

LA AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA Y EL PRTR: RADARES, SERVICIOS CLIMÁTICOS Y MÁS

Observar el cielo para decidir en la tierra

Yolanda Luna Rico

Jefa del Departamento de Desarrollo y Aplicaciones de la AEMET

Eroteida Sánchez García

Vocal asesora de Presidencia AEMET

La Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) es la institución adscrita al Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico dedicada a prestar servicios meteorológicos; es el Servicio Meteorológico Nacional y también es la Autoridad Meteorológica del Estado. Su objetivo básico es la predicción meteorológica (popularmente conocida como la predicción del tiempo) y la vigilancia de fenómenos meteorológicos adversos, para contribuir a la protección de las vidas y de los bienes de las personas. Para ello, tiene presencia en todo el Estado, con delegaciones territoriales en cada comunidad autónoma.

El trabajo de la AEMET pone de manifiesto la importancia de la tecnología, de la ciencia y de los datos científicos en la toma de decisiones (a todos los niveles y en todos los ámbitos en los que el dato meteorológico y climático sea relevante).

AEMET participa en el PRTR con un presupuesto de poco más de 150 millones de euros centrado en la modernización de las redes de observación meteorológica y en la digitalización de los procesos de producción para el desarrollo de servicios meteorológicos inteligentes, en un contexto en el que el estudio del cambio climático es fundamental. En concreto, cabe destacar la inversión del PRTR en tres ámbitos: los radares meteorológicos, junto con la renovación de la red de estaciones automáticas, los servicios climáticos y las investigaciones en torno a la calidad del aire y el cambio climático. Cada uno de estos ámbitos nos acercan a la riqueza e importancia de las funciones que desarrolla esta Agencia, que es mucho más que la ‘Agencia del tiempo’.

Los radares meteorológicos

La observación de la atmósfera y el interés por el tiempo atmosférico son tan antiguos como la propia humanidad. El término “Meteorología” lo introdujo el filósofo griego Aristóteles construido a partir de las palabras griegas *meteoro* (alto en el cielo) y *logos* (conocimiento, tratado), pero no fue hasta el siglo XVIII cuando se empezó a desarrollar una actividad meteorológica más o menos organizada, basada en los instrumentos que se desarrollaron el siglo anterior para medir las variables meteorológicas (como el termómetro, que inventó Galileo Galilei en 1607, o la invención del barómetro y del anemómetro) y en el auge de la navegación que necesitaba de estos conocimientos y que realizaba sus propias observaciones sobre la atmósfera y su evolución.

Así empezaron a desarrollarse redes de observatorios que, con el desarrollo de sistemas de comunicación a distancia (el telégrafo, invención de mediados del siglo XIX) fue aprovechado por la meteorología para transmitir y recopilar con rapidez las observaciones.



Con los recursos del PRTR se está ampliando y renovando la red de radares

Actualmente, las redes de observación de los datos del estado de la atmósfera están en constante modernización y ofrece una imagen permanentemente actualizada de nuestra atmósfera, en la que los satélites (como el famoso METEOSAT) y los radares meteorológicos constituyen fuentes de observación y de vigilancia continua, especialmente ante fenómenos adversos. Los datos científicos que se recogen en las redes de observación son la base de todo el trabajo meteorológico (el estudio inmediato de la atmósfera) y climático (estudio a lo largo del tiempo), con archivos informatizados que recogen datos de observaciones desde finales del siglo XVIII de AEMET.

AEMET cuenta con una red de 15 radares meteorológicos que se emplean para detectar en tiempo real la precipitación: posicionarla en el espacio, tanto en superficie como en altura y vigilar su evolución y trayectoria, lo que permite el procesamiento de una ingente cantidad de datos e inferir pronósticos inmediatos, en lo que los meteorólogos llaman “*now-casting*”.

