

AEMET como proveedor del Servicio de Vigilancia y Predicción del Clima

Fernando Belda Esplugues

Director de Producción e Infraestructuras de AEMET

El objeto de la Agencia Estatal de Meteorología, adscrita al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), es el desarrollo, implantación, y prestación de los servicios meteorológicos de competencia del Estado y el apoyo al ejercicio de otras políticas públicas y actividades privadas, contribuyendo a la seguridad de personas y bienes, y al bienestar y desarrollo sostenible de la sociedad española. En relación con este objeto, le corresponden las siguientes competencias y funciones:

- a) La elaboración, el suministro y la difusión de las informaciones meteorológicas y predicciones de interés general para los ciudadanos en todo el ámbito nacional, y la emisión de avisos y predicciones de fenómenos meteorológicos que puedan afectar a la seguridad de las personas y a los bienes materiales.
- b) La provisión de servicios meteorológicos de apoyo a la navegación aérea y marítima necesarios para contribuir a la seguridad, regularidad y eficiencia del tránsito aéreo y a la seguridad del tráfico marítimo.
- c) 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.
- d) La prestación a las Administraciones Públicas, en apoyo a las políticas medioambientales, de asesoramiento científico en asuntos relacionados con la variabilidad y el cambio climático.
- e) La prestación a las Administraciones Públicas, instituciones, organismos y entidades públicas y privadas, de asesoramiento y servicios meteorológicos y climatológicos de valor añadido o susceptibles de tenerlo, adaptados a los requerimientos específicos derivados de su sector de actividad, mediante acuerdos, licencias y contratos con los mismos.
- f) El mantenimiento de una vigilancia continua, eficaz y sostenible de las condiciones meteorológicas, climáticas y de la estructura y composición física y química de la atmósfera sobre el territorio nacional.
- g) El mantenimiento y permanente actualización del registro histórico de datos meteorológicos y climatológicos.



- h) El establecimiento, desarrollo, gestión y mantenimiento de las diferentes redes de observación, sistemas e infraestructuras técnicas necesarias para el cumplimiento de las funciones de la Agencia.
- i) La realización de estudios e investigaciones en los campos de las ciencias atmosféricas y el desarrollo de técnicas y aplicaciones que permitan a la Agencia el progreso en el conocimiento del tiempo y el clima y una adecuada adaptación al progreso científico y tecnológico, necesario para el ejercicio de sus funciones y para la mejora de sus servicios, así como la colaboración con otros organismos nacionales e internacionales en el desarrollo de proyectos de I+D.
- j) El ejercicio de actividades en materia de formación, documentación y comunicación en materia meteorológica y climatológica u otras propias de la Agencia, para satisfacer las necesidades y exigencias nacionales e internacionales en dichas materias.
- k) La contribución 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.
- l) La elaboración y actualización de los escenarios de cambio climático.
- m) La realización, en el ámbito de sus competencias, de trabajos de consultoría, y asistencia técnica.

El aumento en la frecuencia de los eventos meteorológicos extremos afecta profundamente a la estructura de los asentamientos humanos, la salud de las economías nacionales y la calidad del medio natural.
Foto: Vicente González.

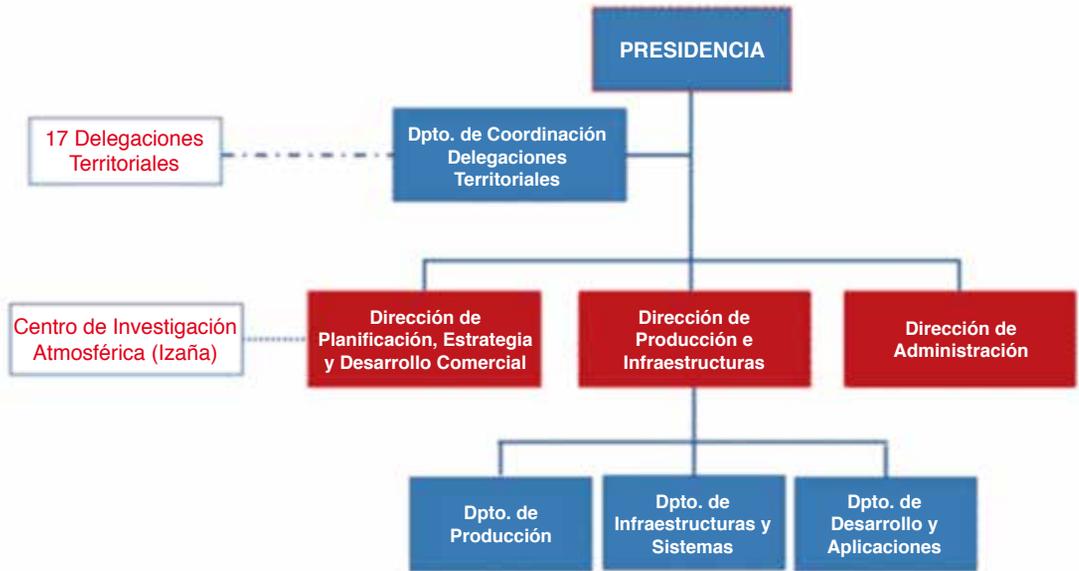


Figura 1. Estructura de la Agencia Estatal de Meteorología.

