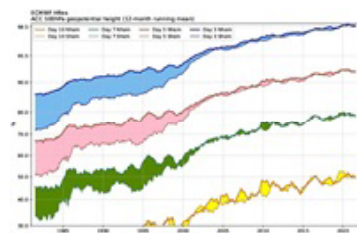
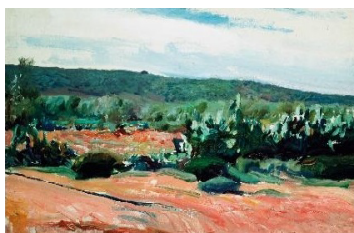
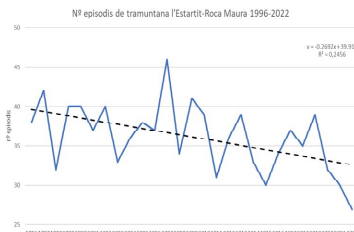
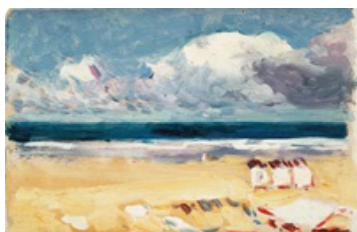
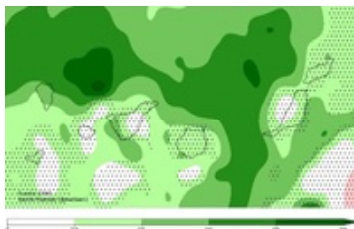
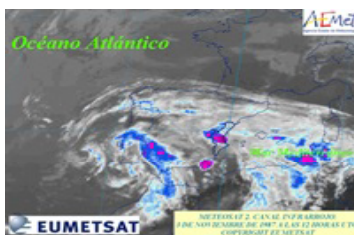


Selecciones del blog

AEMet 2023



Este documento contiene una selección de algunos de los mejores artículos publicados en el blog de AEMET durante 2023. Los artículos han sido adaptados ligeramente para su publicación en esta selección.



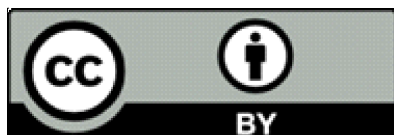
El blog oficial de la Agencia
Estatal de Meteorología

<https://aemetblog.es>

Las opiniones, observaciones, interpretaciones y conclusiones expresadas en los artículos de esta publicación son las de sus autores y no reflejan necesariamente las de AEMET.



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
Agencia Estatal de Meteorología
Madrid, 2024

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:
<https://cpage.mpr.gob.es>

NIPO: 666-20-025-9
<https://doi.org/10.31978/666-20-025-9.2023>

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)
C/ Leonardo Prieto Castro, 8
28040 Madrid

<http://www.aemet.es/>



@Aemet_Esp



<https://www.facebook.com/AgenciaEstataldeMeteorologia>

Selecciones del blog

AEMet 2023

Índice

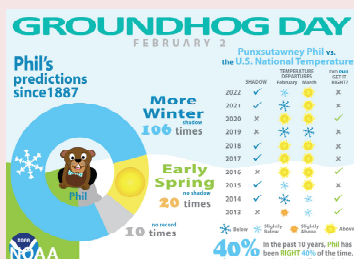
<i>Desmontando las cabañuelas,</i> por Enrique Fernández Barrera	5
<i>Influencia de la meteorología en la guerra civil española,</i> por Fernando Llorente Martínez	12
<i>El avance implacable del verano en España: análisis sobre su progresivo alargamiento,</i> por Benito José Fuentes López	23
<i>Algunos comentarios a propósito del centenario de la visita de Einstein a España,</i> por Alejandro Méndez Frades	30
<i>La meteorología en la vida y obra de Joaquín Sorolla,</i> por Manuel Antonio Mora García	34
<i>La riada de la Safor del 3 de noviembre de 1987: relato de las 24 horas más lluviosas registradas en España,</i> por José Ángel Núñez Mora	49
<i>60 aniversario del récord de frío en zonas pobladas de España: -30 °C en Calamocha-VOR (Fuentes Claras),</i> por Vicente Aupí Royo	55
<i>¿Qué está pasando con la tramuntana?,</i> por Sergi Corral Buela y Ramón Pascual Berghaenel	62
ÍNDICE ALFABÉTICO DE AUTORES	69

¿DESMONTANDO LAS CABAÑUELAS?

Enrique Fernández Barrera
Meteorólogo de AEMET



(publicado en el blog de AEMET
el 5 de febrero de 2023)



Es tradición en Estados Unidos que cada 2 de febrero la marmota Phil cuando despierte diga si el invierno será largo o no. Los refranes meteorológicos forman parte de nuestra cultura general y folclore junto a otros métodos sin base científica que intentan predecir el tiempo como son las cabañuelas, las témporas o el calendario zaragozano.

Desde hace un par de años, desde el paso de Filomena, han aumentado las noticias sobre «predicciones» basadas en este tipo de métodos. Para amparar la certeza de estos métodos, en estos artículos se hablaba sobre una predicción basada en el método de las cabañuelas que había anticipado la llegada de Filomena, algo de lo que no hay registro alguno, como han concluido algunas investigaciones periodísticas. Aunque fuera real, este acierto hubiera sido por pura casualidad, ya que las cabañuelas no tienen base científica alguna. En este mismo blog ya [escribimos](#) el año pasado sobre el tema, pero muchos medios han seguido publicando predicciones basadas en cabañuelas. Por eso desde AEMET vimos necesario publicar un hilo en Twitter abordando el complejo proceso que requieren las predicciones del tiempo y en defensa de los profesionales y comunicadores de la meteorología.



https://twitter.com/AEMET_Esp/status/1617476019438460929

En este artículo vamos a desmontar todos los argumentos que usan en las supuestas predicciones basadas en las cabañuelas con simples razonamientos, comparando con otro tipo de pseudociencias (como los horóscopos) y contando algunas historias y anécdotas. Sin usar ninguna ecuación compleja. Seguramente deberíamos ignorar este tema y no escribir este artículo, pero cuando tantos medios publican la misma información pueden surgir dudas de si estos «tradicionales métodos» tienen alguna evidencia científica de verdad, lo que puede provocar

que cada vez más personas desconfíen de la meteorología científica, suponiendo un riesgo para vidas humanas ante la llegada de fenómenos meteorológicos de alto riesgo. Esto es un artículo escrito a nivel personal, no en nombre de AEMET, lo aviso [para anticiparme a posibles titulares](#) que digan que esto es un comunicado de AEMET.

Las cabañuelas son un saber ancestral

Un argumento que se suele usar para defender las cabañuelas «es que son el resultado de las observaciones y del conocimiento sobre la naturaleza que se han ido transmitiendo de generación en generación desde nuestros ancestros durante miles de años». A partir de ahí surge una pregunta: ¿pero la ciencia no es eso? Los egipcios y mesopotámicos ya usaban las matemáticas y la astronomía. Es más, realmente sabemos que la Tierra no es plana desde hace más de 2000 años gracias a Eratóstenes y a las matemáticas. Carl Sagan lo explicó de forma ilustrativa en la serie documental [Cosmo](#).

Historia

Por documentos que leyó y observaciones, Eratóstenes (hacia el 240 a. C.) sabía que en el solsticio de verano, el 21 de junio a las 12 de la mañana, el Sol no proyectaba una sombra en la ciudad de Siena (a una latitud de 24° N), mientras que en Alejandría (31° N) sí se proyectaba una sombra en una torre, cuya inclinación era de 7° respecto a la vertical. Contrató a una persona para que le midiera la distancia entre ambas ciudades (unos 800 km). Si unos 800 km son 7° de la circunferencia, por regla de tres se puede obtener la longitud de la circunferencia, ya que una circunferencia tiene 360° . La longitud de una circunferencia es 2 por el número pi por el radio. Así calculó el radio de la Tierra, con matemáticas y trigonometría. En una tierra plana no se proyectaría sombra en Alejandría en ese momento. Unos 1700 años después Magallanes y Elcano darían la primera vuelta al mundo, confirmando que la Tierra no era plana.

Esto es un simple ejemplo de cómo la ciencia también es ancestral, ya se usaba el método científico en la antigüedad. Luego surgieron la física y la meteorología, que son ciencias de la naturaleza. Otro de los argumentos que se usan es que las cabañuelas o témporas responde «a lo que dice la naturaleza: el comportamiento de los animales, las rocas o hasta el movimiento de la Luna y el Sol», ¿y qué hace la ciencia? La biología investiga el comportamiento de los animales, la geología las rocas, la meteorología la humedad, la astronomía el movimiento de los planetas, y la física y matemáticas traducen lo que nos dice la naturaleza en ecuaciones. Las ciencias estudian hasta por qué a la abuela le duele la rodilla cuando va a llover, por cambios de humedad. Esto es lo que hace cambiar de color a las figuras Gallos de Barcelos que cambian a un color rosado cuando parece que va a llover y es debido a que contienen gel de sílice, que cambia de color con la humedad. Los problemas que tienen los gallos y el dolor de rodilla es que no te pueden decir la intensidad de precipitación, si habrá tormenta o la velocidad de los vientos porque una humedad alta no siempre implica lluvia.

El uso de métodos como las cabañuelas y las témporas se han asociado al mundo rural, pero si echamos un vistazo a la realidad vemos que AEMET tiene diversos productos para la aplicación en agricultura como es el riesgo de incendio, el de sequía y las predicciones estacionales. También hay un número importante de aficionados a la meteorología en el mundo rural con estaciones meteorológicas, que también colaboran con AEMET y otras asociaciones de meteorología desde hace mucho tiempo.

¿Por qué nos convencen unas predicciones tan vagas? El efecto Forer

A las pseudociencias relacionadas con la meteorología se les ha llegado a comparar con los horóscopos, precisamente por su vaguedad a la hora de informar. Cualquiera puede

ver que en estas predicciones se anuncian «abundantes nieves en invierno», «un verano caluroso», «frío para la segunda semana de febrero» o incluso pueden ver como algunos medios cambian «abundantes nevadas en enero» por «Filomena 7.0», alterando en gran medida incluso las predicciones basadas en las pseudociencias. Con esta clase de «predicciones» a algunos les da una cierta sensación de que las cabañuelas aciertan más que las predicciones de AEMET.

Cuando leía esta clase de comentarios, recordé una charla que tuve con Gabriel Ortega, un geógrafo que está detrás de la cuenta del [Poketiempo](#), donde se dedica en redes sociales a poner mapas con las predicciones meteorológicas, pero en vez de usar los clásicos símbolos de lluvia y viento usa pokémones. El Poketiempo es una forma muy interesante y divertida de comunicar las predicciones de meteorología y atrae al público más joven. En cada mapa, cada pokemon representa ciertos umbrales de temperatura y precipitación, de manera que si el fenómeno es más adverso, se le asigna un pokemon más amenazante (como Groudon en el mapa que adjuntamos en la figura 1). El creador de los mapas me comentaba cómo muchas personas le decían que sus **mapas y predicciones acertaban más que AEMET**, algo que le resultaba **paradójico** porque las predicciones que usa para España son las de AEMET. Esto muestra que si en vez de usar símbolos usamos números en las predicciones el público percibe más la sensación de fallo.



horarias y solo se ofrecieran diarias. La meteorología presenta más incertidumbre conforme disminuimos la escala espacial y temporal, presentando más incertidumbre la [predicción horaria](#) que la diaria. Es más fácil acertar si va a llover a lo largo del día que en una hora determinada, ya que tenemos una ventana temporal más amplia en el primer caso.

Historia

Todo esto es un caso similar al de los horóscopos: supuestas predicciones de lo que nos pasará al día siguiente basadas en los movimientos de los astros. Esas predicciones son siempre muy vagas, como la de las cabañuelas, pero aún así algunos tienden a creer en ellas, ¿por qué? El psicólogo Bertran Forer lo ilustró con un simple experimento. El periodista Luis Alfonso Gámez lo contó en el programa [Órbita Laika de la 2](#): Forer fue un psicólogo y profesor de la universidad de California. En 1948 entregó a sus alumnos un test de personalidad y ellos lo rellenaron. Un par de días después se lo entregaron

al profesor y en base a estos tests, Forer hizo un análisis de la personalidad de cada alumno, que después calificaron los propios alumnos y con buena nota, con una media de un 4,2 sobre 5. Luego Forer pidió a uno de los alumnos que leyera su informe de personalidad. La sorpresa de los alumnos fue mayúscula al comprobar que todos los alumnos tenían el mismo informe de personalidad. Forer había copiado ese informe de un horóscopo que encontró en la prensa. El informe decía cosas como «estás orgulloso de ser una persona independiente». Esto en psicología se llama Falacia de Validez personal o Efecto Forer, que dice que todo el mundo muestra un alto grado de acuerdo cuando escucha una vaga descripción de su personalidad que cree hecha para sí.

Las «predicciones» de las cabañuelas son puro efecto Forer, son unas predicciones vagas y muy generales. No nos dirán si hay una ola de calor, tampoco podían decir si Filomena sería una borrasca histórica porque simplemente no pueden decir cantidades o umbrales, algo que sí puede hacer el método científico.

Correlación no implica causalidad

Tanto la marmota Phil como los refranes sobre la candelaria se basan en algo que puede ocurrir o no: que el invierno sea más largo o no, por lo que hay un 50 % de probabilidad de acertar. La NOAA ha hecho un estudio sobre esto, que cualquiera puede hacer con la estadística más básica. El resultado es que acierta un 40 % de las veces. Por otra parte

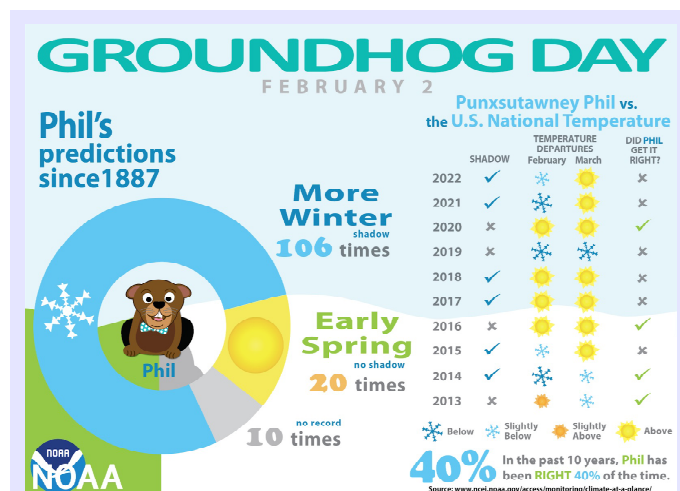


Figura 2. Resumen estadístico de los aciertos de la marmota Phil. Si al despertar ve su sombra el 2 de febrero, querrá decir que el invierno se alargará 6 semanas más. Infografía de la NOAA.

están los refranes, que le damos más un valor climatológico que meteorológico porque nos dan idea de cómo se comporta la meteorología en un determinado mes o situación. Este año, según la marmota Phil, al invierno le quedarán 6 semanas y según algunos refranes de la Virgen de la Candelaria también porque ha predominado el tiempo soleado.

El año pasado todo el [mes de febrero](#) fue cálido y seco en España, mientras que [marzo](#) sí fue húmedo y algo más frío de lo habitual. Tanto la marmota como

los refranes pronosticaron que se alargaría el invierno otras 6 semanas más, ¿entonces acertaron o no? No, porque el invierno meteorológico acaba el 28 de febrero y si contamos marzo hubiera sido un acierto parcial, algo que el refrán no admite.

Historia

El caso del acierto de la marmota Phil recuerda a un caso muy conocido relacionado con el reiki, una supuesta terapia en la que un maestro reiki te transmite una especie de energía universal, eliminando «bloqueos de energía» que pueden producir enfermedades. [Emily Rosa](#), una niña de 9 años desmontó toda esta teoría simplemente sentando

a maestros reikis delante de una tapa de cartón. La tapa tenía un hueco para que pasaran sus brazos y tocaran uno de los brazos de la niña (figura 3). En teoría, estos maestros deberían ser capaces de detectar la energía vital de cada brazo, por lo que claramente podrían saber si tocan el derecho o el izquierdo sin necesidad de mirarlo. Emily estudió todo esto y concluyó que acertaban si tocaban el brazo derecho o izquierdo el 50 % de las veces, ¿os suena? Este experimento le valió a Emily el récord de ser la

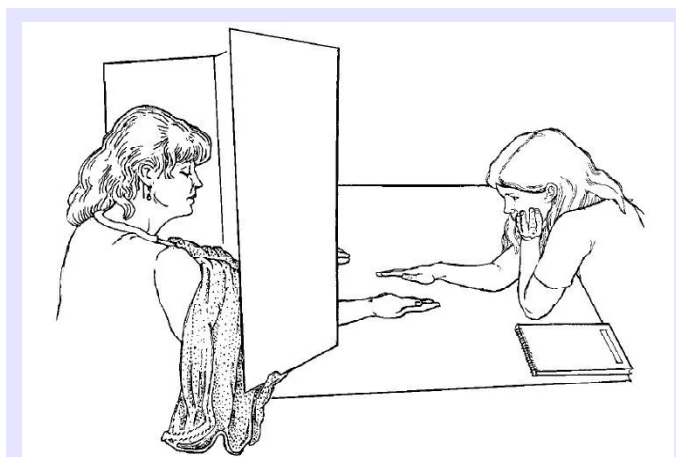


Figura 3. Una representación del experimento de [Emily Rosa](#). El maestro reiki pasaba sus manos a través de dos agujeros y al tocar una de las manos de la niña tenía que averiguar si era la mano derecha o izquierda.

persona más joven en publicar en la revista de la Sociedad Americana de Medicina. Con estos ejemplos podemos rebatir el supuesto acierto de las cabañuelas o de la marmota Phil: si aciertan lo harán por pura casualidad.

Otro de los argumentos de los defensores de las cabañuelas es que ellos también siguen el método científico. Hasta cierto punto, puede que sí. Observan y elaboran hipótesis, pero fallan a la hora del análisis de datos y las conclusiones, por eso se usan pseudociencias. Según este método, cada día de agosto predice el tiempo que hará en un determinado mes. Si el 5 de agosto llueve significa que tendremos un diciembre lluvioso. Si lo hacemos en Sevilla, el método no tendrá mucho éxito porque sabemos que agosto es seco y diciembre suele ser lluvioso en esa ciudad. Quizás en Baleares funcione ese día por alguna tormenta producida por la convergencia de brisas. Esto nos lleva al siguiente punto: correlación no implica causalidad.

