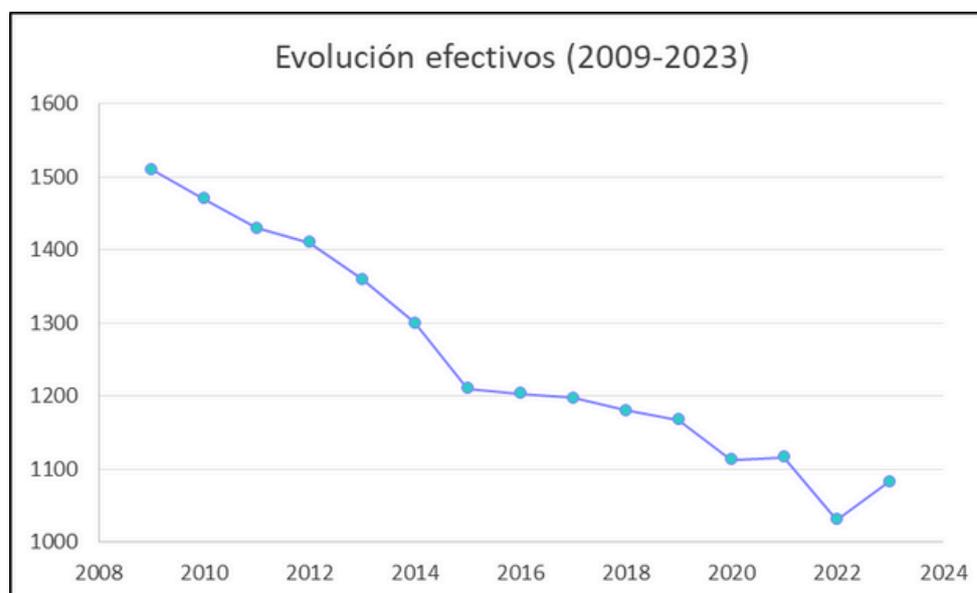
Por su parte, el porcentaje de ejecución de inversiones en 2023 ha supuesto el 12,6% respecto del gasto total de AEMET, cifra superior a la del ejercicio anterior. La subida de las inversiones en 2023 se debe principalmente a los fondos del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR).

## 7.2 – Gestión de recursos humanos

La Agencia Estatal de Meteorología contaba a 31 de diciembre de 2023 con 1.083 efectivos; entre funcionarios de carrera, funcionarios interinos y personal laboral. Esto supone un pequeño cambio de la tendencia decreciente en los últimos años, estabilizándose el número de empleados (se han recuperado 52 efectivos de los 62 que se perdieron en 2022).

***En 2023 AEMET incrementó un 5 % de sus efectivos, parando la tendencia descendente iniciada en 2009***

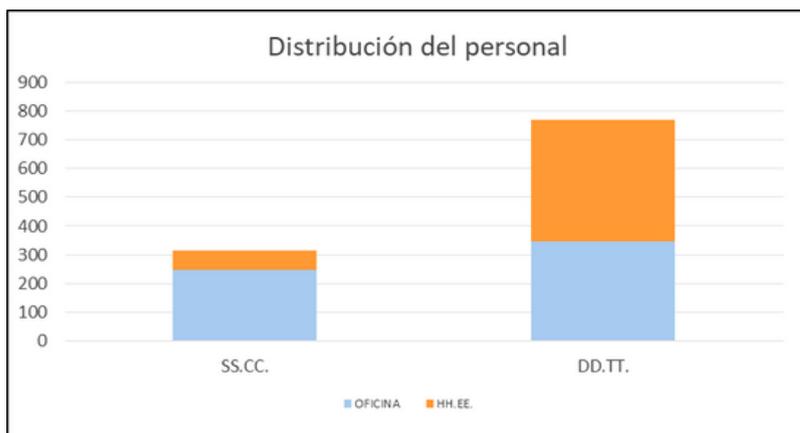
Debe tenerse en cuenta que durante 2023 hubo 68 jubilaciones de empleados de AEMET, 3 menos que el año anterior, manteniéndose la media de edad de jubilación en 63 años. Este número de jubilaciones supone un ligero descenso respecto a la cifra del año anterior, máximo absoluto en número de jubilaciones en la historia de la Agencia, igualando el anterior máximo, de 68 jubilaciones, alcanzado en 2020, año de la pandemia por SARS-COVID. De las 68 jubilaciones de 2023, 29 fueron de empleados en activo en el Cuerpo de Observadores de Meteorología del Estado y 42 de empleados sujetos a régimen de horarios especiales. Por lo que, aunque se reduce ligeramente el número de jubilaciones, se incrementa en estos colectivos



**Fig. 7.2 – Evolución de los efectivos de AEMET: 2009 – 2023**

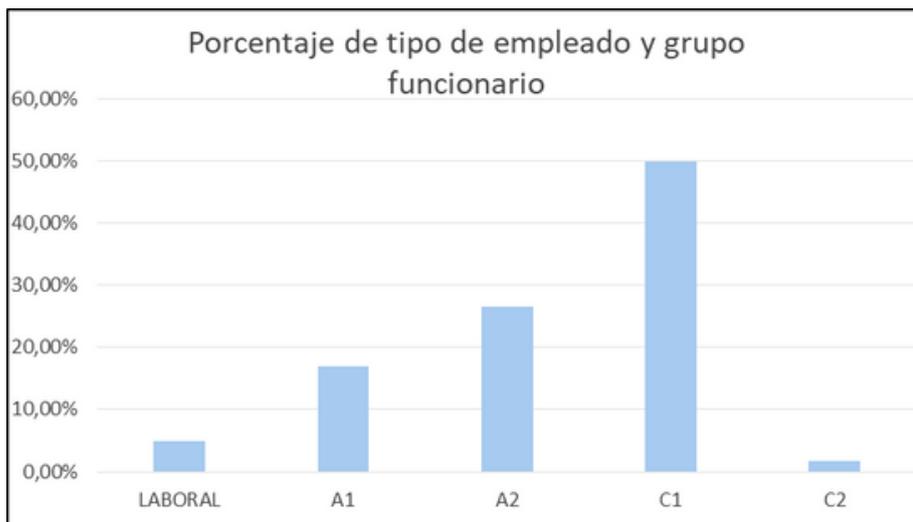
AEMET cuenta con una estructura organizativa central y territorial para garantizar la prestación de sus servicios. El 30% de la plantilla, 314 trabajadores tienen su puesto de trabajo en los Servicios Centrales, mientras que el resto, 769 efectivos, trabajan en oficinas distribuidas por todo el Estado y coordinadas desde las 17 Delegaciones Territoriales.

Una de las particularidades que caracteriza la plantilla de AEMET es que el 45% del personal, 491 empleados, presta servicio bajo régimen de horarios especiales; 68 en Servicios Centrales y 423 en Delegaciones.