La Agencia se estructura en un primer nivel en tres direcciones y un departamento de coordinación de Delegaciones Territoriales (fig. 1).

La estructura periférica abarca a todas las Comunidades Autónomas, en la figura 2 puede observarse la estructura periférica del sistema nacional de predicción que complementa la distribución de efectivos por CCAA, genéricamente y teniendo en cuenta el servicio al usuario.

MARCO MUNDIAL DE SERVICIOS CLIMÁTICOS (MMSC). (WMO, 2012)

En la Tercera Conferencia Mundial del Clima, celebrada en el año 2009, los gobiernos decidieron establecer un Marco Mundial de Servicios Climáticos (MMSC). A comienzos de 2010, un equipo especial de expertos de alto nivel fue encargado de desarrollar una propuesta con los principales elementos para el funcionamiento y el modelo de gobierno del MMSC. Esta propuesta fue adoptada por el decimosexto Con-



Figura 2. Estructura periférica de predicción operativa de AEMET.

greso de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) celebrado en mayo de 2011. A finales del mes de octubre de 2012, tuvo lugar una sesión extraordinaria del Congreso de la OMM en el que se adoptó el Plan de Ejecución en la que se aprobaron el modelo de gobierno y el presupuesto del MMSC, preparados desde el Cg-XVI.

La visión del MMSC es “una sociedad que gestione mejor los riesgos y oportunidades vinculados a la variabilidad y el cambio climático desarrollando e incorporando información y predicciones climáticas con base científica en la planificación, en las políticas y en la práctica”.

Los elementos básicos del MMSC son un conjunto de ocho principios que guían el marco, cinco pilares o componentes que lo conforman y cuatro áreas prioritarias de actuación.

Los ocho principios en los que se basa el marco son los siguientes:

Principio 1. Será prioritario el desarrollo de capacidad en los países menos desarrollados.

Principio 2. La meta será asegurar la disponibilidad, acceso y uso de los servicios climáticos en todos los países.

Principio 3. Habrá tres ámbitos geográficos de actuación: mundial, regional y nacional.

Principio 4. El elemento central del MMSC son los servicios climáticos operativos.

Principio 5. Los servicios climáticos son un bien público internacional ofrecido por los gobiernos.

Principio 6. El marco promoverá el intercambio libre y abierto de los datos, herramientas y métodos.

Principio 7. El papel del MMSC será facilitar y fortalecer, no duplicar.

Principio 8. El MMSC se construirá mediante la asociación de usuarios y proveedores.

Los cinco pilares o componentes esenciales del MMSC necesarios para hacer posible la producción y difusión de servicios climáticos son:

- La Plataforma Interfaz de Usuarios (PIU). Constituye el medio de interacción estructurado entre usuarios, investigadores del clima y proveedores de datos e información climática. Su objetivo es asegurar que se genera información climática adecuada que se pueda utilizar para la toma de decisiones.
- El Sistema de Información de Servicios Climáticos (SISC). Es el principal mecanismo para que, de forma rutinaria, la información climática (sobre el tiempo pasado, actual y futuro) se recoja, almacene, procese y difunda en forma de productos y servicios que contribuyan a la toma de decisiones.
- El pilar de Observaciones y Vigilancia (OyV). Este pilar asegura que se tomen, gestionen y difundan las observaciones climáticas necesarias para satisfacer las necesidades de los usuarios finales. También se encarga de que se elaboren productos básicos de vigilancia del clima a partir de estas observaciones.
- El pilar de Investigación, Modelización y Predicción (IMP). Este componente promueve la investigación para mejorar de forma continua la calidad científica de la información climática. Asimismo, apoya el desarrollo y mejora de métodos y herramientas que faciliten la transición de los desarrollos científicos a servicios climáticos operativos para aplicaciones prácticas.
- El Desarrollo de Capacidad. Este pilar contempla el fortalecimiento de las capacidades necesarias en los cuatro pilares anteriores y más ampliamente los requerimientos básicos (políticas y legislación nacionales, institu-



Figura 3. Esquema ilustrativo de los pilares del MMSC y sus vínculos con las comunidades de usuarios.

ciones, infraestructura y personal) para que existan las actividades relacionadas con el MMSC.

Los pilares OyV y IMP constituyen la infraestructura básica del pilar del SISC. Este componente y la PIU son los que materializan la interacción con los usuarios. El pilar de desarrollo de capacidad involucra a los otros cuatro pilares. La Figura 3 muestra esquemáticamente los cinco pilares del MMSC y sus vínculos con varias comunidades de usuarios.