¿Sabías que el aumento de temperatura global ha llevado a que disminuya el número de piratas? Puede parecer absurdo, pero la gráfica de la figura 5 es clara, hay una

tendencia lineal. También se ha relacionado un aumento de las personas que se ahogan en la piscina con los años en los que Nicolas Cage hace más películas. Estos dos ejemplos absurdos son de webs que se dedican a recopilar correlaciones absurdas, que se recogen en este artículo de Daniel Manzano de [Jot Down](#). La ciencia no es solo hacer gráficas, hay que saber interpretarlas y analizar los datos y a partir de ahí sacar conclusiones, unos de los pasos fundamentales en el método científico. Luego estas

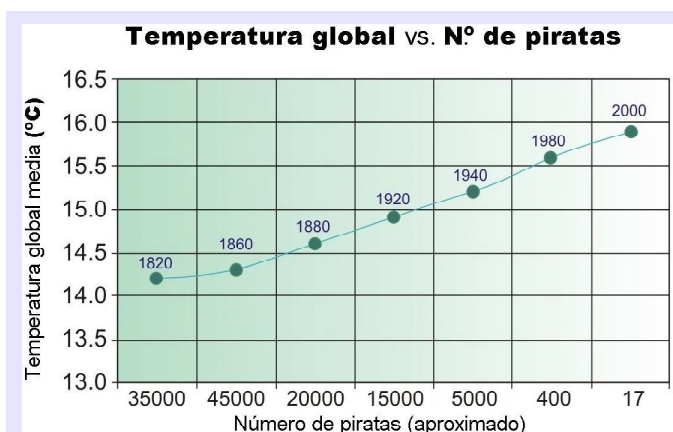


Figura 4. Evolución de la temperatura media global frente al número de piratas. Conforme aumenta la temperatura, disminuye el número de piratas. Imagen: PiratesVsTemp.svg: RedAndr / Osado (CC), mostrada en [Jot Down](#).

deben ser debatidas y consensuadas. Un ejemplo importante: hay un amplio consenso en torno a que el cambio climático está producido, con casi toda seguridad, por causas antropogénicas. Si crees que la teoría no es correcta, debe ser rechazada con una teoría alternativa y sólida. En ciencia tratamos también el efecto casualidad porque incluso parámetros estadísticos como el coeficiente de correlación pueden dar un valor bueno para un estudio, pero puede ser por pura casualidad. Ya hablamos de ello en los artículos sobre las teleconexiones climáticas, que se dé la Niña no implica directamente una sequía en España porque pueden [influir otros factores](#).

Esto lleva al siguiente punto, ¿de quién o qué nos debemos fiar? No hay ninguna entidad u organización de cabañuelas o témporas que diga cuál es la mejor forma de aplicar el método. Cada persona aplica el método como quiere y puede. Por ejemplo, en muchos países latinoamericanos las cabañuelas son en enero y no en agosto. Tampoco hay una entidad que responda ante posibles negligencias en las predicciones, ¿qué ocurre por ejemplo si la marmota Phil predice un invierno corto, pero los refranes de la Candelaria un refrán largo?

El contenido periodístico: ¿Realmente predijo alguien Filomena con el método de las cabañuelas?

Vamos a analizar el papel del periodismo. Otra de las grandes preguntas que nos hacemos es si realmente esa predicción existió. Cuando vemos todos los artículos que usan esa supuesta predicción como prueba de que las cabañuelas funcionan no vemos ni un solo link o referencia a esa predicción. Según dos investigaciones, realizadas por los medios [Climática](#) y [Maldito Clima](#), las primeras referencias a esa predicción se dan en los medios en marzo de 2021, es decir, después de Filomena. En ninguno de esos primeros artículos tampoco dan una prueba de esa predicción. Aún así, la mayoría de medios siguen dando por válida la predicción. Los modelos meteorológicos sí predijeron la borrasca, como ya indicamos desde [AEMET](#), pudiendo anticiparnos a los riesgos de la borrasca de alto impacto.

En algunos artículos incluso vemos como en el titular hablan de predicciones basadas en cabañuelas para luego hablar de predicciones realizadas con modelos numéricos y mapas realizados por distintas webs dedicadas a la meteorología, que también usan los modelos meteorológicos del centro europeo ECMWF y el GFS, que es un modelo americano. Incluso se atreven a dar predicciones basadas en los modelos meteorológicos a corto plazo y de cabañuelas a largo plazo, intentando combinar estos métodos. Si esto fuera efectivo, se usaría en todos los servicios meteorológicos del mundo, pero lo que se usa realmente son predicciones estacionales, que nos indican tendencias y con una determinada probabilidad.

Historia

Los [orígenes del espiritismo](#) se remontan al siglo XIX. Una familia se mudó a una casa en el campo en el estado de Nueva York donde por la noche se escuchaban golpes, supuestamente producidos por espíritus. La familia intentó contactar con ellos: cuando una niña daba dos palmadas, el espíritu daba dos golpes. Esto atrajo la curiosidad de las poblaciones circundantes, atrayendo muchas visitas a la casa. La familia no tardó mucho tiempo en hacer negocio con este tema y crear las primeras sesiones espiritistas,

ganando mucho dinero. La familia se mudó luego a la ciudad de Nueva York, donde siguieron haciendo esas sesiones espiritistas. No pasaron ni 10 años y ya había en torno a 40 000 espiritistas por toda la ciudad. Los académicos y científicos advirtieron de que todo esto era un fraude, sin mucho éxito, y que eran las niñas u otros miembros de la familia los que hacían los ruidos en las sesiones espiritistas. En 1888 una de las niñas de la familia, que ya era adulta, se plantó en la Academia de Música de Nueva York y confesó que todo había sido un **fraude**.

Sabemos que la predicción meteorológica es todo un reto científico, pero a pesar de ello sigue mejorando. No teníamos soluciones a las ecuaciones que rigen el movimiento de la atmósfera, las de Navier Stokes, pero con aproximaciones hemos podido aplicarlas. Las aproximaciones crearon otro reto: resolver el problema del caos y la no linealidad, ya que condiciones iniciales muy parecidas daban resultados muy diferentes a mayor tiempo cuando aplicábamos las ecuaciones. Además teníamos que resolver el problema de la escala, ya que la atmósfera abarca desde escalas de centímetros y segundos a kilómetros y meses. Mientras esperamos a que alguien resuelva la ecuación de Navier-Stokes y se lleve el premio de 1 millón de dólares del MIT, seguiremos trabajando para mejorar las predicciones. Una prueba de ello es la figura 5 del ECMWF, en la que representa la anomalía en la correlación del campo de geopotencial en 500 hPa, que es la correlación entre las desviaciones del geopotencial promedio climatológico observado y el de la predicción. Traducido: una correlación entre la predicción de una magnitud muy importante en meteorología y su valor «normal», el climatológico. En la figura se muestra cómo ha cambiado con los años esta correlación para predicciones a distintos días en los hemisferios norte y sur y cómo ha cambiado su incertidumbre. La anchura de los colores nos da una idea de la incertidumbre, observad cómo se reduce a partir de los 2000, esto fue gracias a las mejoras en las observaciones de los satélites meteorológicos. A mejores observaciones, menos incertidumbres.

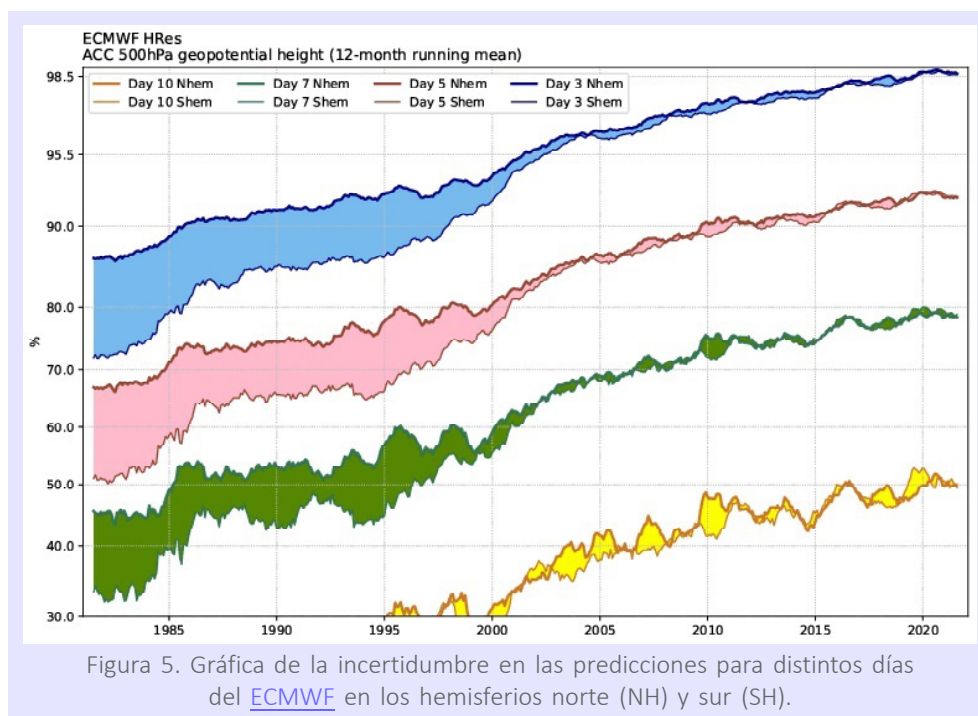


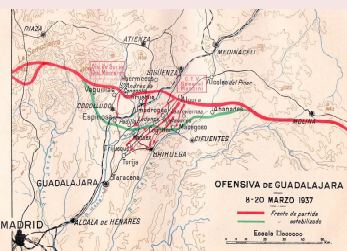
Figura 5. Gráfica de la incertidumbre en las predicciones para distintos días del [ECMWF](#) en los hemisferios norte (NH) y sur (SH).

INFLUENCIA DE LA METEOROLOGÍA EN LA GUERRA CIVIL ESPAÑOLA: LA BATALLA DE GUADALAJARA

Fernando Llorente Martínez
AEMET



(publicado en el blog de AEMET
el 18 de febrero de 2023)



La batalla de Guadalajara (8 de marzo al 23 de marzo de 1937) supuso el fin de las operaciones en torno a Madrid, las cuales se describieron en una colaboración del Calendario Meteorológico 2022. Entre uno y otro acontecimiento se desarrollaron las tres batallas de la carretera de La Coruña y la batalla del Jarama. A medida que pasaban los meses, el apoyo de Mussolini a Franco iba aumentando, no solo con el envío de material de guerra, sino con un gran número de soldados, agrupados en el CTV o Corpo Truppe Volontarie (Cuerpo de Tropas Voluntarias), que tras su triunfo en la toma de Málaga, el dictador italiano presionó al general Franco para que esta unidad encabezase una maniobra envolvente en la zona de Guadalajara, con el objetivo de sitiar Madrid y, finalmente, entrar de manera rápida en la capital para terminar la guerra.

Debido al desconocimiento del terreno y a un mes de marzo atípico, con grandes precipitaciones de agua y de nieve que convirtieron los campos alcarreños en auténticos lodazales, las fuerzas italianas sufrieron un duro revés, tanto militar como moral, ante un reorganizado ejército republicano.

Este artículo es una versión actualizada y ampliada del publicado en marzo de 2021 en el portal de meteorología METEORED.

Introducción y fuerzas en combate

El grado de «voluntariedad» de los componentes del CTV era relativo: dentro de las tres divisiones de Camisas negras, la mayor parte de ellos eran miembros del Partido Nacional Fascista italiano y estaban sometidos a una disciplina casi militar. También formaban parte de la soldadesca aventureros de muy diversa procedencia, mientras que los jefes y oficiales eran en su mayoría no profesionales, aunque los mandos superiores eran todos miembros en activo del Ejército Real italiano o reservistas. La 4ª División Littorio, por el contrario, sí pertenecía al ejército regular italiano, estaba formada por soldados

Las fuerzas republicanas destinadas en esta parte del frente eran de la 12ª División, unos 10 000 soldados, con unas pocas piezas de artillería y un fusil para cada dos defensores. Pero entre el 8 y el 21 de marzo, la República consiguió enviar al frente de Guadalajara entre 20 000 y 25 000 hombres, apoyados por unos 80 tanques T-26, en la mayor y más ágil concentración de fuerza del ejército republicano en el transcurso de la guerra. Se constituyeron tres divisiones, la mayoría formadas por tropas que acababan de pelear en la batalla del Jarama. Además contó con el apoyo del grueso de su aviación, alrededor de 120 aviones de todo tipo, que pudieron despegar desde los aeródromos con pistas de hormigón de Barajas, Alcalá de Henares y Guadalajara.



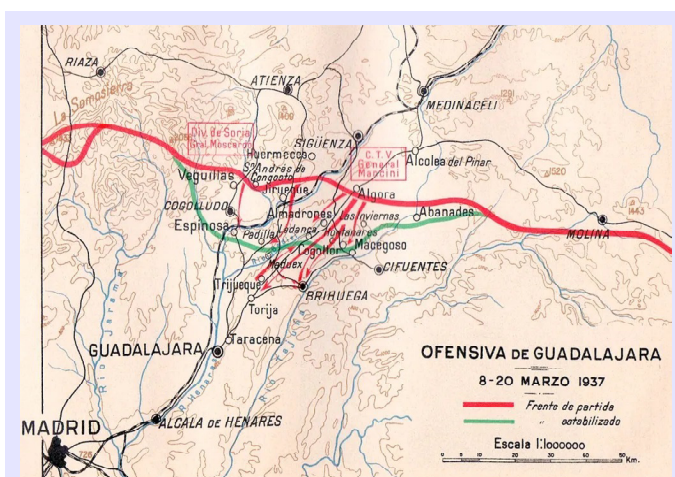
En conjunto era la fuerza mejor armada y equipada que hasta entonces había entrado en batalla. Aunque según diversos autores los «voluntarios» italianos no constituían el cuerpo acorazado que pretendía su propaganda, sino una mayoría de infantería en camiones, con carros demasiado pequeños, aunque con una buena artillería y aviación. Además de toda esta concentración de fuerzas, se esperaba que unidades que se encontraban en el frente del Jarama pudieran alcanzar a los italianos a la altura de Alcalá de Henares y cerrar definitivamente Madrid.

Preámbulo

El territorio geográfico en el que se desarrolló la batalla de Guadalajara se situó fundamentalmente en la Alcarria Alta; estando la retaguardia republicana en la campiña de la zona de la capital provincial y de Humanes y, por el contrario, la retaguardia franquista se situó en las serranías de Sigüenza, Atienza y Alcolea del Pinar.

La Alcarria es una tierra de alcarrias; páramos altos, pedregosos, expuestos a los vientos y muy fría en invierno, que se sitúan entre las campiñas de los valles del Henares, al norte, y del Tajo, al sur, y surcada por los valles de varios ríos, como el del Budiel y el Tajuña. La superficie del páramo se eleva unos 200 m sobre el fondo de los valles y sus cotas pierden altura suavemente hacia el sudoeste.

En las vegas de los ríos hay buenas tierras agrícolas de margas, arcillas y limos, muy propensas a embarrarse. Entre los páramos y las vegas, las laderas presentan cuevas en las zonas bajas y fuertes pendientes en las altas; en ellas alternan capas duras de caliza con otras blandas de margas y arcillas, que también se embarran y erosionan fácilmente. Finalmente, la zona de páramo es de tierras arcillosas mezcladas con mucha piedra y alternando con afloramientos rocosos; zona de monte de encina y quejigo en muchos lugares desarbolada, descartada formando los majanos y muy labrada para cultivo de cereal, la dura alcarria del páramo, del frío y la nieve, del barro a la vez que la piedra. Algunos pueblos se sitúan en el alto páramo como Torija; otros en ladera como Brihuega; y otros en los valles como Masegoso de Tajuña.



Mapa detallado de los movimientos de las fuerzas sublevadas durante la batalla de Guadalajara. (Fuente: <https://rutasbelicas.com/articulos-sobre-la-batalla-de-guadalajara/la-batalla-de-guadalajara-parte-ii-la-batalla-1a-fase/>).

En el bando republicano la línea de defensa era muy primitiva, no adaptada a las exigencias de la táctica, no había sido organizada por especialistas militares y constituía, en el mejor de los casos, más bien una avanzadilla organizada apresuradamente. A su favor contaban el estar situados cerca de una gran ciudad como Guadalajara o incluso Madrid, que sus aeródromos estaban más cerca y con pista de hormigón, que en caso de tiempo meteorológico adverso sí podrían ser utilizados.

El plan general debía realizarse en el plazo de 4 a 7 días, partiendo de sus líneas de la zona de Algora a unos 56 km al norte de Guadalajara, en el kilómetro 112 de la nacional a Zaragoza y desarrollarse en tres fases: la primera era alcanzar la línea Brihuega-Torija y dominar totalmente la meseta de la Alta Alcarria; la segunda era Guadalajara y finalmente, en la tercera, llegar a Alcalá de Henares, punto de encuentro con las fuerzas franquistas que deberían atacar desde el Jarama para fijar la retaguardia republicana y así impedir la llegada de refuerzos a la Alcarria.

En este plan los italianos desarrollarían la maniobra principal en el sector entre los ríos Henares, por la derecha o al norte, y Tajuña, por la izquierda o al sur, con eje principal en la carretera a Zaragoza y secundario en la carretera Almadrones-Brihuega; flanqueados al norte por tropas españolas de la brigada Marzo, con eje en la carretera Almazán-Atienza-Guadalajara.

«El destino dirige la vida, no la sabiduría», Cicerón

Los italianos contaban con el clima a favor, pero no con que «el destino» se sumara a la partida de la historia a través del tiempo atmosférico. Si se considera el clima como una sucesión de tiempos atmosféricos, se podría decir que en la Alcarria, en el mes de marzo llueve poco y ya no es tan frío, unos 30 a 40 l/m², con apenas un 10 % de la precipitación total del año, con 9 días de lluvia y solo un día de nieve (datos del observatorio de Guadalajara, periodo 1931-60). Pero el tiempo atmosférico se presentó como parte fundamental de la batalla de Guadalajara con un mes de marzo muy lluvioso y frío.

Tras casi todo un mes de febrero anómalo, ya que resultó seco y cálido en la mayoría de las regiones, en especial en la mitad sur peninsular, su último día y la primera jornada de marzo se presentaron radicalmente distintos, con una potente irrupción fría del norte, con precipitaciones y sobre todo un descenso de las temperaturas, que, a continuación, dieron paso a un flujo del oeste y al tránsito de sucesivas borrascas por la Península hasta, aproximadamente, el día 14, en el que el tiempo se estabilizó durante unos días, para continuar nuevamente desde el 18 con más entradas de borrascas atlánticas hasta el día 23, justo cuando terminó la batalla de Guadalajara.

