

## HACIA EL AVANCE EN EL ESTUDIO DEL CLIMA Y EL DESARROLLO DE SERVICIOS CLIMÁTICOS: LA PTI CLIMA DEL CSIC

*Javier Frégola Mur. Sergio Vicente Serrano. José Manuel Gutiérrez. David Barriopedro Cepero.  
Santiago Beguería Portugués. César Azorín Molina. Diana Tordesillas Gutiérrez.  
Miembros de la Plataforma Interdisciplinar CLIMA+ (CSIC)*

### RESUMEN

La Plataforma Temática Interdisciplinar de Clima y Servicios Climáticos (PTI+ Clima) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) nació con el objetivo de avanzar en la investigación climática y desarrollar servicios climáticos que respondan a las necesidades de la sociedad. La PTI+ Clima reúne a personal técnico e investigador especializado en climatología, tanto del CSIC como de organismos públicos y del sector empresarial. Comprometida con la ciencia en abierto, la PTI+ Clima colabora estrechamente con instituciones como la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), la Oficina Española de Cambio Climático (OECC), el programa europeo Copernicus o el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC). Actualmente, su proyecto más ambicioso es el desarrollo de un almacén de datos y diez servicios climáticos en colaboración con AEMET.

### 1. LA PTI CLIMA

Las Plataformas Temáticas Interdisciplinares (PTI) fueron creadas por el CSIC como instrumentos estratégicos de investigación e innovación orientados a abordar retos multidisciplinares de gran relevancia científica, económica y social. Uno de los mayores desafíos que enfrenta la sociedad actual es mejorar la comprensión del funcionamiento del sistema climático, dada su influencia transversal en múltiples ámbitos como la agricultura, la salud pública o la gestión de los recursos naturales. En un contexto global marcado por los impactos cada vez más visibles del calentamiento global, el estudio del clima se vuelve aún más necesario para avanzar en estrategias eficaces de mitigación y adaptación frente al cambio climático.

En este contexto nace la PTI+ Clima y Servicios climáticos del CSIC, una plataforma dedicada a profundizar en el conocimiento de las bases físicas que rigen la variabilidad y el cambio climático. Su misión pivota en torno a dos ejes centrados en investigación y el desarrollo de métodos analíticos y modelos que se transformen en productos y servicios adaptados a los usuarios finales. En concreto, la PTI+ Clima desarrolla servicios climáticos para sectores tan variados como la agricultura, la biodiversidad, la gestión del agua o la energía. Todo ello se realiza en el marco de colaboraciones nacionales e internacionales, fomentando la participación y el trabajo conjunto con empresas y alianzas tecnológicas.

El núcleo de esta actividad lo conforman los grupos de investigación en climatología pertenecientes a cinco centros del CSIC: el Instituto de Física de Cantabria (IFCA), el Instituto Pirenaico de Ecología (IPE), el Instituto de Geociencias (IGEO), la Estación Experimental de Aula Dei (EEAD) y el Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CIDE, CSIC-UV-GVA).

A esta red se une la Unidad Asociada de la Universidad de Vigo (EphysLab), la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), la Oficina Española de Cambio Climático (OECC), el centro tecnológico Cartif y la empresa Predictia, una spin-off dedicada al desarrollo de conjuntos de datos y herramientas climáticas.

El horizonte de trabajo se divide en cuatro áreas temáticas sobre las que la PTI estructura su actividad, que se describen en sendos epígrafes a continuación.

## **2. INVESTIGACIÓN CLIMÁTICA**

Los equipos que conforman la PTI+ Clima son especialistas en el estudio de los distintos componentes del sistema climático, a partir de observaciones y simulaciones que abarcan una amplia gama de escalas espaciales y temporales. Sus investigaciones permiten evaluar la capacidad de los modelos climáticos para reproducir procesos, realizar estudios de detección y atribución de eventos extremos, mejorar la predicción estacional y climática, y estimar el rango de incertidumbre y plausibilidad de las proyecciones futuras.

Algunos estudios recientes que ilustran estas líneas de trabajo son *Seasonal drought predictions in the Mediterranean using the SPEI index: Paving the way for their operational applicability in climate services* (Sven Brands et al.); *Projected changes in extreme daily precipitation linked to changes in precipitable water and vertical velocity in CMIP6 models* (Luis Gimeno-Sotelo et al.); y *High temporal variability not trend dominates Mediterranean precipitation* (Sergio Vicente-Serrano et al.), publicado en la revista *Nature*.