**Fig. 7.3 – Distribución del personal entre servicios centrales y delegaciones territoriales, considerando el desempeño de horarios especiales**

Actualmente, el esquema organizativo de la Agencia está cubierto por una plantilla constituida por personal funcionario de carrera (principalmente de cuerpos especiales de meteorología y en menor medida de otros cuerpos generales), personal laboral, y personal funcionario interino. El 95% de los empleados son funcionarios, el 5% personal laboral.



**Fig. 7.4 – Personal laboral y grupos de funcionarios**

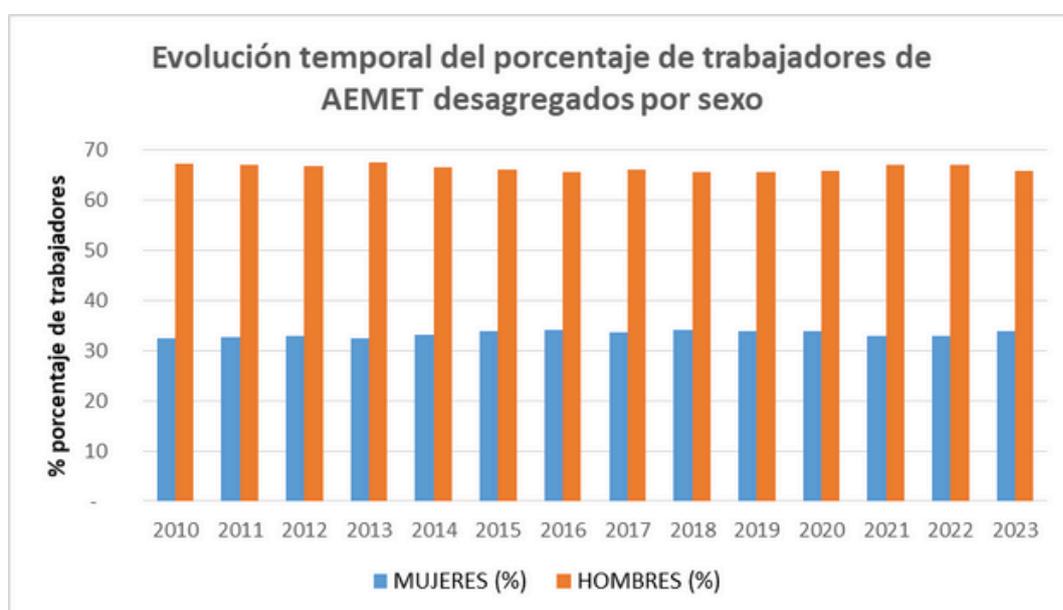


## 7 - Actividades de apoyo

La distribución de los efectivos por nivel de titulación entre los funcionarios es la siguiente:

- 50% Subgrupo C1 (título de bachiller o técnico)
- 26% Subgrupo A2 (titulación universitaria)
- 17% Subgrupos A1 (titulación universitaria)
- 2% Subgrupo C2 (título de graduado en enseñanza secundaria)

El motivo del predominio de empleados de Subgrupo C1 son las necesarias funciones operativas atribuidas a los efectivos del Cuerpo de Observadores en Meteorología del Estado.



**Fig. 7.5 – Evolución de los distribución por sexo entre 2010 y 2023**

Durante el año 2023 se han centrado los esfuerzos en atraer talento y agilizar los procesos de incorporación de personal a la AEMET. Cabe destacar:

- Participación en cuatro convocatorias del Concurso Abierto y Permanente de Personal Laboral, dos generales y dos de Anexo II, realizadas por Función Pública.
- Gestión de los procesos selectivos para ingreso en los tres cuerpos de funcionariado propios de meteorología asociados a las OEP 2021 y OEP 2022, y propuesta de bases para la OEP 2023.

- Toma de medidas para garantizar poder seguir disponiendo de candidatos/as para nombramiento de personal funcionario interino.
- Preparación de encargo a medios propios para refuerzo de la Dirección de Administración.

## *AEMET trata de minimizar el efecto de la pérdida de recursos humanos mediante actuaciones para la incorporación de personal y la atracción de talento*

Entre las principales acciones relacionadas con la gestión habitual de los Recursos Humanos de AEMET, durante 2023, cabe destacar:

- La tramitación de 68 jubilaciones de personal de AEMET: 8 del grupo A1, 16 del grupo A2, 40 del grupo C1, 1 del grupo C2 y 3 de personal laboral.
- Se han tramitado 93 ofertas de comisiones de servicio, adjudicando un total de 34.
- Gestión de 167 nombramientos como personal funcionario interino del Cuerpo de Observadores de Meteorología del Estado, 15 de ellos con base en el artículo 10.1.b) del EBEP y 152 con base en el artículo 10.1.d); consumiendo al finalizar el ejercicio un total de 77,49 jornadas; 63 de ellas de cupo ordinario y 14,49 de cupo extraordinario autorizado el 12/12/2023.
- Además se consiguió autorización para vincular 31 puestos a OEP2021-2022 de modo que se tramitó también nombramiento de otro tanto personal funcionario interino del Cuerpo de Observadores de Meteorología del Estado con base en el artículo 10.1.a.
- Tramitación de una convocatoria de provisión de puestos de trabajo por el sistema de libre designación, incluyendo 5 puestos.
- Contrataciones PEX (Programa Primera Experiencia Profesional en las Administraciones Públicas)
- La tramitación ante la CECIR de un total de 29 expedientes de desconcentración y 12 expedientes de tramitación completa con resolución de Función Pública



### 7.3 - Actualización permanente de la formación de los trabajadores

AEMET necesita que todo su personal pueda desempeñar los cometidos asignados a su ámbito de trabajo recibiendo la formación y capacitación técnica necesarias, que constituyen necesidades prioritarias para la consecución de sus objetivos permanentes de eficacia, eficiencia y modernización.

***Durante 2023 desarrolló su Plan Anual de Formación, que facilitó la participación de 644 empleados de AEMET***

La herramienta fundamental para ello es el Plan Anual de Formación (PAF) de AEMET, que en 2023 se diseña como el eje estructurado de acciones formativas para la capacitación y la formación continua.

Para ejecutar el PAF 2023, se solicitó una ayuda de formación para el empleo de las Administraciones Públicas a través de los fondos FEDAP, gestionados por el INAP. Se concedió a AEMET una subvención por valor de 96.520 euros, habiendo ejecutado y justificado 79.590 euros (82%) de dicha subvención ante el INAP.

En el PAF se agrupan acciones formativas consideradas estratégicas en el desarrollo de nuevas capacidades frente a las demandas crecientes de los usuarios y la sociedad en materia de meteorología, climatología y tecnologías de la información y comunicación.