El Plan de Ejecución del MMSC señala cuatro áreas prioritarias de actuación para la provisión de servicios climáticos en los próximos años: *agricultura y alimentación, salud, reducción del riesgo de desastres naturales y recursos hídricos*. Estos sectores se corresponden con una mejor cobertura de las necesidades básicas de los ciudadanos. En algunos países, como por ejemplo los más desarrollados, en los que ya se dispone de servicios climáticos apropiados en estos ámbitos, es posible que existan otros en los que

sea necesario mejorar sustancialmente su capacidad.

AEMET Y EL MMSC

Los fenómenos meteorológicos y climáticos presentan una acusada incidencia en todos los sectores de la sociedad y de la economía. Los eventos meteorológicos afectan profundamente a la estructura de los asentamientos humanos, la rutina de la vida cotidiana, la salud de las economías nacionales y la calidad del medio natural. Los Servicios Meteorológicos Nacionales (SMN) constituyen por ello un elemento clave de las infraestructuras que satisfacen las necesidades vitales de los Estados en un entorno definitivamente globalizado y sin fronteras (WMO, 2012).

En la actualidad uno de los grandes retos que tienen los Servicios Meteorológicos es tener la capacidad suficiente para dar productos y servicios meteorológicos y climáticos con

valor añadido útiles para la correcta toma de decisiones a diferentes escalas. La demanda de la sociedad por un servicio meteorológico de calidad y ágil sigue aumentando a la misma velocidad que las nuevas tecnologías van permitiendo la transmisión de información en tiempo real y en cualquier lugar (Belda, 2015).

La gestión de gran cantidad de información y el desarrollo de herramientas eficientes para la extracción de información y del conocimiento son un desafío para los propios Servicios Meteorológicos. Cuando nos referimos a información meteorológica estamos hablando de observaciones, imágenes de satélites, imágenes de radares meteorológicos, predicciones meteorológicas, avisos de fenómenos adversos, modelos numéricos meteorológicos, modelos climáticos..., información que debe ser procesada a diferentes niveles dependiendo de las necesidades del usuario (Belda, 2015).

Sistemas de información, Minería de datos o Big Data, son conceptos que hacen referencia al manejo de grandes cantidades de datos y a los procedimientos y herramientas utilizadas para encontrar patrones repetitivos que nos

sirvan para generar modelos predictivos que faciliten la generación de productos requeridos por la sociedad y de fácil uso (plataformas web, informes, estadísticas...). (Belda y Penadés, 2010).

La correcta predicción y detección de los fenómenos meteorológicos adversos, la elaboración de eficientes sistemas de alerta temprana conlleva el manejo de una gran cantidad de información que debe ser analizada correctamente.

Para una adecuada generación de productos y servicios, su gestión y difusión, la AEMET divide su cadena de producción en tres sistemas principales (figura 4): el sistema nacional de observación (SNO), el sistema nacional de predicción (SNP) y el sistema nacional de vigilancia y predicción del clima (SNVyPC) y dos sistemas de apoyo, el sistema nacional de I+D+i (SNI+D+i) y el sistema nacional TIC (SNT).

La generación de la información está focalizada a los sectores que son sensibles a las condiciones meteorológicas, a la variabilidad del clima y al cambio climático. Destacar la agricultura y la seguridad alimentaria; la protección de vidas