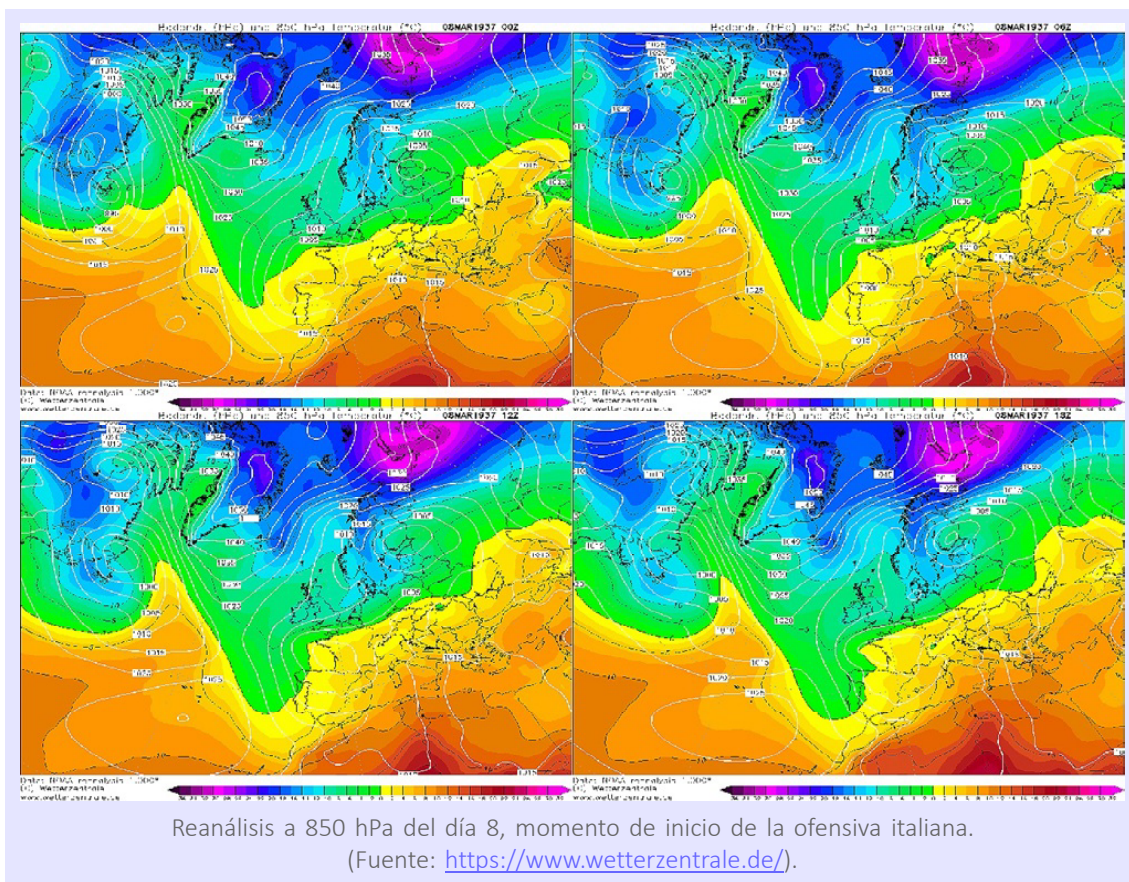
Los observatorios que tienen datos de este mes y que están relativamente cerca del campo de operaciones son Segovia, Madrid-Retiro y Daroca. Las cantidades recogidas en marzo de 1937 fueron, respectivamente, 95 l/m², 53 l/m² y 60 l/m², lo que representa, en cada caso, el 230 %, el 115 % y el 270 % de un mes normal referido al periodo de 1931 a 1960, menos para Daroca que es de 1981 a 2010. Con la excepción del observatorio de Madrid, que los días de lluvia y nieve fueron casi normales, en los otros dos se registraron 25 días de precipitación (19 de lluvia y 6 de nieve) en Segovia, lo normal 10 (9 y 1), y en Daroca 13 (8 y 5), lo normal 6 (4 y 2). Está claro que fue una situación muy atípica para marzo.

«En la guerra debemos contar siempre con los golpes del azar y con los accidentes que no pueden preverse», Polibio

El día 7 una amplia borrasca se situó al norte de la península ibérica, con su centro en las proximidades de Bretaña; al encontrarse en su sector cálido el tiempo atmosférico

correspondía a cielos con nubes altas que se irían espesando y máximas elevadas, unos 14 °C en la zona de la Alcarria.

Pero el día 8, cuando tenía que empezar la ofensiva, la depresión se profundizó rápidamente y se acercó a las costas asturianas, enviando un frente frío muy activo que provocó un cambio radical en las condiciones atmosféricas, lo que hubiera recomendado un aplazamiento de la ofensiva, como parece que fue indicado por los mandos españoles a los italianos. Pero el general Roatta, totalmente convencido del poder de sus fuerzas, dio la orden de inicio a las 7 de la mañana de un potente bombardeo artillero, con más de 120 piezas, durante media hora y a continuación se lanzaron las unidades blindadas y la infantería, rompiendo rápidamente las líneas del frente.



Según el reanálisis de la situación meteorológica, el frente frío alcanzó de lleno la zona del combate a media mañana, con una considerable disminución de la visibilidad, a la vez que las precipitaciones y el viento aumentaban bruscamente. Esta situación provocó que la artillería tuviera que dejar de apoyar a las tropas que avanzaban. Además, como se ha comentado anteriormente, los aeródromos que tenían los italianos podían sufrir mucho si las condiciones meteorológicas no eran buenas, por lo que no pudieron despegar los aviones de apoyo. En cambio, los republicanos, aunque con mucho riesgo, sí que lo hicieron. Todo esto provocó que solo la columna central italiana y su flanco derecho alcanzaran un éxito relevante, penetrando entre 6 y 12 kilómetros en las defensas republicanas.

El día 9 la meteorología mantuvo una tónica muy parecida, incluso algo peor, ya que las temperaturas descendieron y la precipitación fue en forma de nieve. Los atacantes, mal vestidos, empezaron a sentir frío y a estar empapados por la incesante precipitación. El general Miaja, a cargo de las fuerzas republicanas, envió rápidamente ayuda al sector, con tropas muy preparadas del frente del Jarama y unidades de tanques que se empezaron a concentrar en Torija. Algunas Brigadas Internacionales tomaron contacto con las fuerzas blindadas italianas al mediodía, con violentos combates, pero aun así continuó el avance, que en esta jornada se apuntó otros 15 a 18 kilómetros. Por la tarde los atacantes se vieron forzados a descansar en los alrededores de Brihuega, restando vigor a su ofensiva.

Los mandos del CTV empezaron a darse cuenta de que las condiciones de Guadalajara no eran las de Málaga. Cuando sus unidades mecanizadas tuvieron que salir de las carreteras para desplegarse en los primeros enfrentamientos con las unidades republicanas más fogueadas y para evitar los ataques aéreos que, cada vez, eran más frecuentes e intensos, se quedaron atrapadas en el barro que se formó en los terrenos arcillosos del páramo alcarreño.

Muchos de los infantes tenían una preparación militar muy justa, eran combatientes bisoños, que se encontraron con lluvia, nieve y frío, embarrados, sin su equipación de invierno, sin apoyo artillero ni de aviación, sin rancho caliente y su moral empezó a decaer al anochecer de este segundo día de ofensiva. En estas dos jornadas, los italianos habían avanzado cerca de 30 kilómetros por la carretera de Zaragoza, hasta el kilómetro 82 y otros 15 por la de Brihuega, a tan solo 10 de esta localidad.

El día 10 la atmósfera dio un breve respiro, era el sector cálido de la siguiente borrasca que ya se preparaba en las cercanías de Galicia. De todas formas heló durante la madrugada, con algunos chubascos, alternancia de sol y nubes bajas, con viento moderado; condiciones que, unidas a lo embarrado del terreno, mantuvieron a los aviones «legionarios» en sus aeródromos. Mientras, la aviación gubernamental prosiguió con el castigo de las unidades italianas, que empezaban a saturar las carreteras al no poder salir de ellas. En tierra, las fuerzas republicanas recibieron más refuerzos desde el Jarama, ya que los prometidos ataques franquistas en esta zona no se produjeron, los italianos



Los tanques ligeros o tanquetas italianas Fiat Ansaldo CV-33 o 35 (CV Carro Veloce y el año de fabricación) o L3/33 o 35 (Leggero, como posteriormente fue conocido), con un peso de 3 a 5 toneladas y un motor de tan solo 43 cv, aunque con cadenas, tuvieron grandes problemas en el terreno arcilloso al quedar bloqueados por el barro. También contaban con los anticuados vehículos blindados Ansaldo Lancia, de casi 4 toneladas, con 70 cv pero con ruedas y no cadenas, por lo que era imposible su utilización fuera de las carreteras asfaltadas, más o menos como sucedió con todos los demás vehículos de transporte italianos. En la imagen, una tanqueta Fiat-Ansaldo L3/35 cogida a los italianos durante la batalla de Guadalajara. (Fuente: Biblioteca Digital Hispánica, Biblioteca Nacional de España).

se quedaban solos en la ofensiva. Entre las fuerzas que llegan al frente está el batallón Garibaldi, compuesto por voluntarios italianos, que en breve vivirían su propia guerra civil, al enfrentarse a las tropas del CTV.

En una audaz marcha nocturna, una de las agrupaciones italianas consiguió llegar hasta Brihuega y tomar la localidad; además estableció una pequeña cabeza de puente en la margen izquierda del Tajuña y un dispositivo defensivo en torno a la población, pero sin ocupar las alturas que la rodean. En la carretera a Zaragoza avanzaron otros 5 kilómetros hasta las afueras de Trijueque. Y la brigada Marzo, encargada del flanco derecho italiano, desplazó el frente republicano hacia el oeste y aseguró la carretera de Atienza-Guadalajara.



Antitanque italiano utilizado contra los T-26 republicanos. Puede observarse el barro en la rueda y en la bota del soldado. El frío fue un elemento más en la desmoralización del CTV.
(Fuente: Bundesarchiv, Archivo Federal de Alemania).

Pero las fuerzas republicanas continuaron tomando posiciones y se produjo el primer choque entre los T-26 rusos y las tanquetas italianas, en el que se comprobó que no eran enemigo para los tanques.

El día 11 la nueva borrasca atlántica mandó al frente frío sobre la zona de combate. Importantes lluvias, con nubes bajas, mala visibilidad y fuerte viento impidieron, nuevamente, el despegue de los aviones rebeldes y acentuó, aún más, el cansancio en las tropas italianas. Aun con esto se conquistó Trijueque, con la incorporación de tanques lanzallamas

que causaron pavor entre los republicanos. Las avanzadillas del CTV estaban a tan solo 3 km de Torija, era el kilómetro 75, fue su máximo avance.

Los republicanos consiguieron mantener tropas en el bosque cercano a Brihuega; además, ya eran tres divisiones de infantería en todo el frente, unos 25 000 hombres, acompañadas de importantes fuerzas acorazadas. Mientras, continuó el castigo aéreo, con todo tipo de aviones atacando a las columnas italianas. De nuevo se produjeron grandes atascos que delataban una organización y una disciplina defectuosas en el CTV; mientras, sus tropas faltas de «rancho caliente» no encontraban dónde protegerse de la intemperie. La moral de los italianos siguió debilitándose, el prometido avance rápido contra unas tropas desorganizadas e inferiores, con un apoyo abrumador de artillería y de aviación, se convirtió en un choque de infantería entre unidades de Camisas negras, poco preparadas, contra soldados de las Brigadas Internacionales ya fogueados.

En vista de esta situación, el general Roatta decidió hacer una nueva pausa de 24 horas con el fin de dar tiempo a los franquistas del Jarama a iniciar sus ataques previstos y también para ir preparando un prudente despliegue defensivo. Mientras, la brigada Marzo sí hizo muy buenos resultados conquistando Cogolludo y dejando cercadas a unidades republicanas de la orilla derecha del Henares, en esta parte del frente la situación se complicaba mucho para las fuerzas gubernamentales.

«La suerte está echada», Julio César

El batallón italiano Garibaldi, verdaderos voluntarios que tenían un motivo individual para la lucha —la derrota del fascismo— encuadrado en las Brigadas Internacionales, realizó una gran labor de propaganda dirigida a destruir la moral del CTV. Con altavoces en primera línea y con octavillas lanzadas desde los aviones, exhortaban a los soldados italianos a no disparar contra sus hermanos de la clase obrera, y les garantizaban inmunidad si desertaban llevando sus armas.

El día 12 todavía se mantuvo el tiempo inestable con precipitaciones a primeras horas, nubosidad baja y viento moderado. Fue el momento elegido por las fuerzas de la República para lanzar un contraataque en la parte alta del páramo, combinando infantería, carros y el apoyo de la aviación, lo que les permitió ocupar casi todos los altos que dominan la localidad de Brihuega. El hecho de que el grueso del CTV se encontrase varado en la N-II y no contase con apoyo aéreo facilitó enormemente las tareas de desgaste y bombardeo continuo por parte del bando republicano. A la par, la destrucción de un pequeño puente que salvaba un barranco cerca del puerto de Alcolea del Pinar, en la retaguardia franquista, en el kilómetro 135 de la carretera a Zaragoza, consiguió cortar su red de abastecimiento. Al final del día se produjo una mejoría del tiempo, lo que permitió realizar algunos vuelos a la aviación «legionaria», logrando así que la presión de los aviones de la República disminuyera.



Carretera nacional a Zaragoza atascada con las fuerzas italianas del CTV ante la imposibilidad de salir fuera de las vías asfaltadas al quedarse los vehículos atrapados en el barro. (Fuente: Bundesarchiv, Archivo Federal de Alemania)



En medio del barro los medios de transporte más clásicos pudieron utilizarse mejor que los mecanizados. Material abandonado por los italianos en su retirada. (Fuente: Biblioteca Digital Hispánica, Biblioteca Nacional de España y Bundesarchiv, Archivo Federal de Alemania).

El día 13 los italianos decidieron abandonar Trijueque, pasando a una línea defensiva algo más retrasada; en la retirada abandonaron mucho material tras de sí. Ya habían retrocedido al kilómetro 82 de la carretera nacional. Por el flanco derecho, los republicanos realizaron un ataque envolvente sobre Brihuega con éxito y los italianos aún tenían que retroceder algo más. En vista de esta situación, la brigada Marzo decidió parar sus avances para no exponer más su flanco izquierdo.

Desde el día 14 hasta el 17 el frente se mantuvo estático mientras la aviación republicana destruía objetivos enemigos sin hallar resistencia seria aunque, poco a poco, con

una clara mejoría del tiempo, con cielos poco nubosos y temperaturas más elevadas, los aviones rebeldes pudieron empezar a despegar al ir secándose sus pistas.

El día 15 hubo una reunión entre Franco y el general Roatta, que pidió la retirada del CTV y su sustitución por otras unidades, algo que el futuro dictador español no lo consideró oportuno, ya que la situación italiana no era ni tan delicada ni el desgaste sufrido había sido tan elevado. Se estableció una pausa de cuatro días para la recuperación de las tropas y después seguirían las ofensivas, siendo el primer objetivo el bosque de Brihuega y sus alturas circundantes. Mientras los italianos esperaban, los republicanos preparaban sus tropas para continuar con su contraofensiva, fijando para el día 18 su ataque sobre Brihuega.

«Ellos lo quisieron», Julio César

El día 18 amaneció con una nueva borrasca en las proximidades de la Península, por lo que la zona de la Alcarria se encontraba en el sector cálido, que mantenía el cielo con más claros que nubes y temperaturas relativamente altas, aunque en la madrugada eran posibles los bancos de niebla en la zona de los ríos. De madrugada y amparados en la poca visibilidad, unidades republicanas cruzaron el Tajuña a espaldas de los italianos, situándose en una colina, la cota 1024, desde donde podían dominar la vía de retirada del CTV desde Brihuega, a una altitud inferior e incluso la posición del Estado Mayor italiano. Hacia el mediodía, coincidiendo con la apertura de los claros, los republicanos se lanzaron al ataque, precedidos de unos 50 tanques y tras un importante bombardeo artillero y de aviación. En el páramo, los italianos de la división Littorio consiguieron parar el avance republicano, e incluso ponerlo en aprietos, por lo que el mando gubernamental utilizó la unidad de reserva atacando la cabeza de puente en el Tajuña y empezando el fuego desde la cota 1024. Los italianos pensaron que estaban cercados y se ordenó una retirada, que según qué historiadores sean consultados fue más o menos ordenada o una auténtica desbandada.

Brihuega cayó a media tarde, momento en el que coincidieron dos situaciones contradictorias, por un lado los republicanos cedían en su ímpetu al haber conseguido su objetivo de la toma de esta localidad y por otro las unidades del CTV, incluidas las que sí estaban resistiendo bien, recibieron la orden de retirada general. Ante la perplejidad de los mandos republicanos, las unidades italianas se pierden de vista, retirándose hasta su siguiente línea defensiva, en la zona de Gajanejos, kilómetro 90 de la carretera a Zaragoza.

Entre el 19 y el 23 de marzo una nueva borrasca se situó al suroeste de Irlanda, descendió de latitud hasta el Cantábrico y terminó de cruzar hacia el este en la jornada del 22, dando paso a un importante flujo del norte al día siguiente. Por tanto, el tiempo atmosférico fue muy revuelto durante todos esos días, con precipitaciones, primero en forma de agua y al final del periodo de nieve, con cielo muy nuboso, con nubes bajas, poca visibilidad y viento de moderado a fuerte.

Los días 19 y 20 los republicanos lograron un gran avance hasta llegar a la línea de Ledanca-Hontanares, kilómetro 95 de la carretera a Zaragoza, a la derecha de su ataque y Ledanca-Utande-Muduex-Cogolludo, a la izquierda. En esa línea defensiva los italianos pudieron aguantar, hasta que por fin, el día 23 se empezó a producir el relevo de las

tropas del CTV por unidades españolas y los mandos republicanos decidieron suspender los ataques debido al gran desgaste sufrido por sus tropas; se ordenó la fortificación de la línea del frente y se dio por concluida la batalla de Guadalajara.



Se observa la cantidad de barro en las ruedas de los transportes y en el camino. El no poder salir de las carreteras asfaltadas fue otro elemento más en la desmoralización del CTV, ya que fueron blanco fácil de los ataques de la aviación republicana. (Fuente: Bundesarchiv, Archivo Federal de Alemania).

«Si fallo, es simplemente porque tengo demasiado orgullo y ambición», Julio César.

Conclusiones

Los italianos, aún con el éxito de la batalla de Málaga —del 3 al 8 de febrero— en la cabeza, quisieron volver a entrar rápidamente en combate y la premura en la planificación de esta nueva ofensiva les hizo cometer tres errores graves: el primero fue su absoluto desconocimiento del clima de la Alcarria: los soldados llegan a esta zona con el equipo de verano utilizado en Málaga, pero en la zona de Guadalajara se van a encontrar con temperaturas muy inferiores; el segundo error, subestimar la cuestión de la intendencia, las cocinas de campaña permanecieron muy a retaguardia de la avanzadilla y los soldados estuvieron sin comer caliente durante toda la primera semana; y en tercer lugar, los mapas utilizados y autorizados eran mapas de carretera, en los cuales no estaban indicadas las diferencias de nivel y, por ejemplo, el hoyo de Brihuega se encontraba a la misma altura que el alto de Torija.

Una vez más los rebeldes sí habían ganado una importante cantidad de terreno; pero la batalla de Guadalajara fue mucho más que otra victoria defensiva de los republicanos. El Duce había utilizado abiertamente a sus unidades en España; su ejército, completamente motorizado, con armas modernas, había sido derrotado por un ejército republicano que unos meses antes no existía. El prestigio del CTV quedó arruinado, perdió también su independencia y a partir de ese momento siempre estuvo a cargo del Estado Mayor franquista.

La propaganda gubernamental utilizó extensamente esta victoria y el resultado del combate ayudó a elevar transitoriamente la moral de guerra de los republicanos, en

tanto que esta era su primera gran victoria bélica y más aún evitando un cerco total de Madrid. Tras las batallas del Jarama y de Guadalajara queda claro que el nuevo Ejército de la República ha conseguido formarse y ser efectivo.

