

Un calentamiento mayor que 1.5 °C puede disparar múltiples puntos de inflexión del sistema climático

Fuentes: <https://www.carbonbrief.org/global-warming-above-1-5c-could-trigger-multiple-tipping-points/>

Un reciente artículo en la revista *Science*¹, que ha tenido amplia repercusión en los medios de comunicación, alerta sobre el peligro de que el sistema climático traspase ciertos puntos de inflexión para un calentamiento de 1.5 °C (por encima del nivel preindustrial) como el contemplado por el Acuerdo de París. El estudio actualiza y recopila nuestros conocimientos sobre los puntos de inflexión del sistema climático. A medida que el sistema Tierra se calienta sabemos que aparecen cambios significativos y paulatinos tales como la reducción de los mantos de hielo y la degradación de las selvas tropicales y de los arrecifes coralinos. Sin embargo, los puntos de inflexión del sistema climático (*tipping points*, en la literatura sajona) son umbrales que traspasa el sistema climático a partir de un cierto calentamiento y que pueden dar lugar a cambios abruptos, irreversibles y

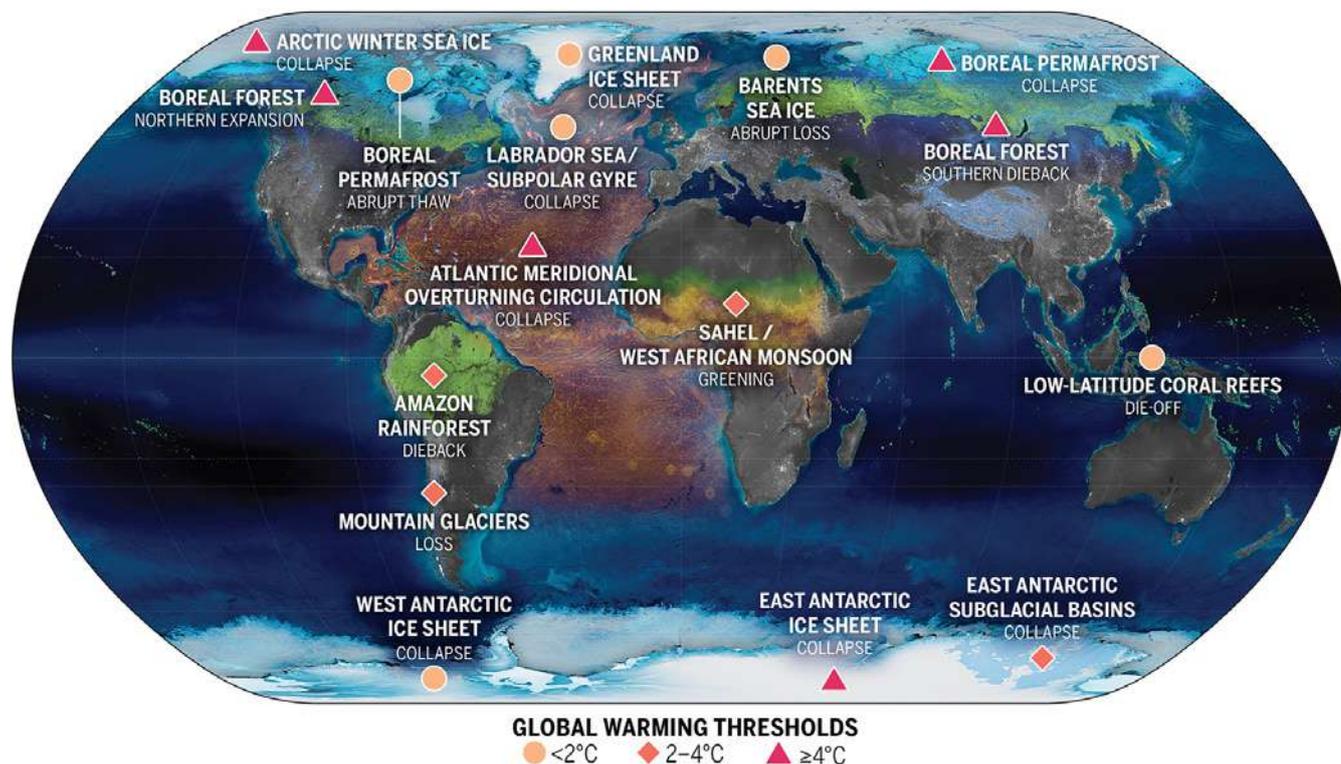
con graves impactos para la humanidad.