Una de las líneas de investigación más innovadoras en desarrollo es la aplicación de herramientas de inteligencia artificial al estudio del clima. En particular, se trabaja en la reconstrucción climática del pasado, la atribución de eventos extremos al cambio climático y la regionalización de escenarios futuros mediante técnicas de aprendizaje automático (*machine learning*). Por ejemplo, estas metodologías permiten mejorar el proceso de reducción de escala (*downscaling*) con el objetivo de simular el clima a escala regional y local, y así comprender cómo ha sido y cómo podría ser el clima en áreas concretas.

## **3. CIENCIA ABIERTA: DATOS Y SOFTWARE**

En la sociedad actual, el desarrollo científico no puede entenderse sin un enfoque abierto y transparente. En este sentido, las Plataformas Temáticas Interdisciplinares (PTIs) del CSIC promueven marcos flexibles que favorecen la ciencia colaborativa y la adopción de buenas prácticas científicas. Siguiendo estos principios, la PTI+ Clima ha adoptado una política de datos abiertos, coordinada con sus instituciones colaboradoras, y está explorando posibles vías de cooperación con la *European Open Science Cloud* (EOSC).

Actualmente, la PTI+ Clima pone a disposición bases de datos abiertas que incluyen variables e indicadores climáticos derivados de las observaciones y simulaciones realizadas con modelos climáticos. Además, ofrece herramientas de software y tecnología para el desarrollo de portales y aplicaciones temáticas. A partir de estos conjuntos de datos es posible desarrollar productos climáticos como índices de sequía, indicadores de eventos extremos, riesgo de incendios o índices agrícolas, cubriendo todo el abanico temporal de los servicios climáticos: climatología, monitorización y alerta temprana, predicción estacional y proyecciones de cambio climático.

Todo este proceso cuenta con la coordinación de DIGITAL.CSIC, garantizando la publicación de los conjuntos de datos conforme a los principios FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable, Reusable*), lo que facilita su acceso, uso y reproducibilidad. Un ejemplo paradigmático de esta apuesta por la ciencia abierta fue la reconstrucción espacio-temporal de la precipitación registrada durante la

DANA (Depresión Aislada en Niveles Altos) del 29 de octubre en Valencia ([Beguería et al., 2024](#)), cuyo conjunto de datos fue publicado para su consulta y descarga en DIGITAL.CSIC.

#### **4. SERVICIOS CLIMÁTICOS**

Un servicio climático es un sistema de información diseñado para apoyar la toma de decisiones en ámbitos clave de la sociedad, la economía y el medio ambiente. Entre otras aplicaciones, estas herramientas permiten reducir la exposición a los riesgos climáticos y mitigar sus impactos y pérdidas asociadas. Ejemplos de ello son el visor de escenarios de cambio climático de AdapteCCA, desarrollado para el MITECO y la Fundación Biodiversidad, o el monitor de sequía SPEI, desplegado para la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), y que proporciona información en tiempo real sobre el estado, duración y magnitud de las sequías meteorológicas en España.

En un contexto de cambio climático cada vez más evidente, los servicios climáticos se han consolidado como herramientas fundamentales para distintos sectores. Conscientes de esta necesidad, en 2023 la PTI+ Clima y AEMET pusieron en marcha un ambicioso proyecto para el desarrollo de un sistema de información climática regionalizada y la implantación de diez nuevos servicios climáticos que ampliarán la oferta actual de AEMET.