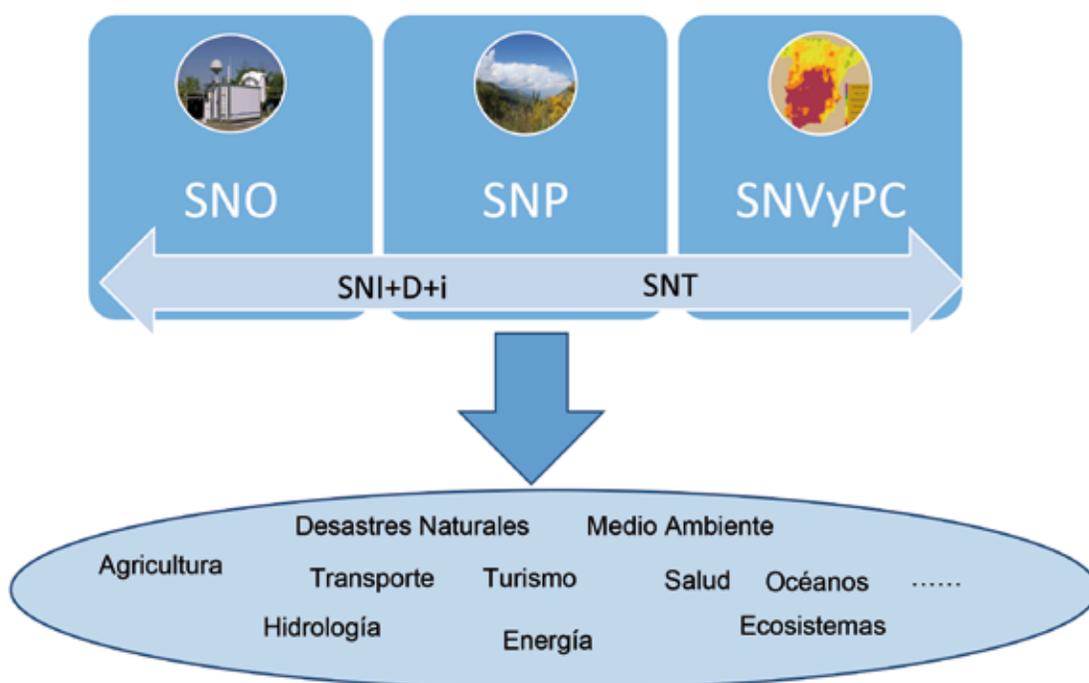


Figura 4. Visión general del sistema de información meteorológica y climatológica de la AEMET. Generación de productos y servicios para diferentes sectores.



Figura 5.
Estaciones
meteorológicas
automáticas.

y bienes; la reducción de riesgos de desastre; los ecosistemas y el medio ambiente; la energía; la salud; las grandes ciudades; los océanos y litorales; el turismo; el transporte y los recursos hídricos...

La presencia de AEMET en todas las CC. AA. le permite asesorar e interactuar más directamente con los usuarios con procedimientos de apoyo y alternativos entre delegaciones territoriales y servicios centrales (PIU). Relacionadas directamente con el pilar de OyV está el SNO, SNP. Las principales infraestructuras de AEMET en esta componente del MMSC son sus redes de observación que cubren de forma homogénea el territorio nacional, los procedimientos de calibración de su instrumentación, sus sistemas TIC que soportan la operación de las redes, el Banco Nacional de Datos Climatológico que constituye el registro histórico de datos climáticos observados en las estaciones convencionales, y el sistema de archivo de datos meteorológicos (SSDM).

En el pilar de OyV las asociaciones se mantienen fundamentalmente en el ámbito de la observación, sobre todo a nivel internacional (a través de OMM, EUMETSAT y EUMETNET).

A nivel nacional, AEMET mantiene colaboraciones con varios organismos que operan redes de estaciones de superficie (meteorológicas y oceanográficas) a nivel estatal y de cuenca hidrográfica y, en menor medida, autonómicas. También se coopera con instituciones en el ámbito de las medidas radiométricas y de calidad del aire.

Los procesos de vigilancia climática están relacionados con el SNVyPC y SNI+D+i, se generan informes de vigilancia del clima nacionales con periodicidad semanal, mensual, estacional y anual mediante técnicas de interpolación referenciadas. De forma automática se elabora información diaria sobre valores extremos superados y otros productos de seguimiento para confirmación y estudio de fenómenos meteorológicos recientes.

La componente IMP está relacionada plenamente con el SNI+D+i, focalizada fundamentalmente a desarrollo e innovación dedicado a temas de medio ambiente, así como líneas de investigación en áreas relacionadas con los escenarios de cambio climático, estudios de registros históricos y variabilidad del clima y predicción estacional. Las investigaciones que