El artículo identifica un total de 16 puntos de inflexión incluyendo los correspondientes umbrales de temperatura para su aparición, su escala temporal y los impactos asociados a cada uno de ellos. Los autores advierten de que el creciente calentamiento puede haber empujado al sistema Tierra más allá de un "estado climático seguro" con 5 puntos de inflexión -tales como la fusión abrupta del permafrost o del manto antártico occidental- que ya estarían a nuestro alcance con el actual nivel de calentamiento (1.1 °C). Si la temperatura sigue subiendo hasta 1.5 °C, el estudio afirma que 4 puntos de inflexión aparecerían probablemente y otros 6 posiblemente. Si el planeta llegase a calentarse hasta 2.6 °C, que es lo que se estima con las actuales políticas climáticas, entonces sería probable o posible que se alcanzasen 13 puntos de inflexión.

Las proyecciones de cambio climático

realizadas con modelos climáticos -por su propia construcción- tienen una gran incertidumbre y son pocos fiables respecto a los puntos de inflexión del sistema climático, por lo que la lista de candidatos a puntos de inflexión y los rangos de temperatura para su aparición es de esperar que se modifiquen a medida que progresa nuestro conocimiento del sistema climático. El autor principal de este estudio afirma que el estudio no incluye el impacto del efecto dominó causado por la posible cascada de puntos de inflexión, por lo que los umbrales de temperatura es posible que bajen si se tiene en cuenta este efecto.

Dada la importancia de los puntos de inflexión y sus efectos abruptos, irreversibles y graves, los autores hacen un llamamiento para una acción urgente por parte de la comunidad científica que evalúe la naturaleza y plausibilidad de estos por parte de la comunidad científica.



Localización de los elementos de inflexión climática con los niveles de calentamiento global para los que es probable que se activen sus puntos de inflexión correspondientes (fuente: Science)

¹ <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abn7950>

Primeras predicciones operativas del ECMWF en Bolonia

Fuente: ECMWF y *Tiempo y Clima*

El pasado 18 de octubre, Florian Pappenberger, director de predicción y subdirector del Centro Europeo de Predicción Meteorológica a Plazo Medio (ECMWF) distribuyó el siguiente comunicado:

Nos complace anunciar formalmente que hemos difundido con éxito las primeras predicciones operativas del nuevo Atos HPCF en Bolonia. Esta es la culminación de muchos meses de planificación y trabajo arduo y un hito importante en nuestro viaje para trasladar todos los datos y el procesamiento a las nuevas instalaciones. Nos gustaría agradecer a todos los involucrados en esta gigantesca operación por su colaboración en este gran esfuerzo." "La pasada de las 06 UTC del Sistema de Predicción de Alta resolución y del Sistema de Predicción Ensemble ha sido la primera en migrar y será seguida por otras, hoy y en los próximos días y semanas."

En efecto, a pesar de que el traslado del Centro de Proceso de Datos de Reading, Berkshire, Reino Unido, a Bolonia, Italia, se inició hace unos años, los retrasos en dicho traslado y las dificultades para instalar el nuevo sistema de supercomputación Atos, ha impedido hasta ahora que las predicciones del ECMWF, un centro reconocido mundialmente y del que forman parte 23 estados miembros, España entre ellos, y 12 estados cooperantes, pudieran producirse en la nueva sede de Bolonia.

Hace ya 47 años (1975) se creó oficialmente el ECMWF y desde entonces ha estado a la cabeza de los centros mundiales de predicción numérica del tiempo (PNT).