Sobre el número total de bajas en uno y otro bando, los historiadores no se ponen de acuerdo. Se cifra entre 5000 y 9000 muertos, heridos o prisioneros en el bando sublevado, la mayoría del CTV, y entre 5000 y 7000 en el republicano, coincidiendo en todos los casos en que las pérdidas materiales de los italianos fueron muy grandes. Para que cada uno saque sus propias conclusiones, tras la batalla la única unidad del CTV que permaneció sin grandes cambios fue la Littorio, la que menos bajas sufrió, mientras que las otras tres divisiones de Camisas negras tuvieron que reorganizarse en solo dos debido al número tan elevado de pérdidas que tuvieron.

Bibliografía

Libros:

AGENCIA EFE. Imágenes inéditas de la Guerra Civil (1936-1939). Segunda edición.

ARÓSTEGUI, J. La Guerra Civil de España (1936-1939). Capítulo 5. Ed. El País.

CRiado, M. A. La guerra civil española, mes a mes. Número 7, La batalla de Madrid, noviembre de 1936. Biblioteca El Mundo.

GUERRA, R. Madrid 1931-1939, Segunda República y Guerra Civil. Ed. Street Art Collection.

JACKSON, G. La República Española y la Guerra Civil.

PAYNE, S. y TUSSELL, J. La Guerra Civil.

SÁNCHEZ, A. y DE MIGUEL, J. Batallas de la Guerra Civil, de Madrid al Ebro (1936-1939). Ed. Libsa.

Internet:

http://www.aemet.es/es/datos_abiertos/AEMET_OpenData (Datos meteorológicos)

<https://www.wetterzentrale.de/es/reanalysis.php?model=noaa> (Reanálisis)

<https://prensahistorica.mcu.es/es/inicio/inicio.do> (Biblioteca Nacional de Prensa Histórica, prensa)

<http://www.bne.es/es/Catalogos/BibliotecaDigitalHispanica/Inicio/index.html> (Biblioteca Digital Hispánica, fotografía)

<https://www.bundesarchiv.de/EN/Navigation/Home/home.html> (Archivos federales de Alemania)

EL AVANCE IMPLACABLE DEL VERANO EN ESPAÑA: ANÁLISIS SOBRE SU PROGRESIVO ALARGAMIENTO

Benito José Fuentes López

Meteorólogo de la Delegación territorial de AEMET en Valencia



(publicado en el blog de AEMET
el 18 de febrero de 2023)



Se dice que la memoria meteorológica es corta, que apenas podemos retener los eventos extremos y que tendemos a exagerarlos. La percepción entre la población, tanto joven como mayor, es que los veranos son más largos y calurosos que en el pasado. ¿Es esta percepción verdadera o no? El siguiente análisis tiene como objetivo proporcionar cifras concretas.

(En la imagen, vista veraniega de Sierra Menera desde el alto de «La Torrecilla». Foto del archivo de Comunicación de AEMET).

Durante décadas se viene registrando un número de récords de días cálidos superior al esperado por simple variabilidad natural (AEMET, 2022) y un aumento de las temperaturas máximas (FUENTES LÓPEZ, 2022), lo cual concuerda con las proyecciones establecidas por los diferentes escenarios de cambio climático. Una de las predicciones es la reducción de los inviernos y la extensión de los veranos. Un estudio realizado por (RODRÍGUEZ BALLESTEROS, 2019) analizó las series de temperaturas de diferentes observatorios del país y encontró que los veranos se están alargando entre 4 y 15 días por década dependiendo de la zona. Este trabajo busca realizar un análisis similar y aplicarlo a todo el territorio nacional.

¿Cómo se realizaron los cálculos?

El primer paso para determinar si hay cambios en el verano es definir qué se considera verano y cuánto dura. Se utilizó la base de datos del reanálisis ERA5 del Copernicus Climate Change Service (C3S) (C3S, 2017) que proporciona datos horarios desde 1940 hasta la actualidad con una resolución espacial de 0,25° de latitud y longitud. Para cada punto se realizaron los siguientes cálculos:

1. Se calculó la temperatura media diaria desde el 15 de junio hasta el 15 de septiembre (Península y Baleares) o desde el 1 de julio hasta el 1 de octubre (Canarias) del periodo de 1991 a 2020. Se utilizó la temperatura media en lugar de la máxima para

evitar incluir periodos fuera del verano que registrasen temperaturas máximas propias de esa estación pero alejadas de un comportamiento típicamente veraniego (con mínimas también altas). De esta manera, se eliminaron esos periodos que podrían confundir y prolongar el verano más de lo necesario.

Por ejemplo, algunos días de abril de 2023 presentaron temperaturas máximas típicas del mes de julio y podría considerarse ese mes como el inicio del verano. Sin embargo, las mínimas fueron propias de la primavera y al calcular la temperatura media se obtendrían resultados algo alejados del valor medio del verano en la mayoría de esos días.

2. A continuación, se estableció un umbral basado en el percentil 30 de la distribución de temperaturas medias diarias. Esto permitió eliminar días atípicos con anomalías negativas muy bajas. Esta metodología mejoró la definición del verano en áreas con mayor variabilidad térmica estival, como las costas gallegas y cantábricas, sin afectar de manera significativa a áreas donde las temperaturas fluctúan menos, como el interior peninsular y las islas.

En la figura 1 se muestran los valores umbrales en cada punto.

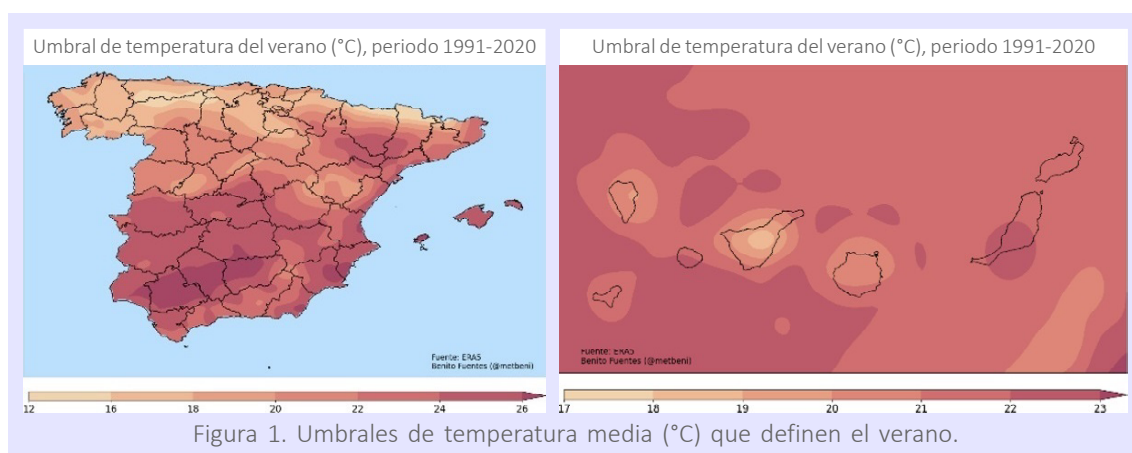


Figura 1. Umbrales de temperatura media (°C) que definen el verano.

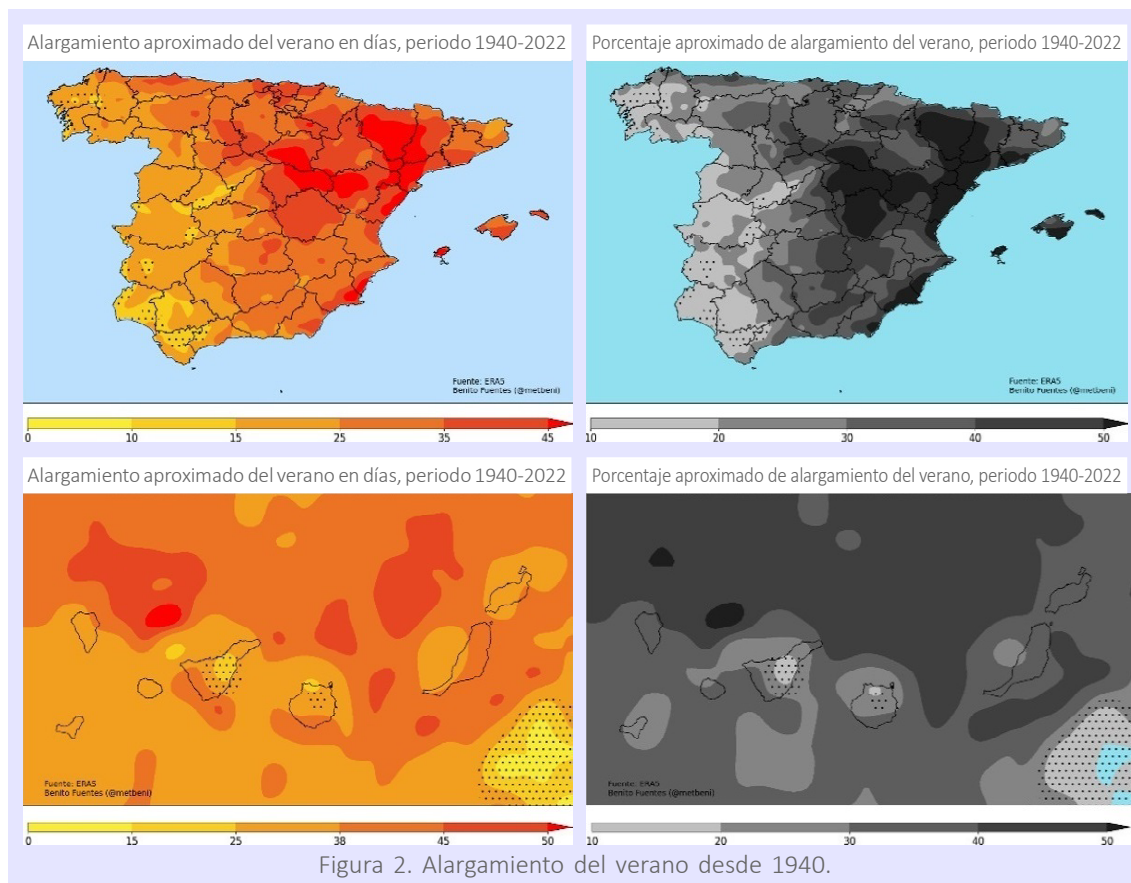
3. Posteriormente, se calculó la temperatura media móvil de nueve días para cada año desde 1940 hasta 2022 y se determinó el primer y último día del año en el que se igualaba o superaba el umbral de temperatura establecido. Se optó por utilizar un periodo prolongado que representara el verano en lugar de considerar un día específico de primavera u otoño con una temperatura excepcionalmente alta, evitando así falsos positivos. Para calcular el valor de un día en particular, se promedió su temperatura con las cuatro fechas anteriores y las cuatro siguientes (un total de nueve días).
4. Finalmente, se analizaron las fechas de los 83 veranos en busca de una tendencia creciente o decreciente utilizando el test de Mann-Kendall (SNEYERS, 1975).

A pesar de que la metodología y los umbrales pueden parecer subjetivos, los resultados obtenidos mostraron un comportamiento consistente y similar cuando se modificaron algunos parámetros (como el percentil, las fechas de junio o septiembre, el periodo climatológico, etc.) lo que indica que efectivamente la duración del verano se está prolongando. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los resultados obtenidos deben considerarse como una aproximación y no como valores absolutos o inflexibles.

Alargamiento del verano

La figura 2 muestra que en casi todo el territorio se detecta un alargamiento evidente del periodo estival desde la década de 1940. El aumento es menor en el suroeste peninsular y mayor en el este-noreste, superando en algunos puntos más de mes y medio. En promedio, los veranos actuales son un mes más extensos que en el pasado. Las áreas punteadas representan regiones cuya tendencia no es del todo clara (con menos del 95 % de seguridad o un p-valor superior a 0,05). En términos porcentuales, el verano se ha alargado más de un 30 % en más de la mitad del país e incluso supera el 50 % en el este-noreste. Cabe destacar que en áreas marítimas del archipiélago canario también se detecta esta fuerte tendencia (se han dibujado en el mar para dar mayor contenido a la imagen).

Es importante señalar que una tendencia ascendente no implica necesariamente que cada verano sea más largo que el anterior. Durante la última década, ha habido veranos más largos y más cortos, pero al analizar un periodo prolongado se observa un predominio cada vez mayor de veranos más extensos y un aumento en su duración.



Si los veranos se están volviendo más largos, esto se logra a costa de «robar» días a la primavera y al otoño. El alargamiento gradual no es uniforme y, en general, es mayor en primavera que en otoño. La extensión hacia la primavera, conocida como «primaverrano», es más notable en el centro y norte peninsular, con valores que superan los treinta días en algunos lugares. Además, la tendencia es clara en casi todo el territorio.

Por otro lado, en las islas Canarias los máximos se registran al norte del archipiélago, y aunque la tendencia es menor y no se puede asegurar con un 95 % de certeza, también se observa una extensión del periodo estival.

En cuanto a la extensión del verano hacia el otoño, conocido como «verano», es menor y no se puede afirmar con un 95 % de certeza que exista una tendencia segura, excepto en las costas cantábricas y mediterráneas, donde se observa un alargamiento de aproximadamente dos o tres semanas. En la mitad oeste del país, la extensión del *verano* es más corta y en la mayoría de los casos no supera una semana. En el caso de las islas Canarias, la extensión del *verano* es similar a la del *primaverano* y también muestra tendencias claras.

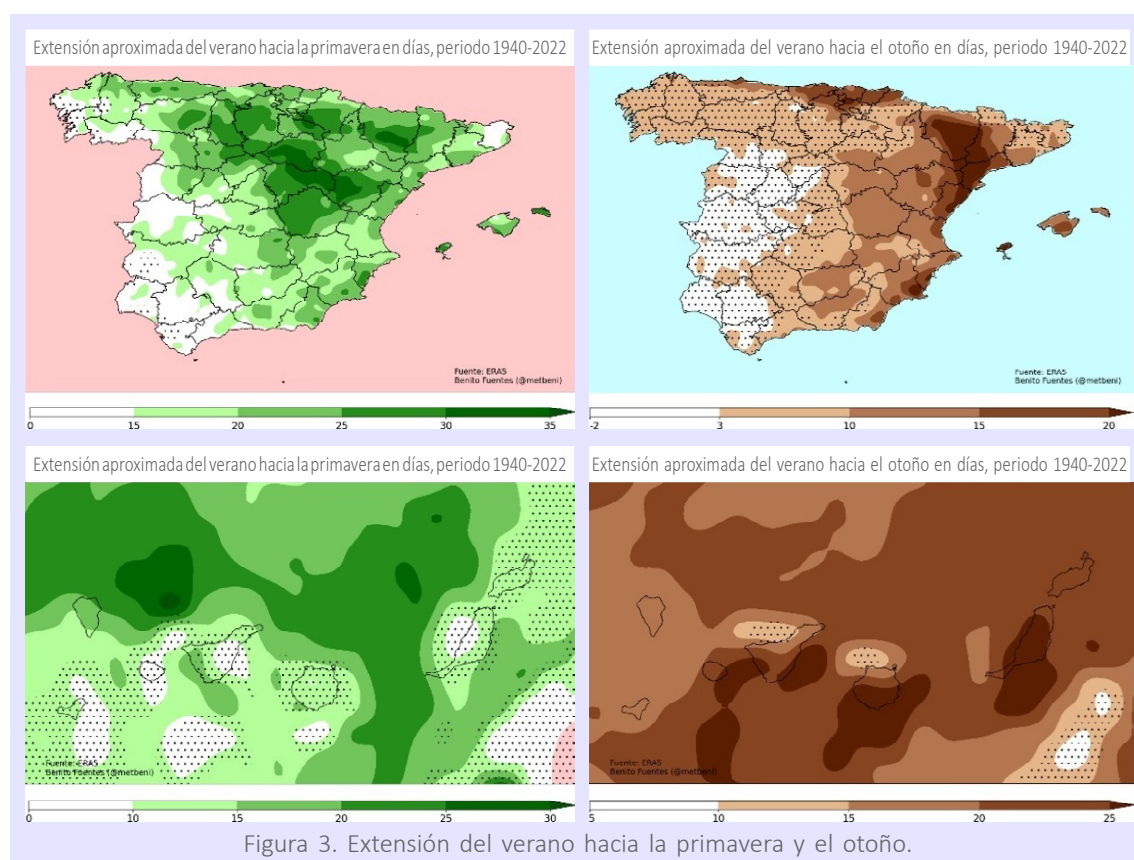
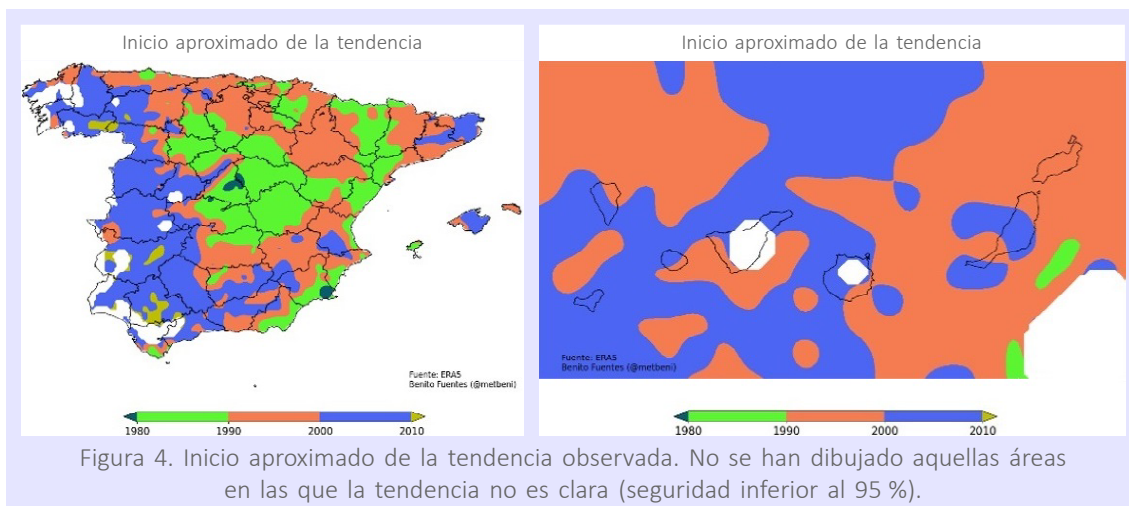


Figura 3. Extensión del verano hacia la primavera y el otoño.

Ante los resultados obtenidos en este análisis, surge la tentación de extrapolar hacia el futuro e imaginar cómo podría ser la extensión del verano en otros 83 años. Sin embargo, esta proyección debe realizarse con extrema cautela, ya que el alargamiento paulatino del verano no es lineal ni monótono, sino que presenta épocas con fuertes tendencias, estancamientos e incluso reducciones ligeras. En general, la tendencia ascendente se ha detectado a partir de las décadas de los 80 y 90 del siglo XX, es decir, en la segunda mitad del periodo estudiado. En amplias zonas del oeste peninsular y en las islas Canarias, la tendencia no comenzó hasta el presente siglo. En otras palabras, es posible que el calentamiento se esté acelerando.



Conclusiones

El análisis riguroso de datos confirma que los veranos en España se están alargando de manera alarmante, superando en algunos casos más de un mes y medio. Esto no es solo una percepción subjetiva, sino una realidad respaldada por evidencia científica.