Como complemento de las acciones formativas técnicas, se incluyeron acciones formativas transversales con el fin de potenciar las capacidades generalistas, gerenciales y administrativas, que, como empleados públicos, deben conocer los trabajadores de AEMET, a fin de potenciar la transformación digital de la organización. Se añadió además un enfoque inclusivo basado en el desarrollo de acciones formativas y cursos de igualdad de género.





## Anexo 1 - Publicaciones científicas y técnicas (con revisión por pares)

- Casquero Vera, Juan Andrés; Pérez Ramírez, Daniel; Lyamani, Hassan; Rejano, Fernando; Casans, Andrea; Titos Vela, Gloria; Olmo, Francisco José; Dada, Lubna; Hakala, Simo; Hussein, Tareq; Lehtipalo, Katrianne; Paasonen, Pauli; Hyvärinen, Antti; Pérez, Noemí; Querol, Xavier; Rodríguez González, Sergio; Kalivitis, Nikos; González Ramos, Yenny; Alghamdi, Mansour A.; Kerminen, Veli-Matti; Alastuey, Andrés; Petäjä, Tuukka; Alados Arboledas, Lucas. Impact of desert dust on new particle formation events and the cloud condensation nuclei budget in dust-influenced areas. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2023, 23(24), 15795–15814. DOI: 10.5194/acp-23-15795-2023
- Hernanz Lázaro, Alfonso; Correa, Carlos; García Valero, Juan Andrés; Domínguez Alonso, Marta; Rodríguez Guisado, Esteban; Rodríguez Camino, Ernesto. pyClim-SDM: Service for generation of statistically downscaled climate change projections supporting national adaptation strategies. *Climate Services*. 2023, 32, 100408. DOI: 10.1016/j.cliser.2023.100408
- Toledano, Carlos; Taylor, Sarah; Barreto Velasco, África; Adriaensen, Stefan; Berjón, Alberto; Bialek, Agnieszka; González, Ramiro; Woolliams, Emma R.; Bouvet, Marc. LIME: Lunar Irradiance Model of ESA, a new tool for the absolute radiometric calibration using the Moon. *EGUsphere*. 2023, p. 1–39. DOI: 10.5194/egusphere-2023-1539
- Björklund, Robin; Vigouroux, Corinne; Effertz, Peter; García Rodríguez, Omaira Elena; Geddes, Alex; Hannigan, James W.; Miyagawa, Koji; Kotkamp, Michael; Langerock, Bavo; Nedoluha, Gerald; Ortega, Ivan; Petropavlovskikh, Irina; Poyraz, Deniz; Querel, Richard; Robinson, John; Shiona, Hisako; Smale, Dan; Smale, Penny; Van Malderen, Roeland; De Mazière, Martine. Intercomparison of long-term ground-based measurements of tropospheric and stratospheric ozone at Lauder, New Zealand (45S). *EGUsphere*. 2023, p. 1–38. DOI: 10.5194/egusphere-2023-2668
- Álvarez, Óscar; Barreto Velasco, África; García Rodríguez, Omaira Elena; Hase, Frank; García Cabrera, Rosa Delia; Gröbner, Julian; León-Luis, Sergio Fabián; Sepúlveda Hernández, Eliezer; Carreño Corbella, Virgilio; Alcántara, Antonio; Ramos López, Ramón; Almansa Rodríguez, Antonio Fernando; Kazadzis, Stelios; Taquet, Noémie; Toledano, Carlos; Cuevas Agulló, Emilio. Aerosol properties derived from ground-based Fourier transform spectra within the COLlaborative Carbon Column Observing Network. *Atmospheric Measurement Techniques*. 2023, 16(20), 4861–4884. DOI: 10.5194/amt-16-4861-2023
- Gröbner, Julian; Kouremeti, Natalia; Hülsen, Gregor; Zuber, Ralf; Ribnitzky, Mario; Nevas, Saulius; Sperfeld, Peter; Schwind, Kerstin; Schneider, Philipp; Kazadzis, Stelios; Barreto Velasco, África; Gardiner, Tom; Mottungan, Kavitha; Medland, David; Coleman, Marc. Spectral aerosol optical depth from SI-traceable spectral solar irradiance measurements *Atmospheric Measurement Techniques*. 2023, 16(19), 4667–4680. DOI: 10.5194/amt-16-4667-2023
- Herrero-Anta, Sara; Román, Roberto; Mateos, David; González, Ramiro; Antuña-Sánchez, Juan Carlos; Herreras Giralda, Marcos; Almansa Rodríguez, Antonio Fernando; González-Fernández, Daniel; Herrero del Barrio, Celia; Toledano, Carlos; Cachorro, Victoria E.; Frutos Baraja, Ángel Máximo de Retrieval of aerosol properties from zenith sky radiance measurements. *Atmospheric Measurement Techniques*. 2023, 16, 4423–4443. DOI: 10.5194/amt-16-4423-2023
- Putero, Davide; Cristofanelli, Paolo; Chang, Kai-Lan; Dufour, Gaele; Beachley, Gregory; Couret, Cedric; Effertz, Peter; Jaffe, Daniel A.; Kubistin, Dagmar; Lynch, Jason; Petropavlovskikh, Irina; Puchalski, Melissa; Sharac, Timothy; Sive, Barkley C.; Steinbacher, Martin; Torres, Carlos; Cooper, Owen R. Fingerprints of the COVID-19 economic downturn and recovery on ozone anomalies at high-elevation sites in North America and western Europe. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2023, 23, 15693–15709. DOI: 10.5194/acp-23-15693-2023
- Jonathan D. Wille, Simon P. Alexander, Charles Amory, Rebecca Baiman, Léonard Barthélemy, Dana M. Bergstrom, Alexis Berne, Hanin Binder, Juliette Blanchet, Deniz Bozkurt, Thomas J. Bracegirdle, Mathieu Casado, Taejin Choi, Kyle R. Clem,
- Francis Codron, Rajashree Datta, Stefano Di Battista, Vincent Favier, Diana Francis, Alexander D. Fraser, Elise Fourré, René D. Garreaud, Christophe Genthon, Irina V. Gorodetskaya, Sergi González-Herrero, Victoria J. Heinrich, Guillaume Hubert, Hanna Joos, Seong-Joong Kim, John C. King, Christoph Kittel, Amaelle Landais, Matthew Lazzara, Gregory H. Leonard, Jan L. Lieser, Michelle MacLennan, David Mikolajczyk, Peter Neff, Inès Ollivier, Ghislain Picard, Benjamin Pohl, Martin F. Ralph, Penny Rowe, Elisabeth Schlosser, Christine A. Shields, Inga J. Smith, Michael Sprenger, Luke Trusel, Danielle Udy, Tessa Vance, Étienne Vignon, Catherine Walker, Nander Wever, Xun Zou. The extraordinary March 2022 East Antarctica “heat” wave. Part II: impacts on the Antarctic ice sheet. *Journal of Climate*. 2023, Early Online Release. DOI: 10.1175/JCLI-D-23-0176.1