Antes de aquel año, se había acordado, tras arduas negociaciones, que la sede de Centro se alojaría en Reading. En 1979 se inauguró en esa ciudad, a unos 60 km de Londres, el edificio que ha alojado hasta ahora los recursos humanos y técnicos del ECMWF.

En 2012 el Centro avisó a los estados miembros que lo financian que la nueva instalación informática, prevista para 2018, no tendría cabida en el edificio actual del Centro. A los problemas de instalación allí de ordenadores de última generación se unían los derivados del aumento de personal, sobre todo después

del contrato con la Comisión Europea para encargarse de dos de los principales proyectos del programa Copernicus de los que el ECMWF se hizo cargo en 2014.

Hacia 2015 el debate fue decantándose hacia una primera solución a esos problemas: trasladar el centro de proceso de datos. La tecnología actual de las comunicaciones permite perfectamente que las máquinas puedan ser alojadas a distancia del lugar donde se utilizan. Tras recibir diversas ofertas para la nueva instalación y dos años de negociaciones, en marzo de 2017 se anunció que el nuevo centro de proceso de datos se alojaría en el parque



Nuevo centro de proceso de datos del ECMWF en el Tecnopolo de Bolonia (Italia)

Explorando escenarios catastróficos de cambio climático

Fuentes: TKemp, L and co-authors, 2022. *Climate Endgame: Exploring catastrophic climate change scenarios*. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 119 (34) e2108146119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2108146119>

Diversos medios de comunicación se han hecho eco del artículo de Kemp y otros coautores -entre los que se incluyen pioneros en el campo emergente de los puntos de inflexión para irreversibilidades (*tipping points* en inglés) del sistema climático- en el que plantean desde el principio que para una gestión prudente del cambio climático y basada en el principio de la precaución deberían considerarse y estudiarse con especial detalle los peores escenarios y

no como se ha hecho hasta ahora que se ha dado prioridad a los escenarios de 1.5 y 2 °C que se contemplan en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. De hecho, proponen para el siguiente sexto ciclo del IPCC la preparación de un informe especial sobre *tipping points*. Los autores se preguntan sin andarse con rodeos sobre el tema poco explorado de hasta qué punto el cambio climático antropogénico puede dar lugar a un colapso global de la socie-

dad o incluso una eventual extinción de la raza humana.

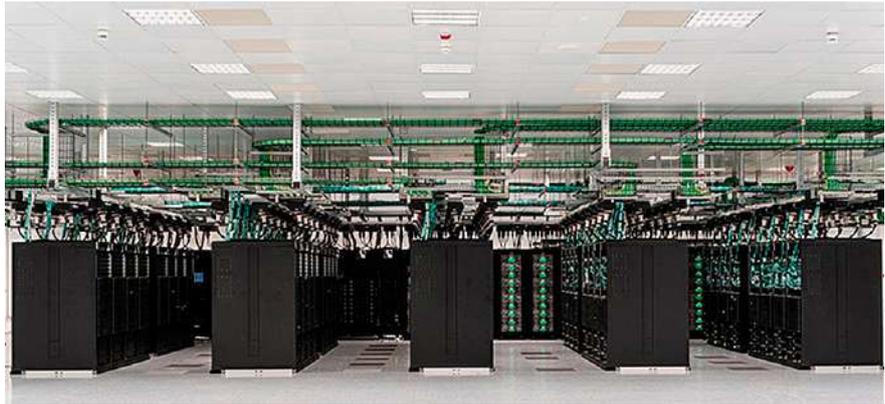
El artículo revisa -y se muestra crítico con- el actual enfoque de los diversos escenarios de evolución futura en el que predomina un análisis simplificado en el que no se tiene en cuenta cómo los riesgos se extienden, se amplifican, interactúan y se agravan por las distintas respuestas humanas. Las evaluaciones de riesgos complejos, con cascadas de efectos entre regiones y sectores, son difíciles

El sistema de supercomputación ATOS del ECMWF ya instalado en Bolonia

tecnológico "Tecnopolo" de Bolonia. La decisión se tomó a partir del dictamen previo de un grupo de expertos internacionales y representantes de los estados miembros. Algunas de las ofertas superaban a la italiana en criterios como el ahorro en refrigeración de las máquinas que supondría la instalación en un país nórdico. Sin embargo, la oferta italiana incluyó una financiación de la nueva instalación por su Gobierno que superaba con creces la ofrecida por los demás candidatos y facilitaba que la inversión inicial a realizar por los demás estados miembros fuera mínima.