La prolongación del verano tiene consecuencias devastadoras para el equilibrio ecológico, la salud humana y la economía. El aumento de las temperaturas extremas y la mayor duración del calor impactan negativamente en los ecosistemas, aumentan los riesgos de incendios forestales y afectan la disponibilidad de recursos hídricos. El alargamiento del verano implica una redefinición de los calendarios agrícolas, ajustes en la gestión del agua, modificaciones en la infraestructura urbana y una mayor conciencia en la prevención de riesgos asociados al calor.

Nos enfrentamos a un futuro en el que los veranos sofocantes y prolongados se convertirán en la nueva norma. Es responsabilidad de todos, desde los gobiernos hasta los ciudadanos, tomar medidas de adaptación y mitigación.

Para finalizar, en la figura 5 se presenta un análisis del comportamiento estival en varias ciudades. En el gráfico, el área resaltada en rojo representa la extensión de cada verano, mientras que las líneas rojas indican el promedio del inicio y finalización del verano durante el periodo 1991-2020. Asimismo, la línea verde muestra la tendencia del «primaverano» y la línea marrón refleja la tendencia del «veroño». Estas representaciones visuales permiten visualizar de manera clara y concisa cómo ha evolucionado la duración de las transiciones entre la primavera y el verano, así como entre el verano y el otoño.

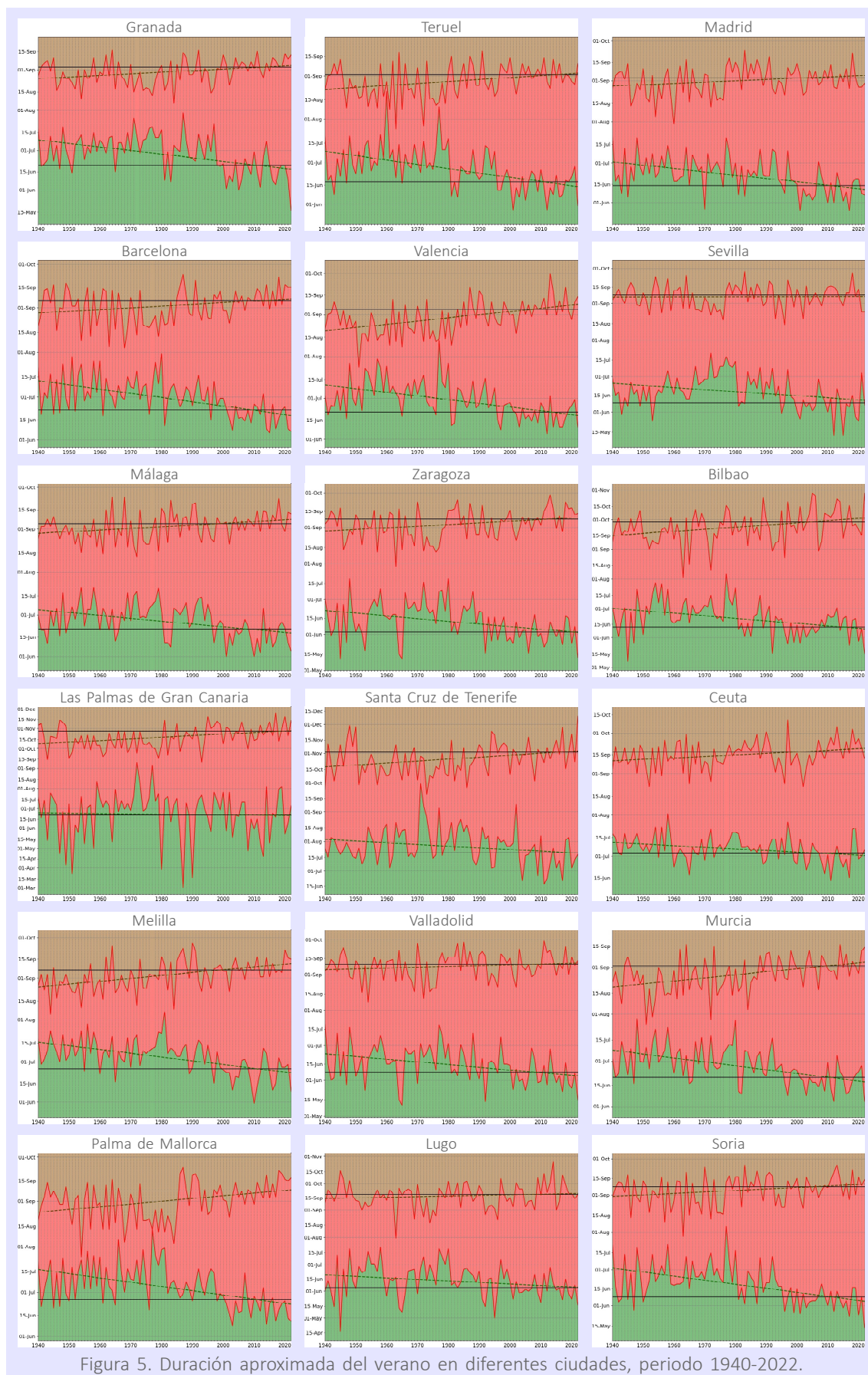


Figura 5. Duración aproximada del verano en diferentes ciudades, periodo 1940-2022.

Referencias

Libros:

AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA (AEMET), 2022. Informe sobre el estado del clima de España 2021.

https://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/recursos_en_linea/publicaciones_y_estudios/publicaciones/Informes_estado_clima/IECLI_2021_baja_res.pdf

FUENTES LÓPEZ, B., 2022. ¿Cómo se están extremando las temperaturas del país? Naukas. <https://naukas.com/2022/02/02/como-se-estan-extremando-las-temperaturas-del-pais/>

RODRÍGUEZ BALLESTEROS, C., 2019 ¿Son los veranos en España cada vez más largos? Mapas y gráficos climatológicos. <https://climaenmapas.blogspot.com/p/durverano.html>

COPERNICUS CLIMATE CHANGE SERVICE (C3S), 2017. ERA5: Fifth generation of ECMWF atmospheric reanalyses of the global climate. Copernicus Climate Change Service Climate Data Store (CDS). <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/home>

SNEYERS, R., 1975. [Sobre el análisis estadístico de las series de observaciones](#). OMM, Nota Técnica 143, OMM-No 415. 192 p.

Enlace de interés:

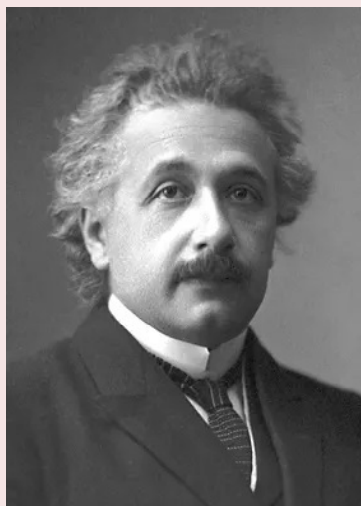
[El ocaso del invierno en España: análisis sobre su progresiva reducción](#)

ALGUNOS COMENTARIOS A PROPÓSITO DEL CENTENARIO DE LA VISITA DE EINSTEIN A ESPAÑA

Alejandro Méndez Frades
Meteorólogo de AEMET



(publicado en el blog de AEMET
el 29 de julio de 2023)



El pasado mes de marzo se cumplió el centenario de una efeméride que para la historia de la ciencia española ocupa un protagonismo especial. En esta artículo se tratará de la visita de Albert Einstein (1879-1955) a España durante los meses de febrero y marzo de 1923, transcurridos dos años desde que fue reconocido con el Premio Nobel, y de los contactos que tuvo con destacados científicos españoles, varios de ellos relacionados con la meteorología. En la imagen, retrato del famoso físico alemán tomado en torno a 1923.

Imagen disponible como dominio público en Wikimedia Commons: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Albert_Einstein_\(Nobel\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Albert_Einstein_(Nobel).jpg).

El pasado mes de marzo se cumplió el centenario de una efeméride que para la historia de la ciencia española ocupa un protagonismo especial. Se trata de la visita de Albert Einstein (1879-1955) a España durante los meses de febrero y marzo de 1923, transcurridos dos años desde que fue reconocido con el Premio Nobel gracias a sus explicaciones sobre el efecto fotoeléctrico.

Este viaje se debió a una invitación del físico Esteban Terradas y del matemático Julio Rey Pastor. Su llegada tuvo lugar en Barcelona el 22 de febrero de aquel año, acompañado de su esposa Elsa. El periplo continuó después por Zaragoza, Madrid y Toledo, ciudades donde fue agasajado con multitud de actos, audiencias y recepciones con la elite cultural del país. Así, tuvo la ocasión de departir con Cajal, Cabrera, Ortega y Gasset o Marañón, entre otros. Por su parte, la sociedad española lo recibió como si de un héroe se tratase, a pesar de no entender la trascendencia de sus investigaciones.

En Madrid, Einstein visitó el Laboratorio de Investigaciones Físicas y Química de la Junta de Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (JAE) el 2 de marzo de 1923. Era

la dependencia científica con mayor proyección del momento gracias a la eficaz gestión del físico canario Blas Cabrera (1878-1945). De esta visita se conserva una fotografía que traemos a colación no solo porque se trata del único vestigio gráfico que disponemos de este encuentro, sino con el propósito de comentar la vinculación que tienen algunos de los personajes que aparecen con la meteorología española (figura 1).



Figura 1. Visita de Albert Einstein al Laboratorio de Investigaciones Físicas el 2 de marzo de 1923.
De izquierda a derecha: Blas Cabrera (de perfil), Arturo Duperier (en segundo plano),
Albert Einstein, Julio Palacios y Miguel Catalán (con bata).
Fuente: Archivo General de la Administración (AGA).

En primera fila, identificamos naturalmente a Einstein. Es prácticamente el único que fija su mirada ante el fotógrafo. Se muestra serio y sin embargo con postura afable. A la izquierda y de perfil, reconocemos a Cabrera, vestido con un recato burgués acorde con la brillantez de su acreditada galanura científica. Entre los dos mencionados y en un segundo plano reconocemos a Arturo Duperier (1896-1959), alto, vestido elegantemente acorde con la ocasión y con una lozanía que nos insinúa los nuevos bríos que infundió la Edad de Plata a la ciencia española durante esta época. Cuando se hizo esta fotografía, Duperier ya era un miembro destacado de la prole espiritual de don Blas y llevaba dos años como Auxiliar en el Servicio Meteorológico Español (actual, AEMET). La radiación cósmica aún no había llamado a su puerta. Estamos, por tanto, ante la única instantánea en la que aparece un Meteorólogo del Estado posando con el Nobel alemán.

Además de la amistad que les unió y del común interés por afrontar los desafíos de la Física de su tiempo, Cabrera y Einstein comparten una vinculación con la meteorología

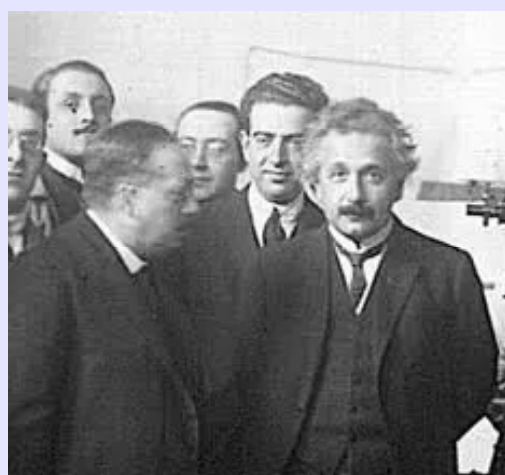


Figura 2. El entonces Auxiliar de Meteorología Arturo Duperier, entre Blas Cabrera (izquierda) y Albert Einstein (derecha). Fuente: Archivo General de la Administración (AGA).

española que es digna de mención. El primero de los mencionados logró el grado de doctor en 1902 gracias a una investigación que nada tiene que ver con la especialidad para la que se consagró años después. La tituló *La variación diurna del viento* y representa un primer antecedente en castellano de la micrometeorología (figura 3). Asimismo, fue vicepresidente de la Sociedad Española de Meteorología (SEM), la primera organización colegiada de carácter meteorológico que se formó en nuestro país. Por su parte, Einstein coincidió someramente con algunos meteorólogos españoles. A Francisco Morán Samaniego (1901-1984) le dio formación durante el curso 1927-1928 en la Universidad de Berlín y con Manuel Ledesma Jimeno coincidió en Estados Unidos durante una estancia. El alemán entabló una estrecha amistad con el físico aragonés Jerónimo Vecino Varona, vocal de la primera junta directiva de la SEM. Incluso, el propio Einstein dedicó a la meteoróloga Felisa Martín Bravo (1898-1979) un ejemplar de su Teoría de la Relatividad con ocasión de una de las conferencias que pronunció en Madrid durante esta visita que estamos refiriendo.

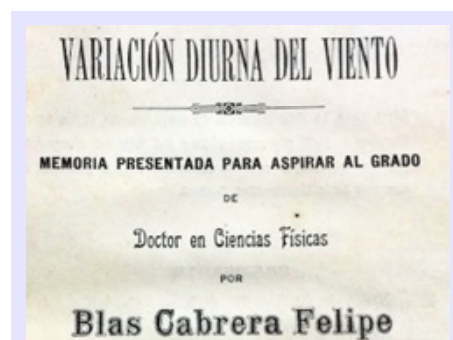


Figura 3. Portada de la tesis doctoral de Blas Cabrera, conservada en el Archivo Histórico Nacional.

Volviendo a la fotografía de la figura 1, a la derecha de nuestro protagonista, reconocemos a Julio Palacios Martínez. Este notable físico, que con los años se mostró muy crítico con la Relatividad General de Einstein hasta el punto de proponer una teoría alternativa que preservara los conceptos newtonianos del espacio y tiempo, fue el director de tesis de la mencionada Felisa Martín Bravo, la primera mujer española doctora en Física y la primera que ingresó en el Cuerpo de Meteorólogos y Auxiliares (1928). Martín Bravo es triplemente pionera, pues además fue la primera presidenta de la Asociación Meteorológica Española (AME), organización que en 1964 recogió el testigo de su antecesora, la SEM.

Palacios llegó a ser vicepresidente cuando se fundó la SEM y en su equipo de investigación contó, años después, con José Antonio Barasoain, un notable meteorólogo que detentó la jefatura de la Oficina Central en la década de los setenta.

Aunque el protagonismo de esta visita se redujo al ilustre huésped y a la alta aristocracia de la física española de la España finisecular, no pasó tan desapercibida como cabríamos pensar para el ámbito meteorológico español. De alguna forma, el Servicio Meteorológico no ha permanecido al margen de los principales acontecimientos científicos de nuestro país.

Para saber más

GLICK, 1986. Einstein y los españoles: ciencia y sociedad en la España de entre guerras, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 327 pp. En este [enlace](#) puedes acceder a su contenido.

GONZÁLEZ DE POSADA y BRU VILLASECA, 1996. Duperier, mártir y mito de la ciencia española, Diputación de Ávila – Institución Gran Duque de Alba, 314 pp.

MAGALLÓN PÓRTOLES, 2010. Del laboratorio de investigaciones físicas a la meteorología: la primera española doctora en física: Felisa Martín Bravo. Publicaciones de la Residencia de Estudiantes e Institución Libre de Enseñanza (eds.). La Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas en su centenario, pp. 763-791.

MÉNDEZ FRADES y PALOMARES CALDERÓN, 2022. Francisco Morán Samaniego: Meteorología y Física del Aire en la España del siglo XX. Publicaciones de AEMET, 259 pp.

LA METEOROLOGÍA EN LA VIDA Y OBRA DE JOAQUÍN SOROLLA

Manuel Antonio Mora García

Meteorólogo y Delegado territorial de AEMET en Castilla y León



(publicado en el blog de AEMET
el 10 de agosto de 2023)



Este año se cumple el primer centenario del fallecimiento del pintor Joaquín Sorolla Bastida (Valencia, 27/02/1863 – Cercedilla, 10/08/1923), uno de los grandes maestros de la pintura española de finales del siglo XIX y principios del siglo XX.

Joaquín Sorolla es el “pintor de la luz”, esa luz espléndida que inunda las playas mediterráneas en un día de verano, pero también es el pintor de la tenue luz tamizada por las nubes en un día de lluvia, de tormenta o de nieve, incluso es capaz de retener con su pincel el instante fugaz de un arcoíris.

El arco iris, El Pardo. 1907. Museo Sorolla NI 00789.



La vida y obra de Joaquín Sorolla se podría resumir con esta frase del escritor Antonio Gala:

«El que es pintor abre, al nacer, el más estricto de los sentidos, los ojos a la luz. Y la luz le dará el más estricto sentido a su vida.»

Antonio Gala

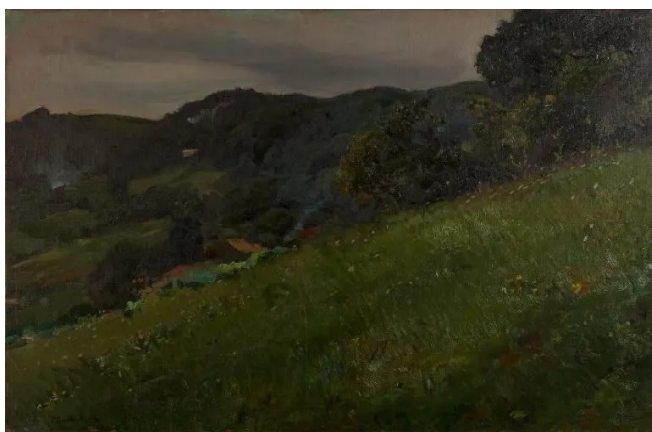
O en palabras del propio Sorolla, en una carta dirigida a su esposa, Clotilde García del Castillo:

«[...] ya te he contado mi vida de hoy, es monótona, pero qué hacerle, siempre te digo lo mismo, pintar y amarte, eso es todo ¿¿te parece poco??»

Sorolla poseía una habilidad única, captar simultáneamente la luz y el movimiento transmitiendo emociones. Delante de sus cuadros podemos llegar a «sentir» el frescor de la brisa del mar gracias a la radiante luz, el movimiento de las olas y la vibración de las velas henchidas por el viento en una playa mediterránea, o «sentir» la humedad de un prado asturiano bajo la luz mortecina de un cielo gris.



[La vuelta de la pesca](#). 1894. Musée d'Orsay.



Paisaje de Muros de Pravia. Asturias. Museo Sorolla NI 00647.

Las obras de Sorolla más conocidas son las relacionadas con escenas marineras ambientadas en las playas levantinas, con niños correteando o bañándose, pescadoras y pescadores o barcas, donde la espléndida luz mediterránea es protagonista, pero en su dilatada obra encontramos paisajes de otras zonas de la geografía española, tanto costeros como de interior y con todo tipo de condiciones lumínicas. Sorolla también fue un gran retratista (emulando a su admirado Velázquez) y entre sus clientes se encontraban todo tipo de personalidades, desde el rey Alfonso XIII hasta el presidente de EE. UU., para los que realizó sendos retratos.