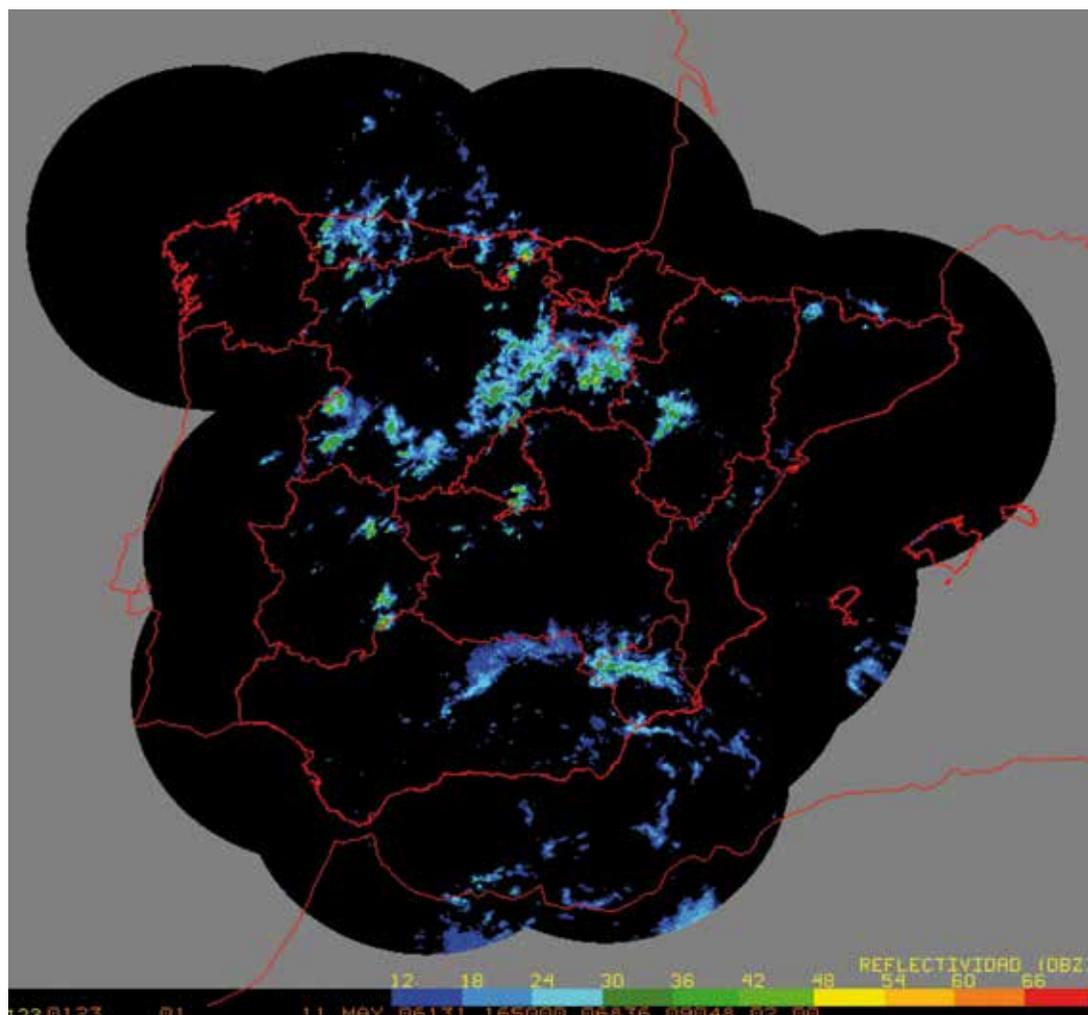


Figura 6. Composición nacional de imágenes radar.

se llevan a cabo en el resto de áreas temáticas se basan en el uso de observaciones y modelos. Se utilizan las series de datos del Banco Nacional de Datos Climatológicos y reanálisis globales y nacionales.

Se tiene acceso a las salidas de modelos climáticos y de predicción estacional globales y se trabaja con técnicas de reducción de escala estadísticas y dinámicas basadas en modelos que también se utilizan para predicción numérica del tiempo. Se participa en el desarrollo y ejecución de un modelo global del sistema Tierra y se llevan a cabo colaboraciones para la generación de escenarios regionalizados de cambio climático oceánicos. Se realizan trabajos de validación y evaluación objetiva de los modelos numéricos en periodos en los que se dispone

de registros de observaciones y de tiempo pasado. Se utilizan ensembles para obtener una expresión de incertidumbre.

En medio ambiente se trabaja con las observaciones (SNO,SNI+D+i) de un completo programa de medidas de las redes especiales y del observatorio de Izaña, y se desarrolla y ejecuta un modelo de transporte químico que simula las reacciones que ocurren entre los componentes atmosféricos en la troposfera y en la estratosfera.

Las infraestructuras TIC (SNT) de AEMET soportan parte de las necesidades de supercomputación y archivo. El resto se obtiene de los recursos a los que se tiene acceso por la pertenencia al CEPPM.



Figura 7. Red radiométrica nacional.

La componente de IMP es en la que se da, con diferencia, un mayor grado de colaboración tanto a nivel internacional como nacional. En el ámbito de medio ambiente (sin tener en cuenta modelización) predominan las asociaciones con otros organismos españoles, sin embargo en todos los tipos de modelización se coopera con instituciones europeas.

SISTEMA NACIONAL DE OBSERVACIÓN (SNO)

La componente de observación proporciona de forma regular una amplia gama de medidas estandarizadas de diferentes propiedades físico-químicas de la atmósfera.

El SNO agrupa todas las redes de observación de la AEMET, su gestión, mantenimiento y calibración así como los controles de calidad generando un volumen de datos al Banco Nacional de Datos Climatológicos del orden de 2000 millones de datos horarios y de 2500 millones de datos diezminutales.

Una red de observación con 90 observatorios con personal propio, 850 estaciones automáticas de observación (figura 5), 7 estaciones de radiosondeo en tierra, 1 en el buque “Esperanza del Mar” y 2 en las oficinas meteorológicas móviles de Defensa. Red de 15 radares meteorológicos con capacidad doppler, red de detección de rayos con 15 equipos detectores en la Península y 5 en las Islas Canarias (figura 6), red de 2430 estaciones pluviométricas y termopluviométricas atendidas por colaboradores altruistas y una amplia red de observación de la composición atmosférica y radiación solar (figura 7). En la tabla 1 se resumen las características de las mismas.