Sin embargo, esta red nacional presentaba ciertos vacíos de cobertura y no disponía de tecnología capaz de distinguir los tipos de precipitación (lluvia, nieve, granizo...), es por lo que —con los recursos del PRTR— se está ampliando y renovando la red de radares, con la ejecución de hasta tres nuevos radares y la mejora de todas las infraestructuras de los existentes, incluida el salto a la tecnología de polarización dual que permite la discretización del tipo de precipitación. Las obras de ampliación y renovación de los radares tienen una planificación compleja y están sujetas a restricciones para asegurar el mayor grado de operatividad



Instrumentación de la red COCCON-España para la medida de GEIs en el Observatorio Atmosférico de Izaña (Tenerife)

en su funcionamiento y poder recabar los datos del radar que se está modernizando con los radares operativos contiguos (por eso las obras de ampliación y renovación no pueden acometerse de forma simultánea).

La observación y recogida de estos datos que proporcionan los radares meteorológicos son la base de los sistemas de predicción, como las predicciones a muy corto plazo para analizar la vulnerabilidad ante fenómenos adversos y, en su caso, la advertencia de riesgos mediante el sistema de Metealert.

Los servicios climáticos

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) define los servicios climáticos como “la información climática preparada y suministrada para satisfacer las necesidades de las personas usuarias”. Es decir, los servicios climáticos constituyen el proceso mediante el cual se proporciona información sobre el clima de modo que contribuya a que las personas y las organizaciones adopten decisiones fundamentadas en datos científicos para adaptarse al cambio climático.

Con los recursos del PRTR asignados a AEMET y con la colaboración del Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), se están desarrollando 10 servicios climáticos sobre:

—**Datos de predicción estacional para predecir el comportamiento climatológico** más probable de los próximos meses: se desarrollará un sistema interactivo de visualización, consulta y análisis de las predicciones estacionales generadas en AEMET y por parte del sistema europeo Copernicus. El sistema presentará las predicciones regionalizadas incluyendo información de la verificación para diferentes regiones y agregaciones espaciales (CC AA, provincias, municipios) o pinchando en un punto de la rejilla.

—**Riesgo de incendio meteorológico:** se desarrollará un sistema de información del riesgo de incendio basado en índices a partir de información en tiempo real de las redes de observación meteorológica, y alimentado por información de la predicción meteorológica a corto plazo.

—**Sequía meteorológica:** se desarrollará un sistema de predicción de sequías a escalas que van de la semanal a la estacional, e incorporarlo al actual sistema de monitorización de la sequía en España ya disponible en AEMET. (https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/monitor_sequia_met)

—**Agro-climatología:** se desarrollará un sistema de información agrometeorológica basado en índices climáticos específicos para los cultivos más importantes, utilizando datos a tiempo real de las redes de observación meteorológica e información histórica

—**Monitorización del cambio climático a través de indicadores:** se generará una amplia batería de indicadores climáticos que resulten útiles para diferentes sectores de actividad, incluyendo agricultura, reducción del riesgo de desastres, energía, salud, agua y otros sectores socioeconómicos como el turismo o el sector del seguro.

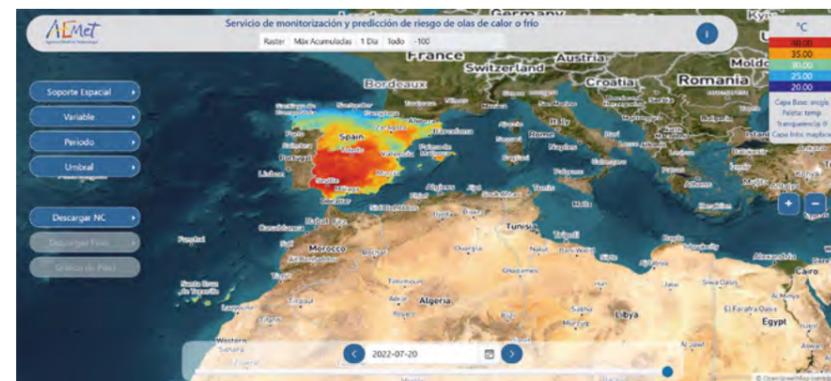
—**Eventos extremos de temperatura:** se desarrollará un sistema de información de olas de frío y calor en base a duración/frecuencia y extensión espacial de extremos de temperatura incluyendo un sistema de monitorización y alerta temprana de extremos de temperatura con una frecuencia de actualización diaria y que incluirá información a partir de observaciones y modelos de predicción a corto plazo.