Como aficionados a la meteorología, queremos sumarnos a los actos conmemorativos del centenario del fallecimiento del «pintor de la luz» que también fue «pintor de nubes y meteoros».

Gracias a sus obras paisajísticas, desde rápidos apuntes, «impresiones» o «notas de color» en pequeño formato, hasta obras más elaboradas, podemos rememorar algunos episodios de tiempo adverso de finales del siglo XIX y principios del siglo XX, y también constatar la realidad del cambio climático.

La nutrida correspondencia del autor, que se conserva casi en su totalidad y en la que se describe el estado del tiempo prácticamente a diario, junto a algunas fotografías y la información de los boletines meteorológicos diarios de los incipientes servicios meteorológicos, nos permiten conocer el tiempo durante la ejecución de sus obras.

La colección del Museo Sorolla contiene gran parte de su obra pictórica, archivos personales, fotografías, etc. Gracias a este museo virtual y la consulta de otras obras pictóricas disponibles en internet (galerías de arte, museos, Wikipedia, etc.) hemos podido estudiar la obra de Joaquín Sorolla desde el punto de vista de la meteorología.

El presente artículo es el resumen de un completo trabajo que se publicará en varias entregas a través del repositorio de AEMET Arcimis (<https://repositorio.aemet.es/>).

Sorolla y el tiempo

Como pintor al natural de paisajes, Sorolla permanecía durante horas a la intemperie, y por tanto estaba pendiente del tiempo reinante. En sus trabajos en las playas, tanto mediterráneas como cantábricas, debía protegerse del sol y guarecerse del viento, por lo que además de llevar sombrero, utilizaba parasoles o sombrillas (que además modulaban la intensidad de la luz y protegían el lienzo), e instalaba parapetos para protegerse del viento y de los curiosos.

En la siguiente fotografía podemos verle pintando el cuadro titulado «Niños en la playa» en un soleado día de junio de 1916, donde aplica una técnica del encuadre fotográfico, un plano medio y en picado que impide ver el cielo, característica de algunas de sus obras. Podría pensarse que los cielos no le interesaban, pero como veremos más adelante, las nubes y los meteoros son los auténticos protagonistas en muchas de sus obras.



Izquierda: Joaquín Sorolla pintando en el Cabañal (Valencia). Anónimo. 06/1916-07/1916. Museo Sorolla. NI 80171. Derecha: [Niños en la playa](#). Wikipedia.

La temperatura, la humedad, el viento, la insolación, y meteoros como la lluvia, la tormenta o la nieve, son variables meteorológicas que influyen en la salud y el estado anímico de las personas, pero en el caso de Joaquín Sorolla, parece ser que lo hacían de forma exacerbada, tal vez porque condicionaba la ejecución de sus obras.

CARTAS A CLOTILDE GARCÍA DEL CASTILLO

3-4 de diciembre de 1907. Valencia

[...] el viento horrible que hacía, y frío por ser poniente, me tiró el cuadro, que he podido pillar en el aire sin que afortunadamente se borrara nada.

17 de febrero de 1908. Granada

Estoy muy cansado alma mía, tengo verdadero cansancio y es debido al calor, más propio del mes de junio que del invierno; ahora, que con esta sudada de hoy nada me he resentido de dolores en la espalda, lo cual te demuestra que no hay que pensar mal, es reuma cogido en los jardines.

23 y 24 de abril de 1908. Londres.

El día me tiene muy triste, pues es tremendamente negro y lluvioso, ahora lo que hay no es luz, y son las 4 y media.

Su gran amigo, el escritor valenciano Vicente Blasco Ibáñez, relataba en un artículo dedicado al artista en 1900 *«tras 10 horas de trabajo en la playa, a cielo libre, desafiando el rabioso sol en «El Cabañal» volvía al anochecer a su casa con la cara cocida, el sombrerito de paja echado hacia atrás y abierto el cuello de la camisa[...]»*. Continuaba diciendo que *«Hay sin duda una Providencia que vela por los grandes artistas, y ese sol que todos los veranos mata algún trabajador del campo, todavía no ha podido con Sorolla, valeroso soldado de la pintura que, como si fuera una salamandra, se pasa el día entero entre la arena que vomita llamas; sin quitasol, porque su sombra podría modificar la visión clara y precisa de la luz y los objetos; sin otro abrigo que la minúscula ala de su sombrero, pinta que pinta olvidado de todo, embriagado por la hermosura de la Naturaleza a la misma hora en que las calles quedan desiertas, la vida parece suspenderse y, aterrados por el calor insufrible, nos refugiamos en los rincones más húmedos y oscuros.»*

En las obras a las que dedicaba más tiempo, le interesaba que existiera cierta continuidad en las condiciones atmosféricas que aseguraran las mismas características de luminosidad ambiental. Durante el verano visitaba con asiduidad las playas levantinas, buscando en muchas ocasiones la luz del atardecer que ilumina el paisaje de forma especial, al adquirir una tonalidad rojiza o anaranjada resultado de la fuerte dispersión de los rayos solares al atravesar la atmósfera. Sorolla llamaba a este instante «último rayo de sol».

CARTA A CLOTILDE GARCÍA DEL CASTILLO

Granada, 25 de noviembre de 1909

He tenido un pésimo día, pues ni estaba nublado ni dejó de hacer sol a ratillos, que es lo peor que puede ocurrir a un pintor. Me he desesperado, y he pasado mucho frío en la mañana. Para fin del día, estaba esperando poder trabajar en un estudio de último rayo de sol y después de esperar una hora no quiso asomar la cara, en fin, un mal día y unas rabietas que me dejan más deshecho que una larga caminata.



Pescadora con su hija. Valencia. 1908. Museo Sorolla NI 00814.

Sorolla pintor del atardecer

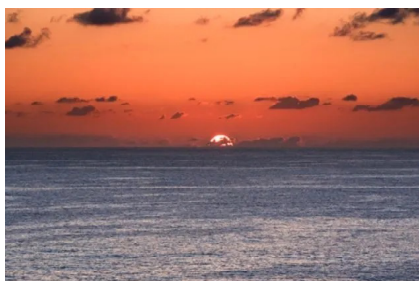
Joaquín Sorolla tenía predilección por la luz solar del atardecer, con sus tonos anaranjados, amarillos o rosáceos, como muestra en muchas de sus obras, tanto en escenas de playa como en paisajes.

CARTA A CLOTILDE GARCÍA DEL CASTILLO

Sevilla, 17 de febrero de 1908

Ayer cuando ya puesto el sol, quedaba la luz crepuscular iluminando la Giralda, descubrimos Vega y yo que tiene la torre muchos ladrillos dorados pues parecía que estaba encendida. La tranquilidad de la hora, el ambiente cálido asalconado de la atmósfera y la nota preciosa del agua del río, eran un conjunto tan simpático que costaba trabajo dejarlo.

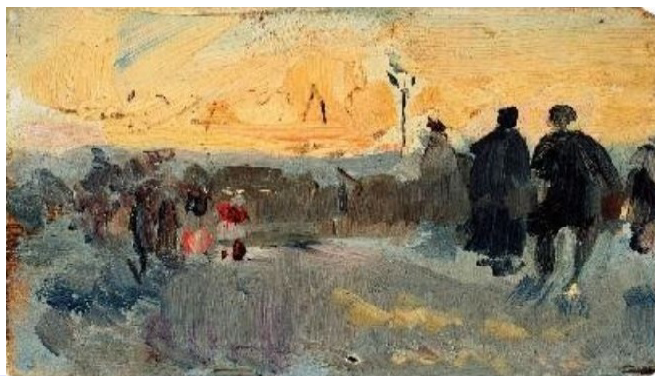
Foto: AEMET



Contemplando el mar. Jávea. 1905. Museo Sorolla. NI 00818.

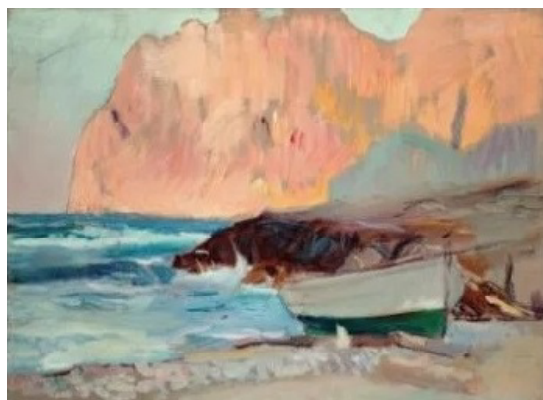
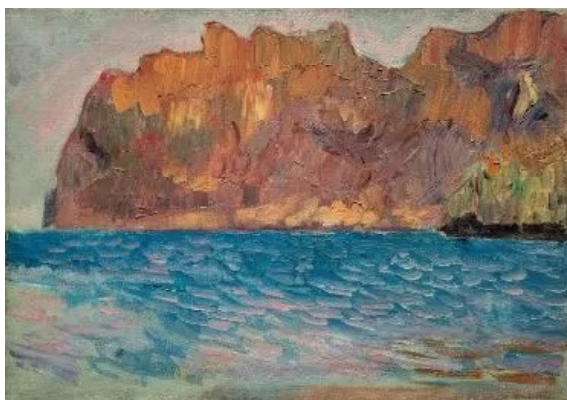
Elena en la playa. Valencia. 1909. Museo Sorolla NI 01451.

El estilo de sus paisajes, varía a lo largo de los años, al igual que su paleta de color, desde el realismo en sus primeras obras a cierta similitud con el impresionismo, el expresionismo o el fauvismo en su madurez. Las «notas de color» le daban gran libertad para interpretar los paisajes y plasmar la impresión del momento, en este caso del atardecer:



Izquierda: Venecia. Otoño de 1885. Museo Sorolla. NI 00083.
Derecha: Puesta de sol. 1889. Museo Sorolla. NI 00430.

En estas dos obras podemos ver el mismo escenario con la diferente luz de la tarde, una versión adaptada al paisaje de la célebre serie sobre la catedral de Rouen del impresionista Claude Monet:



Izquierda: El Cavall Bernat, Cala de San Vicente. Mallorca. Agosto 1918. NI 01260.
Derecha: Una barca en la Cala de San Vicente. Mallorca. Agosto 1918. NI 01261.

Sorolla pintor de fenómenos ópticos

En este cuadro vemos un fenómeno óptico que aparece al amanecer o al atardecer, el resplandor alpino o «Alpenglühén», producido al incidir los primeros rayos solares (anaranjados) en las cumbres montañosas. La fotografía de nuestro compañero Rubén del Campo nos muestra el mismo fenómeno con el mismo fondo, la sierra de Guadarrama.



Foto: Rubén del Campo

[Las Zorreras. Sierra de Guadarrama. 1907.](#)
Reproducción con permiso de Sotheby's.

Foto: Rubén del Campo



Las irisaciones o iridiscencias son fenómenos ópticos producidos por la refracción de la luz en cristales de hielo de las nubes.

Esa coloración especial del cielo sin duda atraía la atención de Joaquín Sorolla e inspiró algunas de sus obras, como vemos a continuación.



Nubes. Jávea. 1905. Museo Sorolla NI 00468.

El arcoíris se produce por la refracción y reflexión interna de los rayos de sol en las gotas de lluvia. El arcoíris es un fenómeno óptico efímero y de gran belleza, realizada en esta obra por su reflejo especular en la superficie encharcada tras la tormenta.



Arcoíris. Valencia. 1902. Museo Sorolla NI 00223.

Sorolla pintor de nubes

En la extensa obra paisajística de Joaquín Sorolla, alternan los cielos despejados con los cielos nubosos o cubiertos. Las nubes según su aspecto se clasifican en géneros, especies y variedades, agrupándose según su altura y espesor en nubes bajas, medias, altas y de desarrollo vertical.

Las nubes que observamos no permanecen estáticas, sino que están en continuo movimiento desplazadas por el viento presente en la atmósfera libre y las corrientes verticales. Su aspecto también cambia continuamente, de forma instantánea e imperceptible debido a los procesos microfísicos que ocurren en su interior. La coloración de las nubes depende de su constitución y la posición del sol en el momento de observarlas.

El estilo pictórico de Sorolla, con pinceladas largas y cargadas, donde predominan las formas y el color sobre el dibujo, recoge la esencia de todo lo anterior. Por ello, a diferencia de otros paisajistas más realistas, con una visión más fotográfica e instantánea, las nubes de Sorolla no presentan contornos definidos, podríamos interpretar que resumen esa continua evolución durante el periodo de ejecución de la obra. En algunos casos, también realiza su propia adaptación para integrarlas en el conjunto de su obra, con un estilo propio que se aleja de la estricta realidad.

En esta nota de color (imagen de la derecha) podemos observar nubes del género *cumulus*, nubes de desarrollo vertical, apareciendo por la derecha la base gris de una nube del género *cumulunimbus*. En este tipo de nubes se producen ascendencias y descendencias que producen turbulencia. Las pinceladas de Sorolla, nos transmiten esa sensación de movimiento y turbulencia.



Mar de San Sebastián. Zarauz. 1910.
MS 00911.

En esta obra (imagen inferior) podemos ver los diferentes matices de blancos y grises de los *cumulus*, en función del espesor de la nube, su contenido de agua y la iluminación que reciben.



Playa del Gros. San Sebastián. 1917-18.
Museo Sorolla. NI 01004.

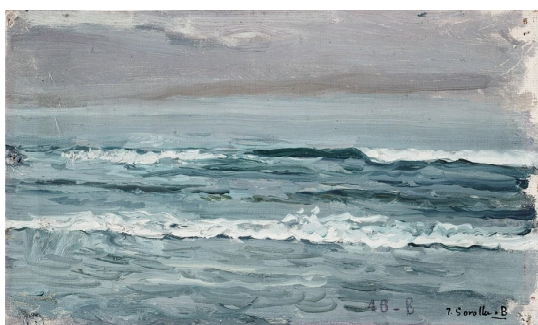
La dimensión vertical de estas nubes se aprecia en la siguiente nota de color, donde aparece la parte superior iluminada directamente por los rayos de luz anaranjados, a punto de desaparecer por el horizonte, mientras el resto del paisaje es iluminado indirectamente por la radiación solar difusa.



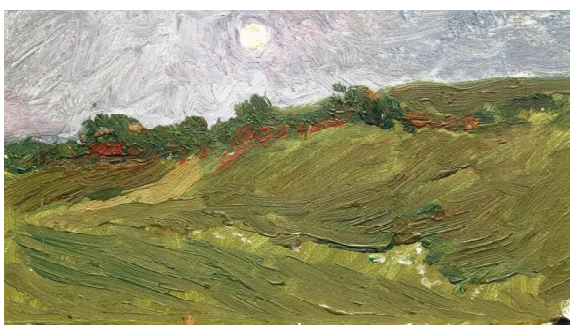
Foto: Rubén del Campo

Zarauz. 1910. Museo Sorolla. NI 00883.

En la obra inferior izquierda vemos nubes medias del género *altostratus* sobre el mar. Este tipo de nubes tienen una gran extensión horizontal, presentándose en capas. Sorolla representa estas nubes con largas pinceladas horizontales de color gris. En la nota de color inferior derecha vemos el sol velado por *altostratus* de la variedad *translucidus*.



Mar de Valencia. 1899. Museo Sorolla. NI 00509.



Paisaje. Asturias 1902-1904. MS. NI 00635 L.

Las nubes que se aprecian en el cuadro inferior izquierda podrían considerarse nubes altas del género *cirrus* y especie *spissatus*. Como ejemplo de nubes bajas, en la obra inferior derecha se aprecian *stratus* de la especie *fractus*.



Estudio de chumberas. Sevilla.
23/10/1914-9/12/1914. MS. NI 01089.



El monaguillo. 1885-1886. Roma. Museo Sorolla.
NI 01427.

Sorolla y la lluvia

La pintura al aire libre se ve dificultada cuando el viento es intenso, capaz de derribar el caballete o cuando llueve. En este último caso solo es posible pintar a cubierto. Por ello no son frecuentes las obras pictóricas sobre este tema. Sin embargo, en la obra de Sorolla hay varios cuadros relacionados con la lluvia y las tormentas, probablemente realizadas desde el porche de una terraza en la playa o desde la ventana de un edificio en los paisajes urbanos.



15 de diciembre de 1907. Valencia

La mañana ha sido en principio regular, luego se estropeó de una manera terrible por el excesivo viento, he tenido que suspender mi trabajo, pero no he perdido la mañana; la tarde es la que veo mal, témome que tendré que refugiarme en la terraza del restaurante y desde allí ver si hago algo o perder la tarde, todo es preferible a esto último.

Una calle de Italia. 1885. Museo Sorolla. NI 00068.

En esta obra (abajo) podemos ver la oscura base de un *cumulonimbus*, de un color violáceo, mientras la intensa precipitación cae en cortinas inclinadas a distancia. Se aprecian claros en el cielo, a través de ellos aparece el reflejo amarillo del sol en el mar, por lo que teniendo en cuenta la posición e inclinación de las sombras de los bueyes podría coincidir con el comienzo del día. La convección nocturna en el Mediterráneo que perdura hasta el amanecer suele producirse en situaciones de gran inestabilidad por la presencia de una dana (depresión aislada en niveles altos).



[Día gris en la playa de Valencia. 1901.](#)
Colección particular.

En este cuadro (derecha) se representa un fuerte temporal, con gran oleaje y las barcas recogidas en tierra. La nubosidad es de tipo *stratus* y *nimbostratus*, con precipitación a distancia. El mar tiene una tonalidad marrón-rojiza. Esa tonalidad probablemente se deba a la llegada de aluviones por las precipitaciones intensas en el interior, que descargan en el mar por ríos o ramblas con crecidas repentinas, como describe Sorolla en su carta:



[Tarde tormentosa](#). 1904.

Reproducción con permiso de Sotheby's.

[...] la tarde de ayer la aproveché muy bien, cosa que pongo muy en duda hoy pues está entaravillat y bochornoso, calor, calor. La mañana de hoy la he aprovechado empezando una cosa de niños en el mar, he rabiado como de costumbre y he hecho poco, veremos mañana; si el tiempo sigue bueno entonces podré terminarlo con los tres días que me quedan en Valencia, esperar más es inútil dado lo avanzado de la estación, a más que si lloviera y volviéramos al agua roja sería inútil.

(28 septiembre 1910, playa del Cabañal, Valencia)

Sorolla y la nieve

La nieve, por sus singulares efectos lumínicos y por su carácter efímero siempre suscitó el interés de Sorolla, quedando plasmada en sus cuadros. La obra pictórica de Joaquín Sorolla se desarrolla durante la transición entre el periodo climático conocido como la pequeña Edad del Hielo y el actual calentamiento global, por tanto una época con temperaturas inferiores a las actuales y con frecuentes nevadas que reflejó en sus obras.

Durante su periodo de formación en Italia (1885-1889), tuvo ocasión de experimentar con paisajes nevados.

En 1899, tras volver de Italia y recién casado, Joaquín Sorolla fijó su domicilio familiar en Madrid. Sin embargo, por motivos profesionales y familiares realizaba varios viajes al año por España y por el extranjero. Esos primeros años de estancia en Madrid fueron los más fríos en Madrid y buena parte de España desde que hay registros.