SISTEMA NACIONAL DE PREDICCIÓN (SNP)

Una de las funciones principales de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) consiste en suministrar información y servicios que permitan a los gobiernos y a las demás partes interesadas minimizar los costes de los desas-

Tabla 1: Redes de observación meteorológica

Tipo de Red	Número de estaciones	Distancia entre estaciones	Instrumentación	Frecuencia de datos
Red sinóptica básica regional	36 (9 GCOS/GSN)	150 km	Estación meteorológica semiautomática	Horaria
Estaciones de Radiosondeo	8 (2 GCOS/GUAN)	300 km	5 Autosondas	00 and 12UTC
ASAP y VOS	1	Área costera de Mauritania	Estación automática	Sondeo a las 12UTC Cada tres horas: SHIP
Red Climatológica Básica Regional	54		Manual y estaciones automáticas	Climat Climat temp
Red mesoescalar	282	30-80 km	64 Estaciones semiautomáticas 218 Estaciones automáticas	Cada 10 minutos
Red climatológica ordinaria nacional	2423	Criterios climatológicos nacionales	Manual 555 AWS	Mensual

tres naturales, mediante la realización de actuaciones preventivas ante los fenómenos meteorológicos adversos y la mitigación de sus posibles efectos. El objetivo fundamental del SNP es la elaboración de esta información en el corto (1-3 días), medio (5-6 días) y largo plazo (7-10 días).

Se considera fenómeno meteorológico adverso a todo evento atmosférico capaz de producir, directa o indirectamente, daños a las personas o daños materiales de consideración. En sentido menos restringido, también puede considerarse como tal cualquier fenómeno susceptible de alterar la actividad humana de forma significativa en un ámbito espacial determinado. En consecuencia pueden resultar adversas, por sí mismas, aquellas situaciones en las que algunas variables meteorológicas alcanzan valores extremos. También pueden ser potencialmente adversas aquellas situaciones susceptibles de favorecer el desencadenamiento de otras adversidades, aunque éstas no tengan, intrínsecamente, carácter meteorológico.

La evolución de las modernas técnicas meteorológicas permite generar información sobre la ocurrencia de este tipo de fenómenos con una alta resolución espacial y temporal

y también cuantificar con mayor precisión y fiabilidad la intensidad de los fenómenos en cuestión.

De acuerdo con todo ello, el Instituto Nacional de Meteorología (INM), precursor de AEMET ha venido desarrollando, desde la década de los 80, diversos planes operativos tendentes a facilitar la mejor información posible sobre la predicción y vigilancia de este tipo de fenómenos. A los primitivos planes PREVIMET siguió, desde mediados de los 90, el denominado Plan Nacional de Predicción y Vigilancia de Fenómenos Adversos (PNPVFA). Con la intención de mejorar este plan y para satisfacer de modo armónico los requerimientos del proyecto europeo Metealarm, se lanzó en junio de 2006 este nuevo plan, denominado Plan Nacional de Predicción y Vigilancia de Meteorología Adversa: Metealerta.

El objeto del plan es facilitar a todos los ciudadanos y a las instituciones públicas, muy singularmente a las autoridades de Protección Civil, la mejor y más actualizada información posible sobre los fenómenos atmosféricos adversos que se prevean así como mantener una información puntual de la evolución de los mismos, una vez que se ha iniciado su desarrollo. Esta información, recogida en los



Figura 8. Estructura del Sistema Nacional de Predicción de AEMET.

boletines de avisos, se distribuye a las autoridades responsables de Protección Civil, así como a los distintos medios informativos. También aparece en la propia página Web de AEMET.

El Plan establece qué fenómenos y qué cantidades o intensidades de sus variables meteorológicas asociadas se consideran, no solamente inusuales desde el punto de vista climatológico, sino también lo suficientemente adversas como para que puedan afectar seriamente a la población, al no estar preparada para las mismas.

Con tal fin y para discriminar en la medida de lo posible la mayor peligrosidad del fenómeno –y por tanto su posible adversidad– se establecen, para cada uno de ellos, tres umbrales específicos, lo que a su vez da origen a cuatro niveles definidos por colores, el primero de los cuales, identificado con el color verde, implica la no existencia de aviso; los tres niveles siguientes, con los que se corresponden los umbrales citados, identificados por los colores amarillo, naranja y rojo respectivamente, son ya niveles de alerta, aunque solamente se generará un boletín específico de aviso cuando

se prevea la superación de umbrales de los dos últimos niveles (naranja y rojo).

La estructura del SNP está basada en la especialización del usuario y en la influencia de factor geográfico en la meteorología (figura 8), en concreto a los cuatro sectores de usuarios prioritarios de AEMET, a saber, Prevención de desastres naturales (fenómenos meteorológicos adversos), aeronáutica, marítima, montaña y defensa.

En este sentido, para la meteorología marítima se establecen dos zonas: el Atlántico y el Mediterráneo.

Para el grupo especializado en la atención a sector de usuarios de meteorología de montaña y nivología se establece una única zona que comprende las principales cordilleras del territorio nacional: Picos de Europa, Pirineo Navarro, Pirineo Aragonés, Pirineo Catalán, Ibérica Aragonesa, Ibérica Riojana, Sierra de Gredos, Sierras de Guadarrama y Somosierra, y Sierra Nevada.

Para el grupo de meteorología aeronáutica de aeródromo se establecen 5 zonas: Norte, In-



Figura 9. Mapas previstos de riesgos de incendios.

terior, Este, Sur y Canarias. En general, cada uno de estos 5 subgrupos es responsable de la prestación de servicios a los aeródromos de su zona.