- Jonathan D. Wille, Simon P. Alexander, Charles Amory, Rebecca Baiman, Léonard Barthélemy, Dana M. Bergstrom, Alexis Berne, Hanin Binder, Juliette Blanchet, Deniz Bozkurt, Thomas J. Bracegirdle, Mathieu Casado, Taejin Choi, Kyle R. Clem, Francis Codron, Rajashree Datta, Stefano Di Battista, Vincent Favier, Diana Francis, Alexander D. Fraser, Elise Fourré, René D. Garreaud, Christophe Genthon, Irina V. Gorodetskaya, Sergi González-Herrero, Victoria J. Heinrich, Guillaume Hubert, Hanna Joos, Seong-Joong Kim, John C. King, Christoph Kittel, Amaelle Landais, Matthew Lazzara, Gregory H. Leonard, Jan L. Lieser, Michelle Maclennan, David Mikolajczyk, Peter Neff, Inès Ollivier, Ghislain Picard, Benjamin Pohl, Martin F. Ralph, Penny Rowe, Elisabeth Schlosser, Christine A. Shields, Inga J. Smith, Michael Sprenger, Luke Trusel, Danielle Udy, Tessa Vance, Étienne Vignon, Catherine Walker, Nander Wever, Xun Zou. The extraordinary March 2022 East Antarctica “heat” wave. Part I: observations and meteorological drivers. *Journal of Climate*. 2023, Early Online Release. DOI: 10.1175/JCLI-D-23-0175.1
- Calvo Sancho, Carlos; Bolgiani, Pedro; Subías Díaz-Blanco, Álvaro; Sastre, Mariano; González-Alemán, Juan Jesús; Martín, María Luisa Horizontal kinetic energy analysis of tropical transition simulations with the WRF and HARMONIE-AROME models *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. 2023, 149(756) Part A, 2655–2677 DOI: 10.1002/qj.4523
- Ridal, Martin; Sánchez Arriola, Jana; Dahlbom, Mats. Optimal Use of Radar Radial Winds in the HARMONIE Numerical Weather Prediction System. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. 2023, 62(12), 1745–1759. DOI: 10.1175/JAMC-D-23-0013.1
- Hernanz Lázaro, Alfonso; Correa, Carlos; Sánchez Perrino, Juan Carlos; Prieto-Rico, Ignacio; Rodríguez Guisado, Esteban; Domínguez Alonso, Marta; Rodríguez Camino, Ernesto. On the limitations of deep learning for statistical downscaling of climate change projections: the transferability and the extrapolation issues. *Atmospheric Science Letters*. 2023, e1195. DOI: 10.1002/asl.1195
- Gorodetskaya, Irina; Durán-Alarcón, Claudio; González Herrero, Sergi ; Clem, Kyle R.; Zou, Xun; Rowe, Penny M.; Rodríguez Imazio, Paola; Campos, Diego; Leroy-Dos Santos, Christophe; Dutrievoz, Niels; Wille, Jonathan D.; Chyhareva, Anastasiia; Favier, Vincent; Blanchet, Juliette; Pohl, Benjamin; Cordero, Raul R.; Park, Sang-Jong; Colwell, Steve; Lazzara, Matthew A.; Carrasco, Jorge; Gulisano, Adriana Maria; Krakovska, Svitlana; Martin Ralph, F.; Dethinne, Thomas; Picard, Ghislain. Record-high Antarctic Peninsula temperatures and surface melt in February 2022: a compound event with an intense atmospheric river. *npj Climate and Atmospheric Science*. 2023, 6(202). DOI: 10.1038/s41612-023-00529-6
- Flaounas, Emmanouil; Aragão, Leonardo; Bernini, Lisa; Dafis, Stavros; Doiteau, Benjamin; Flocas, Helena; Gray, Suzanne L.; Karwat, Alexia; Kouroutzoglou, John; Lionello, Piero; Miglietta, Mario Marcelo; Pantillon, Florian; Pasquero, Claudia; Patlakas, Platon; Picornell, María Ángeles; Porcù, Federico; Priestley, Matthew D. K.; Reale, Marco; Roberts, Malcolm J.; Saaroni, Hadas; Sandler, Dor; Scoccimarro, Enrico; Sprenger, Michael; Ziv, Baruch. A composite approach to produce reference datasets for extratropical cyclone tracks: application to Mediterranean cyclones. *Weather and Climate Dynamics*. 2023, 4(3), p. 639–661. DOI: 10.5194/wcd-4-639-2023
- Solomos, Stavros; Spyrou, Christos; Barreto Velasco, África ; Rodríguez González, Sergio; González Ramos, Yenny; Neophytou, Marina K. A.; Mouzourides, Petros; Bartsotas, Nikolaos S.; Kalogeri, Christina; Nickovic, Slodoban; Vukovic Vimic, Ana; Vujadinovic Mandic, Mirjam; Pejanovic, Goran; Cvetkovic, Bojan; Amiridis, Vassilis; Sykioti, Olga; Gkikas, Antonis; Zerefos, Christos S. The development of METAL-WRF Regional Model for the description of dust mineralogy in the atmosphere. *Atmosphere*. 2023, 14(11), 1615. DOI: 10.3390/atmos14111615
- Alonso Pérez, Silvia; López Solano, Javier Long-Term Analysis of Aerosol Concentrations Using a Low-Cost Sensor: Monitoring African Dust Outbreaks in a Suburban Environment in the Canary Islands Sensors. 2023, 23(18), 7768. DOI: 10.3390/s23187768
- Navas-Martín, Miguel Ángel; López Bueno, José Antonio; Ascaso Sánchez, María Soledad; Follos Pliego, Fernando; Vellón Graña, José Manuel; Mirón Pérez, Isidro Juan; Luna Rico, Yolanda; Sánchez Martínez, Gerardo; Díaz, Julio; Linares Gil, Cristina. Territory Differences in Adaptation to Heat among Persons Aged 65 Years and Over in Spain (1983–2018). *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023, 20(5), 4168. DOI: 10.3390/ijerph20054168
- García Burgos, Marina; Gómara, Íñigo; Rodríguez Fonseca, Belén; González-Alemán, Juan Jesús; Zurita Gotor, Pablo; Ayarzagüena, Blanca. Abrupt and persistent atmospheric circulation changes in the North Atlantic under La Niña conditions. *Weather and Climate Extremes*. 2023, 42, 100609. DOI: 10.1016/j.wace.2023.100609
- Mona, Lucia; Amiridis, Vassilis; Cuevas Agulló, Emilio; Gkikas, Antonis; Trippetta, Serena; Vandebussche, Sophie; Benedetti, Angela; Dagsson-Waldhauserová, Pavla; Formenti, Paola; Haeefe, Alexander; Kazadzis, Stelios; Knippertz, Peter; Laurent, Benoit; Madonna, Fabio; Nickovic, Slodoban; Papagiannopoulos, Nikolaos; Pappalardo, Gelsomina; Pérez García-Pando, Carlos; Popp, Thomas; Rodríguez González, Sergio; Sealy, Andrea; Sugimoto, Nobuo; Terradellas, Enric; Vukovic Vimic, Ana; Weinzierl, Bernadette; Basart, Sara. Observing mineral dust in northern Africa, the middle east and Europe: current capabilities and challenges ahead for the development of dust services. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 2023. DOI: 10.1175/BAMS-D-23-0005.1
- López Reyes, M.; González-Alemán, Juan Jesús; Sastre, Mariano; Insua-Costa, Damián; Bolgiani, Pedro; Martín Pérez, María Luisa. On the impact of initial conditions in the forecast of Hurricane Leslie extratropical transition *Atmospheric Research*. 2023, 295, 107020. DOI: 10.1016/j.atmosres.2023.107020
- Guijarro Pastor, José Antonio; Simó, Gemma; Martínez-Villagrasa, Daniel; Martí, Belén; Jiménez, María Antònia; García-Santos, Vicenç; Cuxart, Joan. Small-scale surface heterogeneity and potential inhomogeneities in temperature time series: a case study. *International Journal of Climatology*. 2023. DOI: 10.1002/joc.8237
- Minola, Lorenzo; Zhang, Gangfeng; Ou, Tinghai; Kukulies, Julia; Curio, Julia; Guijarro Pastor, José Antonio; Deng, Kaiqiang; Azorín Molina, César; Shen, Cheng; Pezzoli, Alessandro; Chen, Deliang. Climatology of near-surface wind speed from observational, reanalysis and high-resolution regional climate model data over the Tibetan Plateau. *Climate Dynamics*. 2023 DOI: 10.1007/s00382-023-06931-3
- Calvo Sancho, Carlos; Quitián Hernández, Lara; González-Alemán, Juan Jesús; Bolgiani, Pedro; Santos Muñoz, Daniel; Martín, María Luisa. Assessing the performance of the HARMONIE-AROME and WRF-ARW numerical models in North Atlantic Tropical Transitions. *Atmospheric Research*. 2023, 291, 106801. DOI: 10.1016/j.atmosres.2023.106801