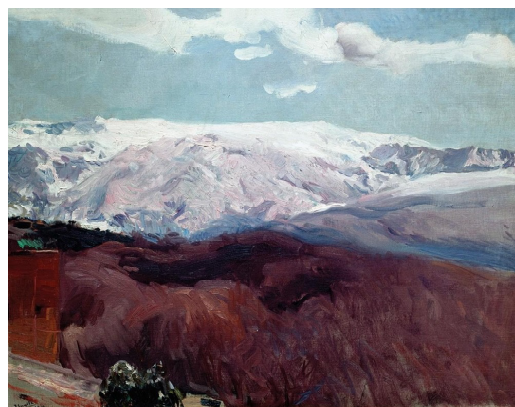


[Efecto nieve](#). Cortesía de Sotheby's.

En su estancia en El Pardo durante el invierno de 1907, realizó varios cuadros de la sierra de Guadarrama, entre las que destaca esta vista de la Pedriza (abajo, izquierda), con las cumbres nevadas y nubes de tipo *stratocumulus* arrojando su sombra sobre la sierra. También realizó varias obras en Granada, con vistas de Sierra Nevada cubierta de nieve (abajo, derecha).

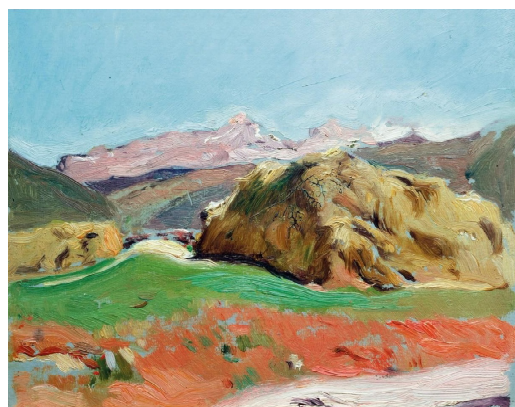


[Vista de la Pedriza desde El Pardo. 1907.](#)



Sierra Nevada en Invierno. 02/1910.
Museo Sorolla. NI 00867.

En verano de 1914 la familia Sorolla se encontraba en Huesca. Joaquín Sorolla realiza varias notas de color en el Pirineo oscense, como la mostrada a la derecha, donde se aprecian las montañas nevadas al fondo y un almiar en primer plano. Observando otras obras realizadas en ese periodo se intuye que la cota de la nieve estaba bastante baja, y aunque en la actualidad no es extraño que nieve en verano en el Pirineo, parece que no lo hace con tanta frecuencia e intensidad.

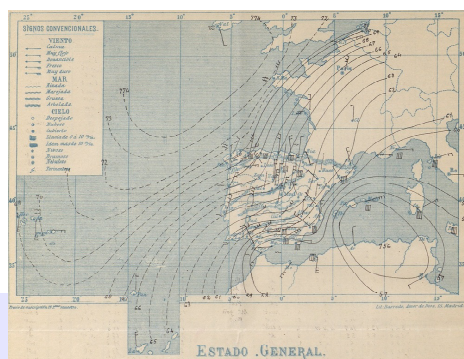


Mieses de Jaca. Museo Sorolla. NI 01065.



La catedral de Burgos nevada.
1/4/1910. NI 00877.

De igual forma, parece que las nevadas en la meseta castellana son cada vez menos frecuentes e intensas una vez entrada la primavera. El 1 de abril de 1910 Sorolla se encontraba en Burgos cuando fue sorprendido por una nevada, que aprovechó para realizar varias obras. El boletín meteorológico diario del Instituto Central Meteorológico (creado en 1877), mostraba la entrada de una masa de aire polar.



Boletín del Instituto Central Meteorológico del 1 de abril de 1910. Fuente: Arcimis.

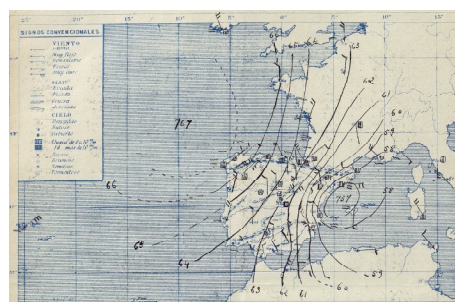
Esta obra que se encuentra en una colección particular también nos muestra una nevada tardía en la ciudad de León. El archivo fotográfico del Museo Sorolla dispone de una fotografía con el mismo encuadre fotográfico y con abundante nieve, de fecha sin concretar (1902-1903), sin embargo Sorolla representa la nieve derretida prácticamente en su totalidad, y además en un plano picado. La situación sinóptica del 11 de mayo de 1902 mostraba la entrada de una masa de aire polar, poco frecuente en la actualidad en esas fechas, casi a mitad del mes de mayo, por lo que este cuadro podría haber sido realizado en esa fecha.



Catedral de León. 1902. Cortesía de Alcalá Subastas.



Vista de la catedral de León.
Museo Sorolla. NI 83653.



Boletín meteorológico del 11 de mayo de 1902. Fuente: Arcimis.

Sorolla y el mar

El mar, siempre en movimiento, con sus diferentes colores, tonalidades y reflejos, constituye un espectáculo singular. Joaquín Sorolla, dotado de una gran sensibilidad, plasma en sus cuadros y apuntes su impresión, la sensación que produce en su ánimo.

El mar es el protagonista en muchas de sus obras, pero ese protagonismo es compartido con el cielo, con las nubes y meteoros o con escenas costumbristas en muchas otras.



Mar. Valencia. 1902 Museo Sorolla. NI 00512.

En sus obras podemos observar distintos estados de la mar, desde mar llana o rizada hasta mar gruesa.



El ratón, Guetaria. 1908. Museo Sorolla. NI 00811.

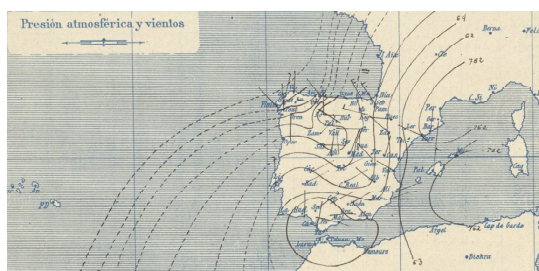


San Sebastián. 1889 Museo Sorolla. NI 00435.

Se desconoce la datación exacta de esta obra (abajo), únicamente que fue realizada en los veranos de 1917 o 1918. Se aprecia un fuerte temporal, aparentemente mar gruesa (altura de olas de 2,5 a 4 m). Con la información meteorológica de la época se puede estimar la fecha probable de este temporal, el 30 de junio de 1917. Los observatorios de Santander y Punta Galea (Vizcaya) cifraron mar gruesa, y el de San Sebastián marejada.



El rompeolas (agosto 1918). Museo Sorolla.
NI 01178.



Boletín Meteorológico del Instituto Central
Meteorológico del 30 de junio de 1917.
Fuente: Arcimis.

Sorolla y las brumas y nieblas

La reducción de la visibilidad debido a gotitas de agua en suspensión en la atmósfera obviamente impide la observación del paisaje, por lo que las brumas y nieblas son meteoros que no suelen estar presentes en las obras de los paisajistas.

Para Sorolla, apasionado de la luz, tampoco suponía un atractivo, sin embargo, en esta obra parece percibirse la bruma en la costa de San Sebastián.

San Sebastián. 1917-18. Museo Sorolla. NI 00905.



Sorolla realizaba muchos bocetos a lápiz y carboncillo con un objetivo definido, pero en este caso parece que se trata de un simple dibujo.

La niebla en Madrid. 1891-1892. Museo Sorolla. NI 12378.



Catálogo del Museo Sorolla

El catálogo del Museo Sorolla puede consultarse a través del siguiente enlace:

<https://ceres.mcu.es/pages/SimpleSearch?Museo=MSM>

Agradecimientos

A la Fundación Museo Sorolla, Hispanic Society of America, Sotheby's y Alcalá Subastas por la autorización de uso de imágenes y a Rubén del Campo por la autorización de uso de fotografías.

Bibliografía

Publicaciones del Museo Sorolla.

Epistolarios de Joaquín Sorolla, II. Correspondencia con Clotilde García del Castillo, 1011-1919, edición a cargo de Víctor Lorente Sorolla, Blanca Pons Sorolla y Marina Moya, Barcelona, Anthropos, 2008.

Epistolarios de Joaquín Sorolla, III. Correspondencia con Clotilde García del Castillo, edición a cargo de Blanca Pons Sorolla y Víctor Lorente Sorolla, Barcelona, Anthropos, 2009.

La luz en la pintura. Carroggio S. A. de ediciones. 1998.

LA RIADA DE LA SAFOR DEL 3 DE NOVIEMBRE DE 1987: RELATO DE LAS 24 HORAS MÁS LLUVIOSAS REGISTRADAS EN ESPAÑA

José Ángel Núñez Mora

Meteorólogo de la Delegación territorial de
AEMET en la Comunidad Valenciana

(publicado en el blog de AEMET
el 3 de noviembre de 2023)



Azulejo conmemorativo de la riada de 1987 instalado en la calle del Barranco, en Beniopa, Gandía.

Una característica sobresaliente de la climatología de la Comunidad Valenciana es la extrema intensidad que pueden alcanzar los episodios de lluvias torrenciales que la afectan con bastante frecuencia. De hecho, los 817 mm recogidos el 3 de noviembre de 1987 en el pluviómetro de Oliva, localidad situada en la costa sur de la provincia de Valencia, está entre los registros de precipitación acumulada en 24 horas más altos de Europa.

Sobre las lluvias de los días 3 y 4 de noviembre de 1987, que a la comarca de la Safor afectaron sobre todo el día 3, ya que el día 4 las precipitaciones se trasladaron a localidades interiores de la provincia de Valencia, en la Vall d'Albaida y la Ribera Alta, ha habido controversia sobre la realidad de los datos registrados. En concreto el dato más controvertido era el registrado en la estación de Oliva, ya que como se puede ver en la tarjeta el colaborador anotó 817 l/m² el día 3.

Hay que recordar que en climatología se trabaja con datos del llamado día pluviométrico, en el cual se registra la lluvia desde las 07 horas de un día a las 07 horas del día siguiente (hora UTC), en vez de con el día civil (de 00 a 24). Esto se hace así porque, históricamente (y aún así sigue siendo), el gran volumen de datos de lluvia proviene de estaciones manuales no automáticas gestionadas por personal voluntario altruista. Este sistema se ideó hace más de 100 años, en 1911, para poder tener una red extensa de observatorios que pudiese ser económicamente viable. Como el personal que realizaba esas observaciones era voluntario, lógicamente no se le podía pedir que realizase medidas a las 00 horas de cada día, por lo que se instituyó el denominado día pluviométrico, de forma que las precipitaciones en 24 horas en España se toman de 07 a 07 horas, es decir, los observadores altruistas se comprometían a tomar medidas de lluvia y temperatura una vez al día, a las 07 horas que, en general, era la hora de comienzo de la jornada laboral.

En paralelo, los observatorios gestionados por personal profesional (que a principio del siglo XX se limitaban prácticamente a uno en cada capital de provincia, no había aeropuertos), tomaban datos de forma continua, y registraban datos tanto en el día civil (de 00 a 24), como en el día pluviométrico (de 07 a 07), pero por homogeneidad, a la hora de comparar y representar los datos, se hacía teniendo en cuenta el día pluviométrico, ya que el mayor volumen de estaciones registraban datos en ese periodo. En el caso de la

Día	PRECIPITACIÓN mm	METEOROS OBSERVADOS m. t. n.	VIENTO DOMINANTE	Nombre de la Estación OLIVA	Provincia VALENCIA	Número 80534
1				Mes NOVIEMBRE	Año 87	Observador CAHARA AGRARIA
2				Suma 956.5		
3	817			NUMERO DE DIAS DE: Lluvia ☒ 5 Nieve ☐ 0 Granizo ☐ 0 Tormenta ☐ 1 Niebla ☐ 1 Rocío ☐ 1 Escarcha ☐ 1 Nieve cubrió suelo ☐ 1		
4	119			DIAS PRECIPITACION < 0.1 (ip.) 0 > 0.1 5 > 1.0 5 > 10.0 3 > 30.0 2		
5	17.5			PRECIPITACION MAXIMA EN UN DIA 817.0 día 3		
6	11.8			Suma 956.5 Viento dominante En los días de lluvia		
7				Precipitación total del mes 856.5		
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						

Figura 1. Tarjeta de observación de la estación de Oliva del mes de noviembre de 1987.

Día	PRECIPITACIÓN mm	METEOROS OBSERVADOS m. t. n.	VIENTO DOMINANTE	Nombre de la Estación GANDIA C.R. 016 de Conca	Provincia VALENCIA	Número 80710
1				Mes NOVIEMBRE	Año 1987	Observador
2	144			Suma 903.5		
3	720			NUMERO DE DIAS DE: Lluvia ☒ 8 Nieve ☐ 0 Granizo ☐ 0 Tormenta ☐ 1 Niebla ☐ 1 Rocío ☐ 1 Escarcha ☐ 1 Nieve cubrió suelo ☐ 1		
4	17			DIAS PRECIPITACION < 0.1 (ip.) 0 > 0.1 8 > 1.0 7 > 10.0 4 > 30.0 2		
5	1.5			PRECIPITACION MAXIMA EN UN DIA 720.0 día 3		
6	10			Suma 903.5 Viento dominante En los días de lluvia		
7	9			Precipitación total del mes 904.0		
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						

Figura 2. Tarjeta de observación de la estación de Gandía del mes de noviembre de 1987.

estación de Oliva la observación se solía hacer a las 8 de la mañana hora local, que era la hora de entrada al trabajo en la cámara agraria, donde estaba situado el pluviómetro.

Tradicionalmente se tendía a considerar que el dato de Oliva era el acumulado los días 2 y 3, ya que, en la cercana estación de Gandía, en el colegio Rois de Corella, el observador anotó 144 l/m² el día 2, y 720 l/m² el día 3 (ver tarjeta de observación), y se consideraba poco probable que se hubieran recogido 144 l/m² en Gandía y 0 l/m² en Oliva el día 2.

Sin embargo, en 2007, cuando se cumplió el 20 aniversario de las inundaciones de la Safor se hizo una revisión de todos los registros que se tenían de ese día. Como no era posible aumentar los datos disponibles, ya que la red SAIH de la Confederación Hidrográfica del Júcar no tiene registros de esa situación, y tampoco había pluviógrafos que dieran una idea de la distribución temporal de las lluvias torrenciales, se tuvo que recurrir a testimonios de personas que vivieron de cerca aquella situación. Los primeros testimonios son de meteorólogos que estaban ese día de servicio, como el que fuera jefe del Grupo de Predicción, Víctor Alcover, que relata que la lluvia comenzó por la mañana, que durante la madrugada no había constancia de lluvias importantes en la zona, y las primeras llamadas que se recibieron de Protección Civil fueron ya a media mañana.

Otro testimonio era el del observador de la estación de Oliva, y que sirvió de base para un artículo para el *Calendario Meteorológico 2008*. En este artículo se puede leer:

«el 3 de noviembre de 1987, como todos los días, Juan Canet comenzó su trabajo a las 8 de la mañana en la Cámara Agraria de Oliva, donde siempre, hasta el 13 de noviembre de 2007, ha estado situado el pluviómetro de esa estación. Él era el responsable de la estación de indicativo 8058A, aunque a veces, algún compañero como Viçent Collado o Miguel Bernabeu, el guarda del local, se turnaban con él para recoger el agua precipitada a las 8 de la mañana de cada día.

Esa mañana oyeron que tanto el río Alfadali como la Rambla Gallinera, al sur de la localidad de Oliva, iban crecidos. En esos momentos no llovía en la ciudad ni lo había hecho el día anterior, lo que significa que durante la madrugada había estado lloviendo con gran intensidad en las sierras prelitorales del sur de Valencia y norte de Alicante.

Al poco, un sistema convectivo que había afectado las horas previas a la comarca de la Ribera y a la Valldigna, se fue desplazando hacia el sur de la provincia para quedarse anclado durante toda la mañana en la comarca de la Safor. Antes de las 9 de la mañana ya llovía sobre Oliva, aunque en principio era una lluvia como la que se observa en tantos otros días en las localidades de esta comarca del litoral sur de Valencia. Sin embargo, a media mañana, la intensidad de esa lluvia comenzó a ser torrencial en la comarca, aproximadamente sobre las 11 de la mañana. Juan Canet nos comenta que «mai no havia vist ploure d'aquesta manera» (nunca había visto llover así), y hasta el día de hoy no ha vuelto a ver llover como lo hacía en aquella mañana del 3 de noviembre de 1987 sobre la comarca de la Safor. Ellos fueron testigos de cómo la corriente arrastraba los coches por las calles de Oliva, e incluso era capaz de desplazar un camión de tipo tráiler de varias toneladas de peso.

Ese mismo día, Juan Puig, actual responsable de la estación automática de Oliva, nos cuenta que el camino entre Oliva y la playa estaba tan inundado que incluso los camiones de emergencias y militares no podían circular por él, por lo que tuvo que hacer parte del recorrido a nado para poder contactar con su padre, que trabajaba ese día en la depuradora y por el que estaba preocupado por lo que pudiera haberle ocurrido en medio del diluvio.

Sobre las 14:30 horas la lluvia cesó, aunque luego continuó lloviendo por la tarde, por la noche y en la madrugada del día 4. A las ocho de la mañana del día 4, en la estación de Oliva «S. E. Agraria», con indicativo 8058A, se habían totalizado 817 l/m², la mayor cantidad de precipitación registrada en España en el llamado día pluviométrico, y gran parte de esa cantidad se acumuló en apenas 6 horas, entre las 8:30 y las 14:30.

Juan Canet nos cuenta que la medida es inferior a la real, porque con esa lluvia tan torrencial, se perdía bastante agua cada vez que se vaciaba el pluviómetro para poder seguir recogiendo agua. No hay que olvidar que la capacidad máxima de los pluviómetros que se instalan en estas estaciones es de aproximadamente 200 l/m², por lo que, en situaciones extraordinarias, es necesario estar muy atento para vaciar el pluviómetro antes de que se desborde. Ese día se vació el pluviómetro del observatorio de Oliva no menos de cinco veces.»

Al día siguiente de las lluvias torrenciales, el 4 de noviembre, Juan Perales, por entonces observador de meteorología de la Delegación de AEMET en la Comunidad Valenciana, se desplazó a Gandía y conversó con el observador del colegio Rois de Corella, donde estaba situado el pluviómetro, y le contó cómo pudo realizar la medida.

«estaba situado en la portería del colegio, y cuando estimaba que el pluviómetro se había llenado, salía, realizaba la medida, lo volvía a poner en estación, y nuevamente volvía a la portería».

Esta operación la debió de realizar al menos 3 veces para poder llegar a medir 720 l/m² en un pluviómetro de tipo Hellmann con capacidad de 200 l/m². Existen otros registros en Piles y Rafelcofer, pero se considera que esos registros están subestimados y que en esas estaciones se desbordó el pluviómetro y no se descargó y puso nuevamente en estación como sí ocurrió en Gandía y Oliva. Juan Perales también fue testigo en Oliva de cómo había contenedores de basura en las calles llenos y desbordados de agua de lluvia, por lo que la estimación es que puntualmente se pudieron superar los 1000 l/m².