Actualmente en fase de prototipo, estos servicios se implementarán en visores interactivos que permitirán seleccionar capas de información, visualizar e interactuar con los datos climáticos a diferentes escalas geográficas y horizontes temporales, y descargarlos de forma sencilla y eficiente. Las temáticas que abarcarán son:

- Predicción climática estacional
- Riesgo meteorológico de incendios forestales
- Sequía meteorológica
- Agroclimatología
- Indicadores de cambio climáticos
- Eventos extremos de temperatura
- Eventos de precipitación extrema
- Viento
- Radiación
- Atribución de extremos al cambio climático

Estos servicios cubrirán un amplio rango de escalas temporales: climatología histórica, monitorización presente, alerta temprana, predicción estacional y proyecciones de cambio climático. Las herramientas permitirán explorar los datos desde 1961 hasta el presente a escala diaria, mensual y estacional, facilitando el análisis de eventos extremos como olas de frío y calor y la comparación entre eventos presentes, pasados y futuros. Asimismo, proporcionarán información de predicciones a corto y medio plazo. Además, se pondrá en marcha un almacén de datos centralizado para recolectar y actualizar los datos que nutren a los servicios, permitiendo su descarga y el desarrollo de cálculos virtuales.

En paralelo, la PTI+ Clima ha firmado recientemente un contrato en el marco del Programa de Colaboración Nacional (NCP) del Servicio de Cambio Climático de Copernicus (C3S), que permitirá mejorar los servicios de predicción estacional de sequías y el riesgo de incendios en España.

#### **5. ASESORAMIENTO Y SOPORTE INSTITUCIONAL**

Además de su labor tecnológica e investigadora, una de las líneas estratégicas de la PTI+ Clima es el asesoramiento científico para el diseño y la evaluación de las políticas públicas. El personal investigador que forma parte de la plataforma está firmemente comprometido con esta labor,

participando activamente en sesiones de asesoramiento institucional y en la elaboración de informes científicos de referencia.

Entre las contribuciones más recientes, destacan la coordinación del informe *Science4Policy* del CSIC sobre sequías, a cargo de los investigadores Sergio Vicente y Santiago Beguería, y la participación en el informe sobre patrimonio cultural en riesgo, publicado en 2025, en el que la PTI+ Clima ha participado aportando de datos climáticos para evaluar vulnerabilidades.

Otras contribuciones destacadas incluyen la aportación del investigador César Azorín al informe *State of Climate 2023* que publica la *American Meteorological Society*, y la coordinación, por parte de Sergio Vicente, del informe sobre aridez publicado por la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD) y presentado en la COP16.

Asimismo, varios investigadores de la PTI+ Clima han contribuido al informe CLIVAR, que ofrece una actualización sobre el estado del clima en España con especial atención a los efectos del cambio climático en los ecosistemas terrestres y marinos. Por último, a finales del año 2024 se anunció que el investigador de la PTI+ Clima Ahmed El-Kenawy será autor principal del próximo informe del IPCC centrado en cambio climático y ciudades, un hito que refuerza la proyección internacional y el compromiso institucional de la plataforma.

## **6. SERVICIOS ORIENTADOS A LA SOCIEDAD**

Las herramientas desarrolladas por la PTI+ Clima están diseñadas para ser accesibles y útiles para una amplia variedad de usuarios: administraciones públicas, gestores de recursos naturales, empresas e incluso ciudadanía interesada. Dado que los servicios climáticos desempeñan un papel clave en la planificación y optimización de actividades en sectores estratégicos, comprender las necesidades específicas de los actores interesados es esencial para garantizar su utilidad y eficacia.

Con esta premisa, en 2024 tuvo lugar una jornada de intercambio con potenciales usuarios del servicio climático de agrometeorología. Este evento supuso una valiosa oportunidad para recoger opiniones y sugerencias directamente de los sectores implicados, contribuyendo a la mejora de la operatividad y orientación práctica de los servicios. En la misma línea, en 2025 la plataforma ha programado dos nuevos encuentros con usuarios: uno centrado en el binomio clima y salud, en colaboración con la PTI Salud Global del CSIC, y otro con responsables de la planificación de recursos hídricos, con el fin de identificar necesidades concretas en estos ámbitos.

Además de estas acciones de co-diseño, la PTI+ Clima mantiene un firme compromiso con la divulgación científica. A las múltiples apariciones en medios de comunicación se suma la participación activa en talleres, jornadas y eventos divulgativos, así como con la constante actualización de sus canales en redes sociales.

Toda la información relativa a las actividades, proyectos y servicios de la PTI+ Clima está disponible en su página web [www.pti-clima.csic.es](http://www.pti-clima.csic.es), donde también es posible suscribirse a una *newsletter* trimestral con novedades sobre la plataforma e información de interés relacionada con el clima y los servicios climáticos.

*Nota: 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.*