- González-Alemán, Juan Jesús; Insua-Costa, Damián; Bazile, Eric; González Herrero, Sergi; Miglietta, Mario Marcello; Groenemeijer, Pieter; Donat, Markus G. Anthropogenic Warming Had a Crucial Role in Triggering the Historic and Destructive Mediterranean Derecho in Summer 2022. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 2023, 104(8), E1526–E1532. DOI: 10.1175/BAMS-D-23-0119.2
- Calvo Sancho, Carlos; Bolgiani, Pedro; Subías Díaz-Blanco, Álvaro; Sastre, Mariano; González-Alemán, Juan Jesús; Martín, María Luisa. Horizontal kinetic energy analysis of tropical transition simulations with the WRF and HARMONIE-AROME models. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. 2023, p. 1-23. DOI: 10.1002/qj.4523
- Ferrarin, Christian; Pantillon, Florian; Davolio, Silvio; Bajo, Marco; Miglietta, Mario Marcello; Avolio, Elenio; Carrió Carrió, Diego Saúl; Pytharoulis, Ioannis; Sánchez, Claudio; Patlakas, Platon; González-Alemán, Juan Jesús; Flaounas, Emmanouil. Assessing the coastal hazard of Medcane Ianos through ensemble modelling. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2023, 23, p. 2273–2287. DOI: 10.5194/nhess-23-2273-2023
- Moreno-Oyervides, Aldo; Bonilla Manrique, Óscar Elías; García Rodríguez, Omaira Elena; Martín Mateos, Pedro. Design and evaluation of a portable frequency comb-referenced laser heterodyne radiometer. *Optics and Lasers in Engineering*. 2023, 171, 107801. DOI: 10.1016/j.optlaseng.2023.107801
- Hernanz, Alfonso; Correa, Carlos; Domínguez, Marta; Rodríguez-Guisado, Esteban; Rodríguez-Camino, Ernesto. Comparison of machine learning statistical downscaling and regional climate models for temperature, precipitation, wind speed, humidity and radiation over Europe under present conditions. *International Journal of Climatology*. 2023, 1-18. DOI: 10.1002/joc.8190
- Navas-Martín, Miguel Ángel; López Bueno, José Antonio; Follos Pliego, Fernando; Mirón Pérez, Isidro Juan; Luna Rico, Yolanda; Sánchez Martínez, Gerardo; Díaz Jiménez, Julio; Linares Gil, Cristina. La adaptación al calor y las desigualdades sociales en salud en función del género, la edad y el territorio: Revisión de estudios en España (1983-2018). *Revista de Salud Ambiental*. 2023, 23(1), p. 49-55 Acceso web: <https://...rsa/issue/view/85>
- Salgueiro, V.; Guerrero-Rascado, Juan Luis; Costa, Maria João; Román, Roberto; Cazorla, Alberto; Serrano, A.; Molero Menéndez, Francisco; Sicard, Michaël; Córdoba-Jabonero, Carmen; Bortoli, Daniele; Comerón, Adolfo; Couto, Flavio T.; López Cayuela, María Ángeles; Pérez Ramírez, Daniel; Potes, Miguel; Muñoz Rosado, J. A.; Obregón, María de los Ángeles; Barragán, Rubén; Oliveira, Daniel Camilo F. S.; Abril Gago, Jesús; González, R.; Gil Díaz, Cristina; Foyo Moreno, Inmaculada; Muñoz Porcar, Constantino; Grandos-Muñoz, María José; Rodríguez Gómez, Alejandro; Herreras Giralda, Marcos; Bravo-Aranda, Juan Antonio; Carvajal Pérez, Clara Violeta; Barreto Velasco, África; Alados Arboledas, Lucas. Characterization of Tajogaite volcanic plumes detected over the Iberian Peninsula from a set of satellite and ground-based remote sensing instrumentation. *Remote Sensing of Environment*. 2023, 295, 113684. DOI: 10.1016/j.rse.2023.113684
- Raúl R. Cordero; Sarah Feron; Alessandro Damiani; Edgardo Sepúlveda; Jose Jorquera; Alberto Redondas; Gunther Seckmeyer; Jorge Carrasco; Penny Rowe; Zutao Ouyang. Surface Solar Extremes in the Most Irradiated Region on Earth, Altiplano. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 2023, 104(6), E1206–E1221. DOI: 10.1175/BAMS-D-22-0215.1
- Bojinski, Stephan; Blaauboer, Dick; Calbet, Xavier; De Coning, Estelle; Debie, Frans; Montmerle, Thibaut; Nietosvaara, Vesa; Norman, Katie; Bañón Peregrín, Luis María; Schmid, Franziska; Strelec Mahovic, Natasa; Wapler, Kathrin. Towards nowcasting in Europe in 2030. *Meteorological Applications*. 2023, 30(4), e2124. DOI: 10.1002/met.2124