Los tres años siguientes se dedicaron a discutir los aspectos legales, financieros y técnicos de la propuesta y a preparar el traslado. El proceso ha sufrido bastantes retrasos, lo que ha ocasionado una financiación mayor que la prevista por los miembros. Entre otros costes ha sido necesario mantener la supercomputación en Reading más tiempo del previsto, pero finalmente, el nuevo superordenador adquirido por el ECMWF (el contrato con ATOS se firmó a final de 2019) se instaló en Bolonia el año pasado y acaba de entrar en operaciones reales.

La antigua fábrica de tabacos Tecnopolo en Bolonia es el nodo más reciente de la red regional de tecnopolos italiana, que también incluye otros diez lugares que albergan laboratorios de investigación, innovación y transferencia de tecnología. Bologna Tecnopolo, estrechamente conec-



tado con el sistema académico y la investigación italiana y europea, ofrecía suficiente flexibilidad para cumplir con los futuros requisitos de expansión de ECMWF. Además del centro de datos del ECMWF, el Tecnopolo albergará la supercomputadora Euro HPC y el nuevo Centro de Datos del Instituto Nacional de Física Nuclear (INFN).

La gran novedad en el ECMWF en estos años no solo ha sido el traslado a Bolonia de su centro de proceso de datos. A este primer traslado de parte de sus infraestructuras se ha sumado otro motivado por una razón política más que técnica: la salida del Reino Unido de la Unión Europea, el Brexit. La Comisión Europea financia dos servicios del programa Copernicus de la Comisión Europea, el C3S (Cambio Climático) y el CAMS (Composición atmosférica) gestionados por el Centro y, de acuerdo a la legislación de la Unión Europea, los proyectos e infraestructuras financiadas por la Comisión deben estar emplazados en un país miembro de la UE.

A finales de 2019 se abrió un concurso para recibir ofertas de alojamiento de las

nuevas instalaciones por parte de estados miembros de la UE. En su evaluación técnica, a finales de 2020, la candidatura de Barcelona obtuvo la mejor puntuación frente a otras 10 ofertas, pero luego perdió por poco la votación final entre los estados miembros frente a la candidatura alemana de Bonn. El traslado a Bonn está ya efectuándose aunque con bastante lentitud ya que el edificio no estará completamente listo hasta finales del año próximo.

De esa manera, las instalaciones del Centro Europeo de Predicción estarán distribuidas entre tres países europeos, ya que se espera que la sede central permanezca en Reading aunque en distinto edificio del actual, pero eso dependerá de las negociaciones con el Reino Unido. En palabras de la directora del ECMWF, la francesa Florence Rabier, "la reconversión del Centro en un organismo multi-sede proporcionará una flexibilidad organizativa para afrontar nuevos desafíos y una mayor implicación con una serie de socios como la Organización Meteorológica Mundial".

de estudiar debido al comportamiento no lineal tanto del sistema climático como de sus impactos y al actual nivel de desarrollo de los modelos climáticos que en muchos casos no poseen las potencialidades para simular adecuadamente los principales *tipping points* hasta ahora identificados y las posibles interacciones entre ellos. Los autores en este artículo metodológico proponen cuatro líneas de investigación para desarrollar en los próximos años: **i)** conocer mejor los posibles estados extremos del sistema climático considerando la dinámica climática a largo plazo y los cambios irreversibles; **ii)** mejorar el conocimiento de los factores que contribuyen a la mortalidad y morbilidad inducida por

el clima; **iii)** analizar la fragilidad social incluyendo las cascadas de riesgos sociales, respuestas a los riesgos, efectos dominó, conflictos, crisis, etc.; **iv)** evaluación integrada de catástrofes en un mundo cambiante en cuanto a ecosistemas, recursos, geopolítica y tecnología con interacción de las diversas amenazas, que pueden reforzarse entre sí, tales como aumento de la desigualdad, el estrés demográfico, la desinformación, las nuevas armas de destrucción masiva y el desbordamiento de los límites planetarios.