Para el grupo de fenómenos meteorológicos adversos se establecen 6 zonas: Norte, Interior-Norte, Interior-Sur, Este, Sur y Canarias.

Para la meteorología aeronáutica de área, el territorio nacional se subdivide en 2 zonas: una para el FIR de Canarias y otra para los FIR de Madrid y Barcelona, se establecen dos subgrupos funcionales de meteorología de área.

SISTEMA NACIONAL DE VIGILANCIA Y PREDICCIÓN DEL CLIMA (SNVYPC)

La variabilidad del clima y el cambio climático son fenómenos a los que hay que hacer frente y adaptarse cotidianamente. La sociedad siempre ha tenido que afrontar la variabilidad del clima, sobre todo los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos. La combinación de los efectos del cambio climático y la vulnerabilidad y exposición cada vez mayores a condiciones adversas debido a las migraciones, el desarrollo de infraestructuras y los cambios en el uso

de las tierras constituyen retos sin precedentes para la sociedad (WMO, 2012).

Aunque gran parte de las capacidades e infraestructura básicas de los servicios climáticos ya existen en AEMET, se está trabajando en mejorar los mismos, principalmente reduciendo la incertidumbre en algunos productos y la puesta en marcha de procedimientos de verificación sistemática de los productos emitidos incorporando información procedente de reanálisis y de teledetección.

La investigación en productos de modelización, predicción estacional, mensual y de la calidad del aire están siendo desarrollados bajo proyectos de carácter nacional e internacional evaluando el impacto de las predicciones en el usuario final. Los escenarios de cambio climático han sido promovidos por el PNACC.

La prestación de servicios climáticos supone elaborar y poner a disposición de los usuarios una serie de productos de información histórica, en tiempo real y anticipada sobre la variabilidad del clima y el cambio climático junto con información sobre sus repercusiones. Estos productos van acompañados de ayuda para interpretarlos y determinar una serie razonable de decisiones posibles al tiempo que permiten intercambiar comentarios para encontrar siem-

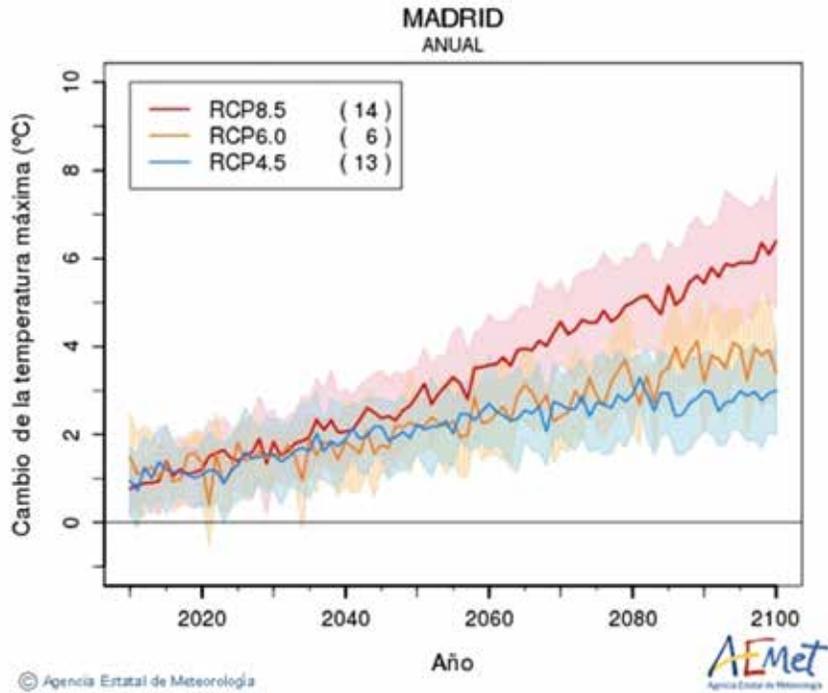


Figura 10. Proyección de cambio de temperatura máxima en el siglo XXI.

pre maneras de mejorar los servicios climáticos (SISC).

En AEMET hemos definido cuatro componentes que nos permiten completar la prestación meteorológica y climatológica:

1. Conservación de la memoria del clima. Conservar a largo plazo todo tipo de datos y productos climáticos. Desde la captura y rescate de los datos de observación y de productos climáticos, hasta su almacenamiento en archivos y bases de datos permanentes.
2. Vigilar el clima. La Vigilancia del Clima es el proceso de describir, a través del análisis de los datos de observación, las características de los estados pasados y actuales del clima sobre dominios y períodos especificados. Desde el cálculo de valores climáticos de referencia hasta la elaboración de productos de vigilancia climática (figura 9).
3. Predecir el clima. Elaborar predicciones climáticas desde la escala mensual en adelante y proyecciones de cambio climático a escala secular. Desde las predicciones mensuales a

las proyecciones de cambio climático (figura 10).