- Hernanz Lázaro, Alfonso; Correa, Carlos; Domínguez Alonso, Marta; Rodríguez Guisado, Esteban; Rodríguez Camino, Ernesto. Statistical Downscaling in the Tropics and Midlatitudes: A Comparative Assessment over Two Representative Regions. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. 2023, 62(6), p. 737–753. DOI: 10.1175/JAMC-D-22-0164.1
- Chevuturi, Amulya; Tanguy, Maliko; Facer-Childs, Katie; Martínez de la Torre, Alberto; Sarkar, Sunita; Thober, Stephan; Samaniego, Luis; Rakovec, Oldrich; Kelbling, Matthias; Sutanudjaja, Edwin H.; Wanders, Niko; Blyth, Eleanor M. Improving global hydrological simulations through bias-correction and multi-model blending. *Journal of Hydrology*. 2023, 621, 129607. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2023.129607
- Calvo Sancho, Carlos; Quiñón Hernández, Lara; Bolgiani, Pedro; González-Alemán, Juan Jesús; Santos Muñoz, Daniel; Martín, María Luisa. Assessment of HARMONIE-AROME in the simulation of the convective activity associated to a subtropical transition using satellite data. *Atmospheric Research*. 2023, 290, 106794. DOI: 10.1016/j.atmosres.2023.106794
- Krysztofaki, Gisèle; Catoire, Valéry; Dudok de Wit, Thierry; Kinnison, Douglas E.; Ravishankara, A. R.; Brocchi, Vanessa; Atlas, Elliot; Bozem, Heiko; Commane, Roisin; D'Amato, Francesco; Daube, Bruce C.; Diskin, Glenn S.; Engel, Andreas; Friedl-Vallon, Felix; Hints, Eric J.; Hurst, Dale F.; Hoor, Peter; Jegou, Fabrice; Jucks, Kenneth W.; Kleinböhl, Armin; Küllmann, Harry; Kort, Eric A.; McKain, Kathryn; Moore, Fred L.; Obersteiner, Florian; González Ramos, Yenny; Schuck, Tanja; Toon, Geoffrey C.; Viciani, Silvia; Wetzell, Gerald; Williams, Jonathan; Wofsy, Steven C. N2O Temporal Variability from the Middle Troposphere to the Middle Stratosphere Based on Airborne and Balloon-Borne Observations during the Period 1987–2018. *Atmosphere*. 2023, 14(3), 585. DOI: 10.3390/atmos14030585
- Cuerdo-Vilches, T.; Díaz, J.; López-Bueno, J.A.; Luna, M.Y.; Navas, M.A.; Mirón, I.J.; Linares, C. Impact of urban heat islands on morbidity and mortality in heat waves: Observational time series analysis of Spain's five cities. *Science of The Total Environment*. 2023, 890, 164412. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.164412
- Azorín Molina, César; Pirooz, Amir Ali Safaei; Bedoya Valestt, Shaleny; Utrabo-Carazo, Eduardo; Andrés Martín, Miguel; Shen, Cheng; Minola, Lorenzo; Guijarro Pastor, José Antonio; Aguilar, Enric; Brunet, Manola; Flay, Richard G. J.; Vicente Serrano, Sergio Martín; McVicar, Tim R.; Chen, Deliang. Biases in wind speed measurements due to anemometer changes. *Atmospheric Research*. 2023, 289, 106771. DOI: 10.1016/j.atmosres.2023.106771
- Vicente Serrano, Sergio Martín; McVicar, Tim R.; Chen, Deliang Zhao, Xiaoyi; Fioletov, Vitali; Redondas, Alberto; Gröbner, Julian; Egli, Luca; Zeilinger, Franz; López Solano, Javier; Berjón, Alberto; Kerr, James; Maillard Barras, Eliane; Smit, Herman G. J.; Brohart, Michael; Sit, Reno; Ogyu, Akira; Abboud, Ihab; Chi Lee, Sum The site-specific primary calibration conditions for the Brewer spectrophotometer. *Atmospheric Measurement Techniques*. 2023, 16(8), 2273–2295. DOI: 10.5194/amt-16-2273-2023
- Gómez González, L.; Linares, Cristina; Díaz Jiménez, Julio; Egea, A.; Calle Martínez, A.; Luna Rico, Yolanda; Navas-Martín, Miguel Ángel; Ascaso Sánchez, María Soledad; Ruiz Páez, Raquel; Asensio Rivera, César; Padrón Monedero, Alicia; López Bueno, José Antonio. Short-term impact of noise, other air pollutants and meteorological factors on emergency hospital mental health admissions in the Madrid region. *Environmental Research*. 2023, 224, 115505 DOI: 10.1016/j.envres.2023.115505