—**Eventos de precipitación extrema:** se desarrollará un sistema de información de eventos de precipitación intensa. El sistema tendrá una frecuencia de actualización diaria y contendrá información en valores absolutos (volumen de agua precipitada por unidad de superficie), y también estandarizados o probabilísticos.

—**Monitorización y predicción del viento:** se desarrollará un sistema de información de viento útil para el sector energético a partir de información histórica, monitorización en tiempo real a partir de las observaciones, alerta temprana a partir de los datos de predicción a corto



Instrumentación de la red COCCON-España para la medida de GEIs en el Observatorio Atmosférico de Izaña (Tenerife)



Visores de los servicios climáticos de riesgo de incendio meteorológico y de olas de frío y calor

plazo, predicción estacional e información sobre las proyecciones a largo plazo.

—**Monitorización y predicción de la radiación solar:** se desarrollará, al igual que para el viento, un visor de radiación útil para el sector energético con climatologías e índices de radiación permitiendo un seguimiento a tiempo real tanto desde el punto de vista de la salud humana como de la producción eléctrica.

—**Atribución de extremos al cambio climático:** se desarrollará un sistema ágil de atribución de extremos térmicos a la situación actual de cambio climático a partir de información histórica basada en rejillas de observación y campos dinámicos procedentes de reanálisis.

IA para investigar la calidad del aire

AEMET también tiene encomendada una línea de trabajo de I+D+I en el desarrollo de técnicas y aplicaciones para mejorar el conocimiento del tiempo y el clima, también del medio ambiente atmosférico, como es la calidad del aire.

AEMET presta un servicio fundamental en el campo aeronáutico y marítimo

Junto al Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación (BSC- CNS) y en el marco del PRTR, se está llevando a cabo el proyecto RESPIRE, en el que se están desarrollando sistemas para cuantificar las emisiones de contaminantes atmosféricos y de gases de efecto invernadero derivadas de las actividades humanas en España. Estos sistemas generan datos clave para la investigación y para apoyar la toma de decisiones en medidas de mitigación de la contaminación atmosférica y del cambio climático a nivel local y nacional. Además, el proyecto integra técnicas de inteligencia artificial (IA) para la mejora de la estimación de emisiones y de la precisión de modelos de predicción, contribuyendo al desarrollo de futuras políticas ambientales.

El proyecto RESPIRE tiene dos pilares fundamentales:

1. Cuantificar en detalle las emisiones de contaminantes atmosféricos para su modelización, permitiendo la evaluación y predicción a corto plazo de contaminantes regulados para informar a las partes interesadas y proteger la salud pública.

Con estas actuaciones se pretende mejorar la predicción de la calidad del aire de AEMET y facilitar información para las políticas de calidad del aire en el marco de la Directiva Europea de Calidad del Aire.

2. Cuantificar y monitorizar la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI) en España. Se trata de la cuantificación precisa de los flujos de dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄) mediante la integración de datos de actividad y técnicas de observación avanzadas, proporcionando a las entidades competentes información práctica de alta

RESPIRE cuantificará las emisiones de contaminantes atmosféricos y de gases de efecto invernadero

SISTEMAS DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS EN ALTA RESOLUCIÓN PARA LA MODELIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE Y LA MONITORIZACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN ESPAÑA

Quiénes somos
El Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación (BSC) y la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) colaboran en el proyecto "Sistemas de emisiones atmosféricas en alta resolución para generar los escenarios de modelización y monitorización" (High Resolution Air Emissions System for support modeling and monitoring efforts, RESPIRE). La iniciativa se centra en la elaboración de escenarios precisos de emisiones para la modelización de la calidad del aire y la monitorización de gases de efecto invernadero (GEI) en España.

El reto que abordamos
La calidad del aire y el cambio climático afectan significativamente a la salud, al bienestar y al desarrollo económico. Para hacer frente a este desafío, es fundamental comprender adecuadamente las emisiones atmosféricas de origen humano, que son las principales responsables de la contaminación atmosférica y del calentamiento global.