Contrariamente al enfoque generalmente cauto y separado por nichos de conocimiento que abordan la mayoría de los artículos científicos que tratan de las

proyecciones de cambio climático y sus impactos, esta contribución plantea en primer lugar la necesidad de conocer mejor los escenarios peores -incluso catastróficos- y en segundo lugar poner énfasis en las interacciones, retroalimentaciones y efectos en cascada dentro del sistema climático, de sus impactos en ecosistemas y sectores económico-sociales y por las acciones humanas para combatirlo. En definitiva, se aboga por un enfoque integral que incluya no solamente los aspectos físicos del sistema climático sino también las vulnerabilidades sociales y otros riesgos de naturaleza no climática pero que pueden interactuar y reforzar las consecuencias de un clima cambiante.

Vuelven a España los restos de Blas Cabrera Su relación con la Meteorología

Fuentes: Prensa; Exposición "Blas Cabrera: vida y obra de un científico" Amigos de la cultura Científica, Departamento de Publicaciones de la E.T.S. de Arquitectura de Madrid; *Tiempo y Clima*.

El pasado 12 de octubre, llegaron a España los restos mortales de Blas Cabrera procedentes de Ciudad de México. El día 16 tuvo lugar una ceremonia sencilla de inhumación en el Cementerio de San Luis en La Laguna. Aunque don Blas nació en Arrecife (Lanzarote) en 1878, pasó gran parte de su infancia y juventud en la isla de Tenerife. Se da cumplimiento así al interés del Ayuntamiento de La Laguna, presidido por Luis Yeray Gutiérrez, para repatriar los restos de Blas Cabrera, como un reconocimiento "por su gran aportación a la cultura científica y su consideración como la principal figura de la física en la España del siglo XX".

Blas Cabrera fue una figura fundamental en la física nacional y también ampliamente reconocida en la internacional durante la que se llamó "Edad de Plata de la ciencia española". Entre unos pocos de los hitos de su notable carrera se pueden mencionar, después de la etapa de formación, del grado de doctor, y de la cátedra de electricidad en la Universidad Central con 27 años:

✓ **1911.** Director del Laboratorio de Investigaciones Físicas creado por la Junta

para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas.

✓ **1912.** Viaje a Zurich, pensionado por la Junta para trabajar con P. Weiss

✓ **1916.** Presidente de la Sociedad Española de Física y Química.

✓ **1919.** Doctor honoris causa por la Universidad de Estrasburgo.

✓ **1921.** Miembro del Comité Internacional de Pesas y Medidas, en París.

✓ **1923.** Publica el libro *Principio de Relatividad*. Recibe y acompaña a Einstein en su viaje y estancia en Madrid.

✓ **1926.** Organiza el uso de los créditos de la Fundación Rockefeller para la creación de un Instituto adecuado en Madrid a fin de albergar las importantes investigaciones que venía realizando.

✓ **1928.** Elegido Académico de Ciencias de París, patrocinado por los físicos Langevin y Maurice de Broglie.

✓ **1928.** Miembro del Comité Científico de la VI Conferencia Solvay. Su candidatura fue propuesta por Marie Curie y Albert Einstein. Estas reuniones, de 3 años de periodicidad, suponían las de más alto nivel científico, representado por el grupo de los mejores físicos del mundo.

✓ **1929.** Rector de la Universidad Central de Madrid.

✓ **1930.** Participa en la VI Conferencia Solvay, sobre Magnetismo. Cabrera es el físico experimental más citado.

✓ **1933.** Secretario del Comité Internacional de Pesas y Medidas con sede en París.