- Skrynyk, O.; Sidenko, V.; Aguilar, E.; Guijarro, J.; Skrynyk, O.; Palamarchuk, L.; Oshurok, D.; Osypov, V.; Osadchyi, V. Data quality control and homogenization of daily precipitation and air temperature (mean, max and min) time series of Ukraine. *International Journal of Climatology*. Early view. 2023, p. 1-17. DOI: 10.1002/joc.8080
- Silva, Iván da; Gil de Cos, Gerardo; González-Silgo, Cristina; López Solano, Javier; Mujica, Andrés; Ramírez Rodríguez, Nivario Rut; Torres Betancort, Manuel Eulalio. Solid-State Synthesis and Phase Transitions in the RE<sub>2</sub>(MoO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> Family Monitored by Thermodiffraction. *Crystal Growth and Design*. 2023, 23(49), p. 2417-2429. DOI: 10.1021/acs.cgd.2c01387
- Guijarro, José A.; López, José A.; Aguilar, Enric; Domonkos, Peter; Venema, Victor K. C.; Sigró, Javier; Brunet, Manola. Homogenization of monthly series of temperature and precipitation: Benchmarking results of the MULTITEST project. *International Journal of Climatology*. Early view. 2023, p. 1-19. DOI: 10.1002/joc.8069
- Tu, Qiansi; Hase, Frank; Chen, Zihan; Schneider, Matthias ; García Rodríguez, Omaira Elena; Khosrawi, Farahnaz; Chen, Shuo; Blumenstock, Thomas; Liu, Fang; Qin, Kai; Cohen, Jason; He, Qin; Lin, Song; Jiang, Hongyan; Fang, Dianjun. Estimation of NO<sub>2</sub> emission strengths over Riyadh and Madrid from space from a combination of wind-assigned anomalies and a machine learning technique. *Atmospheric Measurement Techniques*. 2023, 16(8), p. 2237-2262. DOI: 10.5194/amt-16-2237-2023
- Miró Pérez, Juan Javier; Estrela Navarro, María José; Corell, David; Gómez, Igor; Luna Rico, Yolanda. Precipitation and drought trends (1952-2021) in a key hydrological recharge area of the eastern Iberian Peninsula. *Atmospheric Research*. 2023, 286, p. 106695. DOI: 10.1016/j.atmosres.2023.106695
- Pravia-Sarabia, Enrique; Montávez, Juan Pedro; Halifa-Marin, Amar; Jiménez Guerrero, Pedro; Gómez Navarro, Juan José. The Role of Aerosol Concentration on Precipitation in a Winter Extreme Mixed-Phase System: The Case of Storm Filomena. *Remote Sensing*. 2023, 15(5), 1398. DOI: 10.3390/rs15051398
- Byrne, Brendan; Baker, David F.; Basu, Sourish; (...) ; Deng, Zhu; Deutscher, Nicholas Michael; Dubey, Manvendra K.; Feng, Sha; García Rodríguez, Omaira Elena; ; Herkommer, Benedikt; Hu, Lei; Jacobson, Andrew R.; Janardanan, Rajesh; Jeong, Sujong; Johnson, Matthew S. (...). National CO<sub>2</sub> budgets (2015-2020) inferred from atmospheric CO<sub>2</sub> observations in support of the global stocktake. *Earth System Science Data*. 2023, 15(2), 963-1004. DOI: 10.5194/essd-15-963-2023
- Taquet, Noémie; Rivera Cárdenas, Claudia Inés; Stremme, Wolfgang; Boulesteix, Thomas; Bezanilla, Alejandro; Grutter, Michel; García Rodríguez, Omaira Elena; Hase, Frank; Blumenstock, Thomas. Combined direct-sun ultraviolet and infrared spectroscopies at Popocatepetl volcano (Mexico). *Frontiers in Earth Science*. 2023, 11, p. 1- 18. DOI: 10.3389/feart.2023.1062699
- Karagiannidis, Athanasios; Lahuerta García, José Alberto; Calbet, Xavier; Lliso Valverde, Llorenç; Lagouvardos, Konstantinos; Kotroni, Vassiliki; Ripodas Agudo, Pilar. Efficiency of the NWC SAF Version 2021 CRRPH Precipitation Product: Comparison against Previous NWC SAF Precipitation Products and the Influence of Topography Climate. 2023, 11(2), 34. DOI: 10.3390/cli11020034
- González Herrero, Sergi; Vasallo, Francisco; Bech, Joan; Gorodetskaya, Irina; Elvira Montejo, Benito; Justel, Ana. Extreme precipitation records in Antarctica. *International Journal of Climatology*. 2023, 1-14. DOI: 10.1002/joc.8020
- Córdoba-Jabonero, Carmen; Sicard, Michaël; Barreto, África; Toledano, Carlos; López-Cayuela, María Ángeles; Gil-Díaz, Cristina; García, Omaira; Carvajal-Pérez, Clara Violeta; Comerón, Adolfo; Ramos, Ramón; Muñoz-Porcar, Constantino; Rodríguez-Gómez, Alejandro. Fresh volcanic aerosols injected in the atmosphere during the volcano eruptive activity at the Cumbre Vieja area (La Palma, Canary Islands): Temporal evolution and vertical impact. *Atmospheric Environment*. 2023, 300, 119667. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2023.119667
- Milford, Celia; Torres, Carlos; Vilches, Jon; Gossman, Ann-Kathrin; Weis, Frederik; Suárez-Molina, David; García, Omaira E.; Prats, Natalia; Barreto, África; García, Rosa D.; Bustos, Juan J.; Marrero, Carlos L.; Ramos, Ramón; China, Nayra; Boulesteix, Thomas; Taquet, Noémie; Rodríguez, Sergio; López-Darias, Jessica; Sicard, Michaël; Córdoba-Jabonero, Carmen; Cuevas, Emilio. Impact of the 2021 La Palma volcanic eruption on air quality: Insights from a multidisciplinary approach. *Science of The Total Environment*. 2023, 869, 161652. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.161652
- Navas-Martín, Miguel Ángel; López Bueno, José Antonio; Ascaso Sánchez, María Soledad; Follos Pliego, Fernando; Vellón Graña, José Manuel; Mirón Pérez, Isidro Juan; Luna Rico, Yolanda; Sánchez Martínez, Gerardo; Linares, Cristina; Díaz, Julio. Heat adaptation among the elderly in Spain (1983-2018). *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023, 20(2), 1314. DOI: 10.3390/ijerph20021314
- Ruiz-Páez, R.; Díaz, J.; López-Bueno, J.A.; Asensio, C.; Ascaso, M.S.; Saez, M.; Luna, M.Y.; Barceló, M.A.; Navas, M.A.; Linares, C. Short-term effects of air pollution and noise on emergency hospital admissions in Madrid and economic assessment. *Environmental Research*. 2023, 219, 115147. DOI: 10.1016/j.envres.2022.115147
- Smith, Robert Kennedy; Chang, Der-Chen; Guijarro, José Antonio; Chen, Yiming. Quantifying the evolving role of intense precipitation runoff when calculating soil moisture trends in east Texas. *Meteorology and Atmospheric Physics*. 2023, 135, 8. DOI: 10.1007/s00703-022-00947-w
- García Cabrera, Rosa Delia; García Rodríguez, Omaira Elena; Cuevas Agulló, Emilio; Barreto Velasco, África; Cachorro, Victoria E.; Marrero, Carlos; Almansa Rodríguez, Antonio Fernando; Ramos López, Ramón; Pó, Mario. Spectral aerosol radiative forcing and efficiency of the La Palma volcanic plume over the Izaña Observatory. *Remote Sensing*. 2023, 15(1), 173. DOI: 10.3390/rs15010173
- Ruiz-Páez, R., Díaz, J., López-Bueno, J.A., Navas, M.A., Mirón, I.J., Martínez, G.S., Luna, M.Y., Linares, C. Does the meteorological origin of heat waves influence their impact on health? A 6-year morbidity and mortality study in Madrid (Spain). *Science of The Total Environment*. 2023, 855, 158900. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.158900