Nuestro proyecto RESPIRE
RESPIRE desarrolla sistemas que permiten cuantificar en detalle las emisiones de contaminantes atmosféricos y GEI derivadas de las actividades humanas en España. Estos sistemas generan datos clave para la investigación y para apoyar la toma de decisiones en materia de mitigación de la contaminación atmosférica y del cambio climático a nivel local y nacional.

Además, el proyecto integra técnicas de inteligencia artificial (IA) para la mejora de la estimación de emisiones y de la precisión de modelos de predicción, considerando el desarrollo de futuras políticas ambientales.

El proyecto forma parte del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

Dos pilares fundamentales
1. Modelización de datos de emisiones de alta resolución para la modelización de la calidad del aire, considerando la radiación y producción a corto plazo de contaminantes regulados para informar a los planes nacionales y proteger la salud pública.
2. Sistema de monitorización de GEI

Plataforma Temática Interdisciplinar (PTI+)

Clima y servicios climáticos

Estamos desarrollando **10 servicios climáticos y un almacén de datos climáticos**

La plataforma PTI+ Clima del CSIC (http://bit.ly/pti-clima) reúne a científicos de cinco centros del CSIC que trabajan en variabilidad climática y servicios climáticos con amplia experiencia en el desarrollo de productos y servicios en colaboración con instituciones nacionales e internacionales, como AEMET, CIEMAT y el IPCC. La PTI+ Clima tiene como objetivo avanzar en el conocimiento de los bases físicas de la variabilidad y el cambio climático mediante el desarrollo de métodos analíticos y modelos climáticos que pueden transformarse en productos y servicios climáticos a las escalas locales, regionales, nacionales e internacionales. Tenemos experiencia en modelización y estimación de datos para el desarrollo de productos climáticos como eventos extremos, índices de riesgo climático, índices agrícolas para un amplio rango de escalas temporales, impactos de servicios climáticos, climatología, meteorología y viento, servicios, producción estacional y proyección de cambio climático.

Sobre las PTIs
Las Plataformas Temáticas Interdisciplinarias son un instrumento flexible de investigación e innovación creado para abordar retos multidimensionales de gran impacto científico, económico y social. Están integradas por grupos de investigación de diferentes centros del CSIC, y permiten la participación de empresas, administraciones públicas, otras instituciones y agentes sociales. El objetivo es fomentar un proceso participativo en la consecución de proyectos que permitan llegar a las empresas y tener perspectiva de comercialización.

Escala temporal
CLIMATOLOGÍA (observación histórica) → MONITORIZACIÓN (temporal) → ALERTA TEMPRANA (predicción a corto plazo) → ESTACIONAL (predicción estacional) → CAMBIO CLIMÁTICO (proyección climática)

pti-clima@csic.es | www.pti-clima.csic.es

calidad para gestionar y reducir sus emisiones. Es decir, con esta línea se pretende dar información con resolución espacial, temporal y sectorial para poder evaluar y avanzar hacia los objetivos de reducción de los GEI y facilitar, por tanto, la toma de decisiones informada.

Este proyecto supone un hito en la estrategia nacional para la monitorización precisa de la contaminación atmosférica y los principales gases de efecto invernadero, elementos clave en el calentamiento global que estamos observando.

Aplicaciones prácticas

Los trabajos que desarrolla AEMET impactan en nuestra vida cotidiana, en la toma de decisiones y en las políticas medioambientales. En nuestra vida cotidiana y a efectos prácticos, consultamos la predicción del tiempo de forma generalizada y tomamos decisiones ante dicha previsión: el llevarnos o no un paraguas, el abrigarnos más o menos o el anticipar el tiempo que hará en ese viaje en el que estamos a punto de embarcarnos cuando hacemos la maleta. También, por ejemplo, antes de hacer una excursión de alta montaña, consultando una o varias de las 3.000 predicciones para zonas de montaña que realiza AEMET anualmente. No es de extrañar que la página web de AEMET reciba 1.300 millones de visitas anuales (más de 26 visitas al año por cada habitante en España).