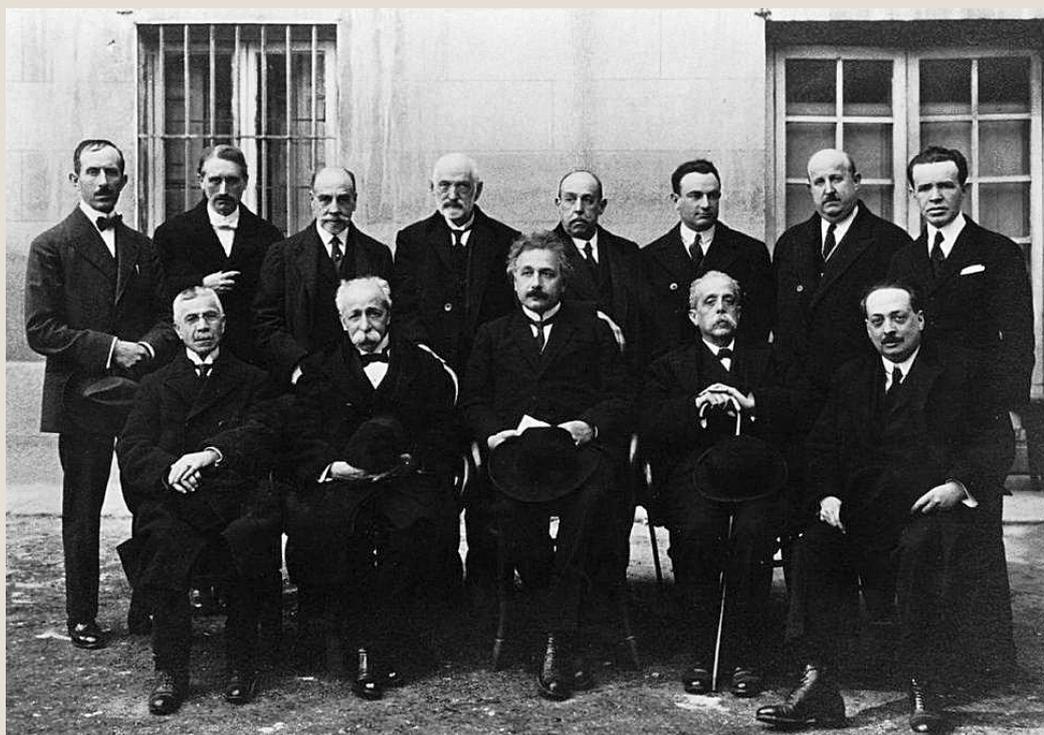
✓ **1934.** Presidente de la Academia de Ciencias de Madrid.

✓ **1934.** Rector de la Universidad Internacional de Verano de Santander, de la que fue uno de los fundadores en el año 1933.

✓ **1936.** Elegido miembro de la Real Academia Española de la Lengua con un discurso sobre *Evolución de los conceptos físicos y lenguaje*.

No menos importantes fueron los libros que publicó: *Qué es la electricidad* (1917), *Principio de Relatividad* (1923), *El átomo y sus propiedades electromagnéticas* (1927), *Física Experimental II* (1933, con Lang), así como numerosos trabajos sobre temas diversos.

En 1937 Blas Cabrera se exilió primero a Francia y, en 1940, a México y continuó fructíferamente allí su magisterio e investigaciones hasta su fallecimiento en 1945.



Investidura como doctor Honoris Causa de Albert Einstein en la Universidad Central en Madrid el año 1923. Sentados, de izquierda a derecha: Miguel Vegas (Geometría Analítica), José Rodríguez Carraco (Rector), Albert Einstein, Octavio de Toledo (Decano) y Blas Cabrera (Electricidad y Magnetismo). De pie: Edmundo Lozano Rey (Zoología), José M^a Plans (Mecánica Celeste), José Madrid Moreno (Histología Vegetal y Animal), Eduardo Lozano (Acústica y Óptica), Ignacio González Martí (Física General), Julio Palacios (Termología), Ángel del Campo (Espectroscopia) y Honorato de Castro (Cosmografía y Física del Globo).