## Anexo 2 – Publicaciones oficiales de AEMET dentro del Programa Editorial de 2023

- AEMET, 2023: Calendario meteorológico 2024. AEMET, 342 pp.
- AEMET, 2023: Calendario meteorológico 2024. AEMET, publicación electrónica, 342 pp.
- AEMET, 2023: Guía de experimentos “Medina”. AEMET, 64 pp.
- AEMET, 2023: Informe anual 2022. AEMET, publicación electrónica, 90 pp.
- AEMET, 2023: Informe sobre el estado del clima de España 2022. AEMET, publicación electrónica, 114 pp.
- AEMET, 2023: Informe sobre el estado del clima de España 2022 (resumen ejecutivo). AEMET, publicación electrónica, 14 pp.
- AEMET, 2023: Los meteoros. AEMET, folleto desplegable en 12 cuerpos.
- AEMET, 2023: Manual de uso de términos meteorológicos. Edición 2023. AEMET, folleto, 24 pp.
- AEMET, 2023: Manual de uso de términos meteorológicos. Edición 2023. AEMET, folleto electrónico, 24 pp.
- AEMET, 2023: Selecciones del blog, AEMET 2022. AEMET, publicación electrónica, 54 pp.
- AEMET, 2023: Unidades didácticas Medina. AEMET, folleto, 50 pp.
- AEMET, 2023: Unidades didácticas Medina. AEMET, folleto electrónico, 50 pp.
- AEMET/ICOS, 2023: ICOS–Spain Activity Report 2021–2022. AEMET, publicación electrónica, 37 pp.
- AEMET/ICOS, 2023: Informe de actividades ICOS–España 2021–2022. AEMET, publicación electrónica, 37 pp.
- Correa Guinea, C. y otros, 2023: Evaluación de Métodos de Regionalización Estadística para la Generación de Proyecciones Climáticas en el Marco del PNACC–2 2021–2030. Nota técnica 41 de AEMET, 89 pp.
- De Cara García, J. A. y otros, 2023: Caracterización fenológica de la estación de Tudela de Duero (Valladolid). Nota técnica 39 de AEMET, 43 pp.
- Fernández González, S. y otros, 2023: La precipitación engelante en España: observación y predicción. Nota técnica 42 de AEMET, 44 pp.
- Romero Campos, P. M. y otros, 2023: Medida del vapor de agua integrado en columna sobre el Observatorio Atmosférico de Izaña mediante radiometría de microondas. Comparación con otras técnicas. Nota técnica 40 de AEMET, 40 pp.

## Anexo 3 – Siglas y acrónimos

- ACCORD: Consorcio para investigación y desarrollo de modelos a escala de convección
- ACOMET: Asociación de Comunicadores de Meteorología
- ADRIATIC STRIKE: Maniobras de la OTAN
- AECID: Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo
- AEMET: Agencia Estatal de Meteorología
- AERONET: AErosol RObotic NETwork
- AESA: Agencia Estatal de Seguridad Aérea
- AEWAN: Modelo de oleaje de AEMET
- AIIA: Área de Investigación e Instrumentación Atmosférica (AIIA), del INTA.
- ALCIF: Apoyo a la Lucha Contra Incendios Forestales
- AMDAR: Global Aircraft Meteorological Data Relay
- AVAC: Aviation Advisory Committee
- AVSAF: Aviation Safety (seguridad de la aviación)
- CAMS: Copernicus Atmosphere Monitoring Service
- CCA: Centro de Control de Área de ENAIRE
- CDOP 4: Continuous Development and Operations Phase, fase 4
- CEMD: Centro Español de Meteorología para Defensa
- CEPPM (ECMWF por sus siglas en inglés): Centro Europeo de Predicción del tiempo a Plazo Medio
- CIAI: Centro de Investigación Atmosférica de Izaña, de AEMET
- CIIFEN: Centro Internacional para la Investigación del fenómeno de El Niño
- CIMHET: Conferencia de Directores de Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Iberoamericanos.
- CMIP: Coupled Model Intercomparison Project
- CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
- COCCON: COllaborative Carbon Column Observing Network (Red de Observación Colaborativa de Columnas de Carbono)
- CODIA: Conferencia de Directores Iberoamericanos del Agua
- CREWS: Climate Risk and Early Warning Systems
- CRF: Centro Regional de Formación
- CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas
- DEODE : Gemelo digital de extremos
- DestinE: Destination Earth, iniciativa de la UE para crear un gemelo digital del planeta
- EMPIR-MAPP: Metrology for aerosol optical properties
- ENAIRE: Gestor de la navegación aérea en España.
- ERIC: Consorcio de Infraestructuras de Investigación Europeas
- EUMETCAST: European Organization for the Exploitation of Meteorological Cast
- EUMETNET: Agrupación de interés económico de los servicios meteorológicos de Europa
- EUMETSAT: Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos.
- FIIAPP: Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas
- FOTEX: Ejercicios de la flota
- FTIR: Espectrometría infrarroja por transformada de Fourier
- GEO: Grupo para la Observación de la Tierra
- GPU: Graphics processing unit
- HCLIM: High-Resolution Climate Mode
- HPC: High performance computing
- ICA: Índice de calidad del aire

- ICOS: Sistema europeo de Observación Integrada de Carbono.
- ICOS-ERIC: Sistema de Observación Integrada de Carbono - Consorcio de Infraestructuras de Investigación Europeas
- IFS: Integrated Forecasting System
- INTA: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
- IZO: Izaña Atmospheric Observatory
- JFX: Joint Forces Exercise
- KADI: Knowledge and Climate Services from an African Observation and Data Research Infrastructure
- MedCOF: Mediterranean Climate Outlook Forum
- MEDINA: Meteorología, Educación y Divulgación en el Ámbito Nacional
- MELO: Mauna Loa Observatory
- METEOALERTA: Plan Nacional de Predicción y Vigilancia de Fenómenos Meteorológicos Adversos
- MITERD: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
- MOCAGE: Modèle de Chimie Atmosphérique de Grande Echelle
- MSG: METEOSAT Segunda Generación
- MTG: METEOSAT Tercera Generación
- NDACC: Network for the Detection of Atmospheric Composition Change
- NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration
- OACI: Organización de Aviación Civil Internacional.
- OEP: Oferta de Empleo Público
- OFA: Organización de Formación AVSAF
- OMACC: Oficina Meteorológica en los CCA
- OMM: Organización Meteorológica Mundial.
- PAF: Plan Anual de Formación
- PEX: Programa Primera Experiencia Profesional en las Administraciones Públicas
- PIB-M: Paquete de Instrucción Básica para Meteorólogos
- SAF: Centro de Aplicaciones Satelitales (Satellite Application Facility)
- SDS-WAS: Sand and Dust Storm Warning Advisory and Assessment System (Sistema de Evaluación y Avisos de Tormentas de Polvo y Arena de la OMM).
- SEGIB: Secretaría General Iberoamericana
- SERCOM: Comisión de Servicios y Aplicaciones Meteorológicas, Climáticas, del Agua y Ambientales Afines (OMM)
- SEVIRI: Spinning Enhanced Visible and InfraRed Imager
- SIAR: Sistema de Información Agroclimática para el Regadío
- SIRIO: Maniobra militar del ejército del aire y del espacio
- SISPAIR: SISTEMA de Predicción de la calidad del Aire a nivel Regional
- SOFF: Systematic Observations Financing Facility
- TCCCON: Total Carbon Column Observing Network
- UME: Unidad Militar de Emergencias
- UWC: United Weather Centers
- VAG: Programa de vigilancia atmosférica global de la OMM