AEMET presta un servicio fundamental en el campo aeronáutico y marítimo, desarrollando servicios meteorológicos de apoyo a la navegación aérea y marítima necesarios para la seguridad, regularidad y eficiencia del tránsito aéreo y la seguridad del tráfico marítimo. AEMET cuenta con 40 oficinas meteorológicas en aeropuertos, al año produce 100.000 predicciones específicas para aeródromos, 3.000 mapas aeronáuticos y 15.000 predicciones para zonas marítimas cercanas a la costa. También suministra información meteorológica necesaria para la defensa nacional, realizando anualmente una media de 20.000 prediccio-

Suministra información meteorológica necesaria para la defensa nacional



Radar de Ciudad Real



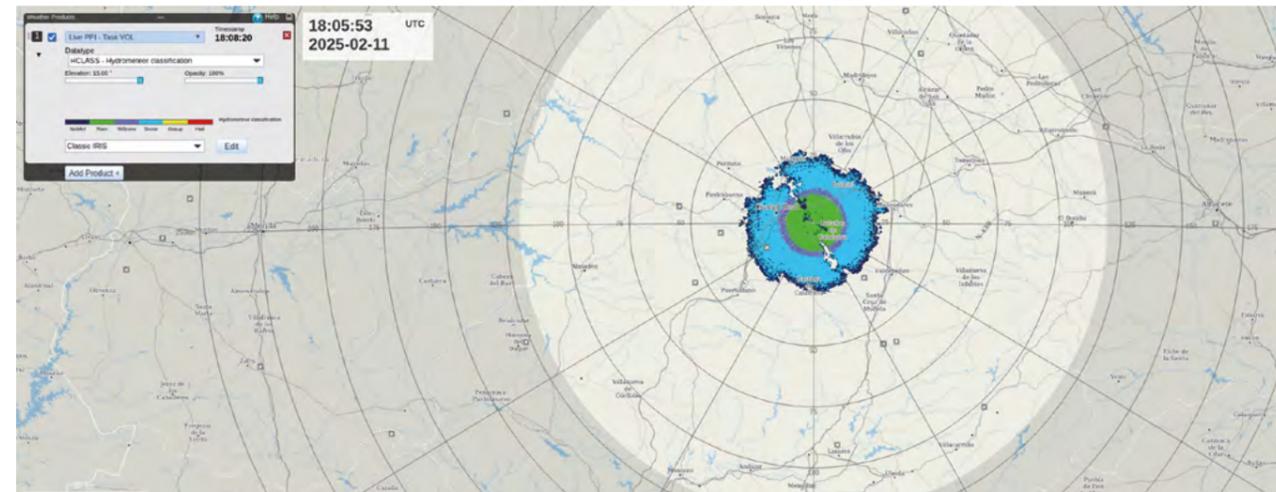
Radar de A Coruña



Videoantena



Radar de Tenerife



Primeras imágenes de precipitación captadas por el Radar de Ciudad Real

nes específicas para Defensa, gracias a su Centro Español de Meteorología para la Defensa (CEMD) y las 14 oficinas meteorológicas de defensa (OMD). La toma de decisiones ante efectos meteorológicos adversos tiene, en la AEMET una fuente científica, continua y solvente. Con más de 100 años de historia que la avalan (el Instituto Central Meteorológico se creó en 1887) y con unos recursos humanos especializados (el cuerpo de meteorólogos y auxiliares de meteorología que se creó en 1913) y una plantilla multidisciplinar que alcanza los 1.200 efectivos.

El conocimiento científico que produce analiza, sistematiza y divulga AEMET también es base para la toma de decisiones informada en el ámbito de la política climática y medioambiental, así como de salud. Además, AEMET contribuye al desarrollo de las ciencias atmosféricas, las cuales están ampliando su aplicación práctica y resultan esenciales frente al cambio climático y sus efectos en todos los ámbitos sociales y económicos.

Por último, la divulgación de los servicios climáticos que ofrece AEMET es también muy amplia. Además de su página web, AEMET pretende acercar la meteorología y la climatología a la sociedad mediante su presencia en redes sociales y canales de difusión en internet, así como un blog

propio para difundir contenidos científicos y técnicos de forma didáctica y accesible.



Con los recursos del PRTR asignados a AEMET se desarrollará, por ejemplo, un sistema de información de eventos de precipitación intensa para la detección de fenómenos meteorológicos extremos, como la tormenta de nieve Filomena © Sentinel/Copernicus