Ahora, 77 años después se ha conseguido el traslado a España de sus restos gracias a la insistencia del Ayuntamiento de La Laguna y el apoyo de diversas instituciones que han mantenido el recuerdo del gran físico español.

Blas Cabrera y la Meteorología

Entre tantos méritos, no es muy conocido que la tesis doctoral de don Blas que leyó cuando apenas contaba 24 años, versara sobre un tema específicamente meteorológico:

Blas Cabrera estuvo muy cercano a la investigación teórica y experimental en meteorología, especialmente a través de la estrecha relación con su discípulo, el meteo-



Portada de la tesis doctoral de Blas Cabrera en 1902 "Variación diurna del viento"

rólogo Arturo Duperier, y mostró un interés especial en la creación de una cátedra de Geofísica en Madrid que fue adjudicada en 1933 a Duperier. Hasta la Guerra Civil, éste compartió la cátedra con su colaboración con Cabrera en el Instituto Rockefeller y con la jefatura de la Sección de Investigaciones Especiales del Servicio Meteorológico en el Parque de El Retiro. Don Blas fue también miembro de la Junta Directiva de la Sociedad Española de Meteorología fundada por miembros del Servicio en 1927, aunque tuvo una vida efímera.

El traslado a su patria de los restos mortales de Blas Cabrera, considerado "el padre de la Física española", merece sin ninguna duda este recuerdo de nuestra Revista.

Una distinción de la AEMET al ECMWF

Fuente: AEMET

Con motivo del Día Internacional de Reducción del Riesgo de Desastres que se celebró el pasado 13 de octubre, la Agencia Estatal de Meteorología otorgó un premio especial al ECMWF "por su destacada labor en el estudio, investigación y difusión de la información de la PNT y especialmente en el apoyo a los servicios meteorológicos e hidrológicos nacionales europeos en la predicción de los fenómenos extremos que sufrimos hoy en día con mayor frecuencia e intensidad."



La Directora General del ECMWF, Florence Rabier, muestra la placa recibida de AEMET con la distinción especial otorgada al ECMWF

Elegidos los nombres de las borrascas con gran impacto de la temporada 2022-23

Fuentes: AEMET

El 1 de septiembre de 2022 AEMET, en colaboración con Météo-France (Francia), IPMA (Portugal), RMI (Bélgica) y MeteLux (Luxemburgo), dio comienzo a la sexta temporada de nombramiento de borrascas con gran impacto sobre los países del suroeste de Europa. Este grupo Suroeste pondrá nombre a las borrascas atlánticas y a las del Mediterráneo occidental (que afecten desde Córcega hacia el oeste).

Los nombres seleccionados para estas borrascas de la temporada 2022-23 son: Armand, Béatrice, Claudio, Denise, Efraín, Fien, Gérard, Hannelore, Isaack, Juliette, Kamiel, Larisa, Mathis, Noa, Oscar, Patricia, Rafael, Sarah, Tiago, Valérie, Waid. Las borrascas a las que se dará nombre serán aquellas que se profundicen de tal manera que puedan producir vientos intensos, con gran impacto en bienes y personas. Cuanto menor sea la presión en el centro de la borrasca, más intensos son los vientos asociados. Un caso extremo son aquellas borrascas que experimenten un proceso de ciclogénesis explosiva (en nuestras latitudes, caída de presión igual o superior a 18-20 hPa en 24 horas en el centro de la baja).

El criterio adoptado por AEMET para el nombramiento de las borrascas es que se prevean vientos en superficie con rachas máximas superiores a 90, 100 y 110 Km/h dependiendo de las zonas geográficas. Este criterio de vientos se podrá relajar cuando se emitan avisos naranjas o rojos por precipitaciones. En este caso será suficiente para el nombramiento la emisión de avisos amarillos de viento; rachas máximas superiores a 70, 80 y 90 km/h, dependiendo de las zonas.