4. Prestar servicios climáticos: Poner a disposición de los usuarios de organismos gubernamentales, del público general, de círculos académicos y de un conjunto diverso de usuarios especializados, productos e información climática adaptados a una gama de contextos sociales, económicos y medioambientales con asesoría sobre su interpretación y uso. Desde el suministro de datos de los archivos climáticos hasta la prestación de servicios especializados para sectores especializados, incluida la asesoría sobre su uso (figura 11).

CONCLUSIONES

Los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos presentan un acusado impacto socioeconómico a todos los sectores de la sociedad. El aumento en la frecuencia de los eventos meteorológicos extremos afecta profundamente a la estructura de los asentamientos humanos, la rutina de la vida cotidiana, la salud de las economías nacionales y la calidad del medio natu-

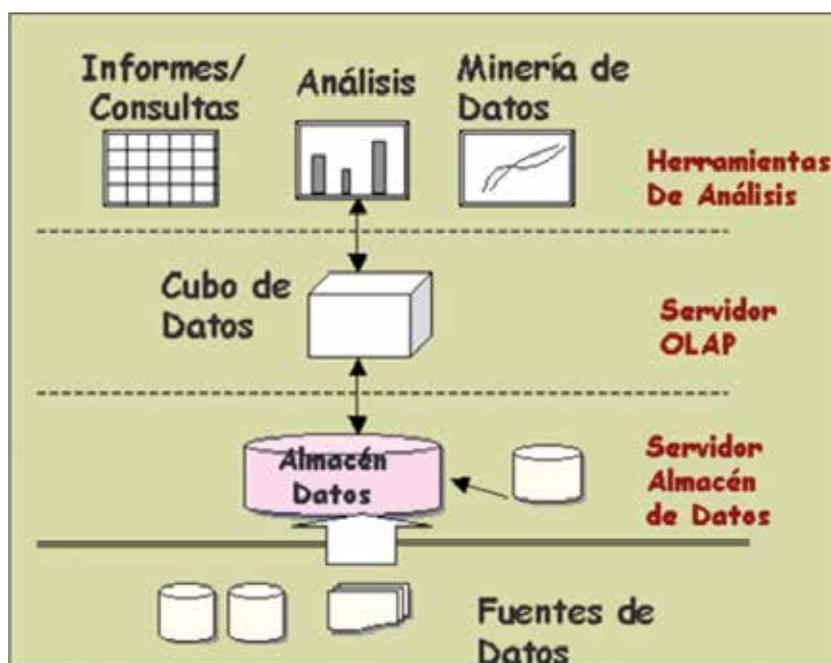


Figura 11. Arquitectura de 3 niveles del almacén de datos para la prestación de los servicios climáticos. (Penadés, 2005).

ral. Afectan por tanto a la vulnerabilidad ante futuros fenómenos climáticos extremos, modificando la resiliencia, la capacidad para enfrentar los problemas y la capacidad de adaptación.

La OMM, aprobando el plan de implementación del MMSC, establece los principios y marca las líneas de actuación para el desarrollo de un sistema de información climatológica eficiente y ágil enfocada a los sectores de beneficio social como los recursos hídricos, prevención de desastres naturales, salud, agricultura y alimentación.

La gestión de gran cantidad de información y el desarrollo de herramientas eficientes para la extracción de información y del conocimiento son un desafío para los propios Servicios Meteorológicos.

La información proporcionada por la AEMET dispone de la infraestructura necesaria para proveer los servicios meteorológicos y climáticos requeridos por la sociedad. Existe una infraestructura territorial que desempeña un papel clave para generar productos climáticos. La presencia de AEMET en todas las CC. AA. le permite asesorar e interactuar más directamente con los usuarios.

AEMET cuenta con sistemas TIC (SNT) atendidos permanentemente e información muy completa. Un SNO con observatorios centenarios y registros desde 1893. Un SNP consolidado y un plan meteoalerta en constante operación y actualización. EL SNI+D+i que permita la investigación y el desarrollo en cualquier campo del medio ambiente, variabilidad del clima y Cambio climático. El SNVyPC que permite la homogeneización de procedimientos, la generación consistente de productos para la vigilancia del clima y la elaboración de proyecciones climáticas para el siglo XXI. ❀

BIBLIOGRAFÍA

- AEMET (2008). Estatuto de la Agencia Estatal de Meteorología. BOE 14 de febrero de 2008.
- Belda F and M.C Penades. (2010) "Applying Data-Minig techniques to study drought periods in Spain". 10th Annual Meetings of the EMS/8th ECAC. Vol. 7. EMS2010-444.
- Belda, F (2015). Big data y servicios climáticos. *Revista de ciencias y humanidades*. Fundación Ramón Areces.
- Penadés, M.C. (2005) "Workflow Mining". *Minería de Datos: Técnicas y Aplicaciones*. Ediciones de la UCLM, 187-212.
- WMO (2012). *The Journal of World Meteorological Organization*. Nº 61(2).