Los programas especiales que en su día hizo Radio Gandía recordando el 20 aniversario de la riada confirman también que gran parte de la lluvia se registró por la mañana. De hecho, los colegios estuvieron abiertos a primera hora de la mañana, y el caos surgió ya bien avanzada la mañana y por la tarde para poder recoger a los niños de los colegios.

Estos testimonios, el de Víctor Alcover, el de Juan Perales, el de Juan Canet y los múltiples que recogió Radio Gandía en sus programas especiales, confirman que al menos en la costa no comenzó a llover hasta primera hora de la mañana, aunque es muy probable que en la montaña de la comarca hubiera estado lloviendo durante la madrugada, de ahí que las ramblas, ríos y barrancos bajaran crecidos. Del testimonio directo

de Juan Canet se deduce que los 817 l/m² correspondían exclusivamente al día pluviométrico 3 de noviembre (entre las 8 de la mañana hora local del 3 y las 8 de la mañana hora local del 4). Este dato es compatible con el dato de Gandía, ya que el observador de Gandía era el conserje del colegio Rois de Corella, y lo más probable es que él acostumbrara a medir la lluvia más tarde que el colaborador de Oliva, debido a que el comienzo de actividades en los colegios es más tardío. El que el colaborador de Gandía tomara el dato aproximadamente una hora más tarde, y que el sistema convectivo probablemente tenía un desplazamiento norte-sur, avala la teoría de que cuando el colaborador de Gandía fue a medir la lluvia en la mañana del día 3, ya se llevarán recogidos los 144 l/m² que anotó en la tarjeta de observación. Por tanto, habría que considerar que, dentro de la homogeneidad de la toma de datos de esta estación, la lluvia recogida fue de 720 l/m² el día 3, pero estrictamente la realidad es que en menos de 24 horas se recogieron en Gandía 864 l/m², correspondientes a los 144 acumulados el día pluviométrico 2, pero que realmente se debieron de producir el 3 antes de la toma de datos del colaborador, más los 720 del día 3.

Salva Ribes, por entonces trabajador de la empresa Dulcesol y con domicilio en Potries, nos hace el siguiente minucioso relato:

«el día 2 salí de casa hacia el trabajo y no estaba lloviendo, incluso el cielo estaba despejadísimo, ya que recuerdo un comentario de mi padre unos días antes de que esa semana iba a llover porque la borrasca estaba en la zona del golfo de Cádiz y me reí de mi padre, porque ni el cielo amenazaba el estar nublado.

La noche del 2 al 3, me encontraba trabajando en una empresa de Gandía, que se dedica a la elaboración de bollería industrial (Dulcesol); yo, aparte de mis funciones, era el responsable de darme las carreras para poner en funcionamiento los grupos electrógenos, en caso de corte de la red eléctrica, aquella noche fue una noche tranquila hasta las 4:45 h que comenzamos a sufrir varios cortes de luz, pero no estaba lloviendo; eso sí, se veían en el cielo, en la lejanía, muchos relámpagos. Pero a las 6 de la mañana, ya finalizando mi turno laboral, al menos en la zona de Gandía, donde se encuentra la empresa, no llovía, pero el vendaval era extremo, yo vivía en Potries a unos 6 km al sur de la ciudad de Gandía, al coger el coche dirección a casa, el viento era muy fuerte; llegando a la localidad de Almoines ya se podían observar algunas gotas, que caían sobre los cristales del coche, pero más empujadas por el viento que porque allí estaba lloviendo; ya entre Almoines y Beniarjó la lluvia sí que era realidad y al llegar a Potries me percaté de que aquella lluvia era constante desde hacía algún tiempo, por la cantidad de agua que había acumulada en las calles, y al paso por una de las calles, que vienen de la zona de la montaña, se observaba la cantidad de agua que llevaba, y llegaba a conclusiones de que la lluvia al menos allí ya llevaba horas cayendo.

Por lo que yo pude observar, en el caso de Potries, la lluvia empezó antes de las 6 de la mañana, sobre las 8 se detuvo para empezar ya de nuevo unos 30 minutos más tarde hasta pasadas las 13 horas que dejó de llover, la tarde fue de nuevo muy tranquila, algún que otro chubasco y poco más. El festival de nuevo empezó sobre las 8 de la tarde y ya se tiró toda la noche lloviendo y con mucha fuerza. La hora que recuerdo en que la lluvia caía con más fuerza fue sobre las 11, aquello

fue brutal, yo teóricamente debía de estar durmiendo ya que había trabajado aquella noche, pero entre los truenos y la lluvia que daba sobre la ventana, la calle, era imposible dormir y estuve casi todo el tiempo viendo por la ventana y la puerta de la calle esa lluvia que creo que mis ojos no la han vuelto a ver.

Imágenes que recuerdo que se ponen los pelos de punta tan solo el recordarlo, son la autopista a la altura de Rafelcofer, que se hundió la montaña levantando la autopista, que a fecha de hoy aún se ve la montaña con una importante grieta; el intentar llegar a Dulcesol y ver que a mitad de la calle ya no podías llegar porque había más de un metro de agua, a mis compañeros los tuvieron que sacar en camiones y repartirlos.»

El testimonio de Salva Ribes confirma todos los testimonios anteriores sobre el horario de las lluvias. Aunque lo más probable es que de madrugada hubiera llovido con intensidad muy fuerte en zonas de montaña de la comarca de la Safor (de ahí que ramblas, barrancos y ríos llegasen crecidos por la mañana, y de ahí el testimonio de Salva Ribes de los cortes de luz de madrugada y los relámpagos que se veían hacia el interior), lo cierto es que en la costa la lluvia comenzó por la mañana, y gran parte de los más de 800 l/m² se registraron en unas pocas horas por la mañana.

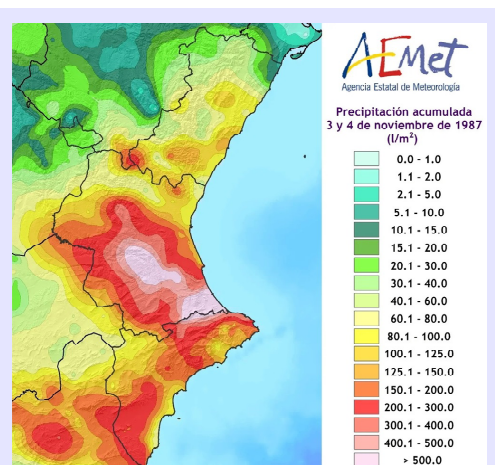


Figura 3. Precipitación acumulada los días 3 y 4 del mes de noviembre de 1987.

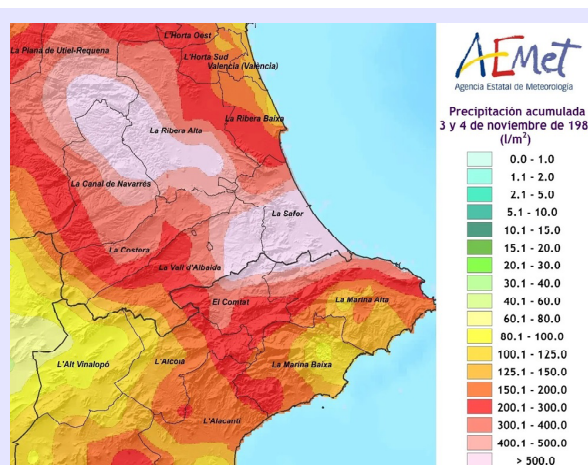


Figura 4. Precipitación acumulada los días 3 y 4 del mes de noviembre de 1987 (detalle).

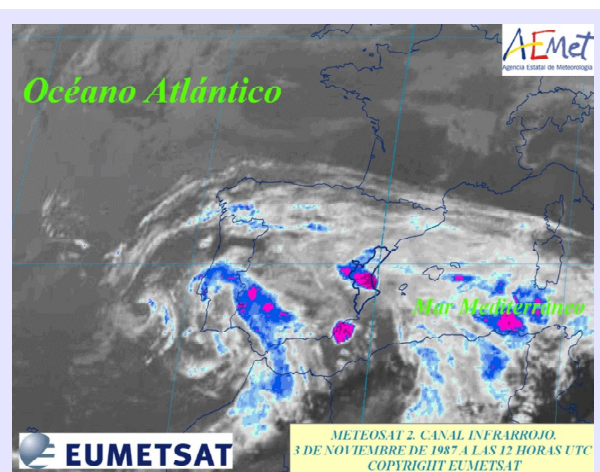


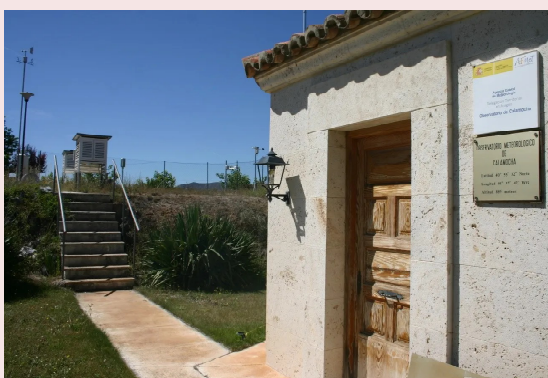
Figura 5. imagen de satélite METEOSAT 2 en el canal infrarrojo 12 UTC del 3 de noviembre de 1987.

60 ANIVERSARIO DEL RÉCORD DE FRÍO EN ZONAS POBLADAS DE ESPAÑA: −30 °C EN CALAMOCHA-VOR (FUENTES CLARAS)

Vicente Aupí

Divulgador científico y observador-colaborador de AEMET en la estación oficial de Torremocha del Jiloca (Teruel)

(publicado en el blog de AEMET
el 12 de diciembre de 2023)

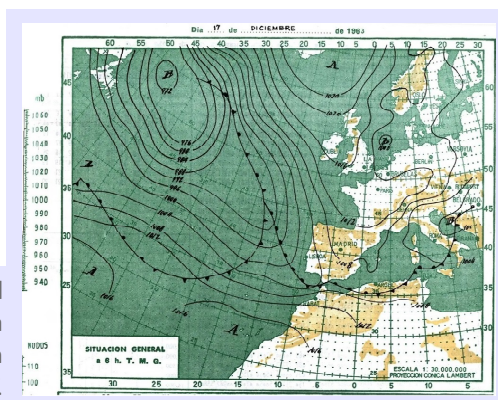


El 17 de diciembre de 2023 se cumplen 60 años de una efeméride legendaria: los −30 °C registrados en 1963 en el observatorio Calamocha-VOR, sito en el término municipal de Fuentes Claras (Teruel).

Se trata del récord de frío en zonas pobladas de España reconocido oficialmente por AEMET, un dato que en pleno siglo XXI puede parecer de un pasado remoto. Lo cierto es que a mediados del siglo XX el triángulo geográfico formado por Teruel, Calamocha y Molina de Aragón registraba casi todas las décadas valores inferiores a los −20 °C, lo que ha hecho que desde entonces sea considerado el polo del frío español.

Aquel 17 de diciembre de 1963, España y el resto del mundo seguían conmocionadas por el asesinato de John Fitzgerald Kennedy, presidente de Estados Unidos, cometido unas semanas antes. En nuestro país apenas tuvo eco

Mapa con la situación meteorológica en superficie del 17 de diciembre de 1963 a las 6 de la mañana, hora a la que se registraban valores de −28 °C a −30 °C en las provincias de Teruel y Guadalajara. Imagen: AEMET.



[illegible]

En el caso de Calamocha, el observatorio ha tenido varios emplazamientos diferentes desde sus inicios y, según consta en el Banco Nacional de Datos Climatológicos de AEMET, en diciembre de 1963, cuando se produjo el récord de -30°C , se hallaba en el vecino término municipal de Fuentes Claras. Por esa razón es habitual que cada año se conmemore el aniversario del récord tanto en Calamocha como en Fuentes Claras.

La realidad es que la mañana de ese 17 de diciembre de hace 60 años hubo temperaturas en el entorno de los -30°C en una amplia franja territorial, tanto de la provincia de Teruel como de su confluencia con las de Guadalajara y Zaragoza. Además de los -28°C registrados en Molina de Aragón y Monreal del Campo hubo -27°C en Luco de Jiloca (Teruel) y $-22,4^{\circ}\text{C}$ en Daroca (Zaragoza).

Las mínimas de diciembre de 1963 (°C)



Cielo despejado, viento en calma y suelo cubierto de nieve

El récord de -30 °C en 1963 constituye el mejor ejemplo, pero la práctica totalidad de episodios en los que se han alcanzado temperaturas inferiores a los -20 °C en el triángulo Teruel-Calamocha-Molina de Aragón comparten un escenario atmosférico caracterizado por tres factores indispensables: que el cielo esté despejado, que haya calma o el viento sea muy débil y que el terreno esté cubierto de nieve. Cuando alguno de estos tres factores no se da, se interrumpe el proceso de enfriamiento y las temperaturas no bajan tanto. Esto es extensivo a la gran mayoría de registros de -20 °C que se han dado en España fuera de zonas de montaña, como por ejemplo los -24 °C observados en Albacete el 3 de enero de 1971, mínima absoluta oficial entre capitales de provincia; los -27,6 °C de Camesa de Valdivia (Palencia), también en 1971, y los -26,5 °C de Riaño (León) el mismo año.



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO



Aemet

Resumen de extremos climatológicos en España

Temperaturas más frías

Consultando las efemérides de temperaturas mínimas registradas en las estaciones principales, se encuentra que las temperaturas más bajas se han registrado en ambas mesetas, principalmente en la región Castellano-Leonesa y Aragón.

En el cuadro siguiente se muestran las efemérides de temperaturas mínimas de las estaciones principales donde se han medido temperaturas inferiores o iguales a -20,0 °C. Vemos que aparecen -30,0 °C registrados en Calamocha el 17 de diciembre de 1963, -28,2 °C en Molina de Aragón el 28 de enero de 1952, en Reinosa se dieron -24,6 °C el 4-12-1971, y en la misma fecha -24,0 °C en Albacete, etc.

ESTACION	NOMBRE	PROVINCIA	FECHA	T.MIN.
9381	CALAMOCHA-VOR	TERUEL	17/12/1963	-30,0
3013	MOLINA DE ARAGON	GUADALAJARA	28/01/1952	-28,2
9601	REINOSA	CANTABRIA	04/01/1971	-24,6
8175	ALBACETE ILLOS AÉREA	ALBACETE	03/01/1971	-24,0
2331	BURGOS (VILLAFRÍA)	BURGOS	03/01/1971	-22,0
8369B	TERUEL INSTITUTO	TERUEL	17/01/1945	-22,0
9087	VITORIA AFRODROMIO	ALAVA	25/12/1962	-21,0
2327	BURGOS (OBSERVATORIO)	BURGOS	20/01/1885	-21,0
5857	SALAMANCA (MATACAN)	SALAMANCA	05/02/1963	-20,0

(Efemérides de temperaturas mínimas inferiores a -20°C en localidades importantes, medidas en °C)

Sin embargo, si consideramos la totalidad de localidades con medidas de temperatura el valor más bajo se dio en el **Lago Estangento** (Lérida) el 2 de febrero de 1956 con **-32,0 °C**.

La particularidad climática que distingue al triángulo Teruel-Calamocha-Molina es su mayor predisposición a que confluyan esos tres factores fundamentales, lo cual explica que desde finales del siglo XIX a la actualidad se hayan producido más de un centenar de episodios con mínimas inferiores a -20°C en algún punto de esta zona de España, entendiendo que el triángulo no es una frontera, sino una referencia geográfica que incluye su entorno inmediato, como prueba el hecho de que la cercana Daroca (Zaragoza) ostente una mínima absoluta de $-24,2^{\circ}\text{C}$, registrados en 1918 a poco más de 700 metros de altitud.

ESTACIÓN	1h	7h	13h	19h	24h	Media	Max	Min
1	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
3	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
4	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
5	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
6	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
7	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
8	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
9	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
10	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
11	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
12	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
13	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
14	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
15	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
16	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
17	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
18	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
19	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
20	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
21	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
22	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
23	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
24	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
25	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
26	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
27	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
28	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
29	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
30	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
31	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
Suma	370	370	370	370	370	370	370	370
Media	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
Max	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
Min	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2

Hoja de observación de diciembre de 1963. A la derecha, los -30°C del récord. A diferencia de años anteriores, desde enero de 1963 se tomaban datos a la una de la madrugada, al haberse incorporado la estación Calamocha-VOR a la red sinóptica. Aquel 17 de diciembre ya había -21°C a esa hora. Imagen: AEMET.

Vigilancia 24 horas

En las hojas de observación consta que los días 14 y 15 de diciembre de 1963 nevó y el terreno permaneció nevado en los días siguientes en toda la zona. El 16 se despejó el cielo y hubo -19°C de mínima en Calamocha-VOR, pero al día siguiente, el 17, el termómetro se desplomó hasta los -30°C . Resulta llamativa la secuencia de temperaturas de aquella madrugada, la más fría de la historia reciente en zonas habitadas de España, ya que en la observación de la una de la madrugada aparecen anotados -21°C , y -28°C a las 7 horas.

Los -30°C constituyen un umbral mítico en el mundillo meteorológico y pueden parecer algo inconcebible en un clima como el de España, pero el hecho de que en las cercanas Molina de Aragón y Monreal del Campo hubiera -28°C aquella misma mañana del 17 de diciembre de 1963 constituyen una evidencia de que nos encontramos ante un dato fiable.

Como se ha citado antes, el observatorio de Calamocha ha tenido varios emplazamientos diferentes para una misma serie climatológica. La mayoría de ellos corresponde al propio término de Calamocha, donde estuvo tanto al principio de su serie (aeródromo militar) como en la actualidad, ya que desde 1992 se halla emplazado en unos terrenos al norte de su núcleo urbano.

En diciembre de 1963, de acuerdo con los datos oficiales de AEMET, se hallaba en Fuentes Claras, término municipal vecino de Calamocha, en un punto más elevado que el del aeródromo militar, que fue elegido por sus mejores condiciones para la vigilancia de la navegación aérea. Además de establecerse en Fuentes Claras un centro de comunicaciones para el control del tráfico aéreo más moderno y mejor ubicado por su mayor altitud (930 metros), las instalaciones fueron equipadas con el observatorio meteorológico, que continuaba la serie climatológica del aeródromo de Calamocha y al mismo tiempo servía de información al tráfico aéreo acerca de las condiciones atmosféricas en la zona. De hecho, desde el 1 de enero de 1963, la serie marca un cambio destacado al incorporarse el observatorio a la red meteorológica sinóptica. En las propias hojas de observación el cambio queda plasmado en que, a diferencia de los años anteriores, aparecen los datos de los principales parámetros meteorológicos (temperatura, presión atmosférica, precipitación, viento, etc.) anotados a la una de la madrugada, algo que pudo hacerse al estar el personal de vigilancia las 24 horas del día, como correspondía a las exigencias para el control del tráfico aéreo.



Manuel Villamón, uno de los testigos del récord de 1963, en el observatorio Calamocha-VOR, en el término de Fuentes Claras. Con 94 años, aún recuerda hoy que tuvieron que usar un soplete para descongelar la verja del observatorio y llegar a la garita. Foto: cortesía familia Villamón.

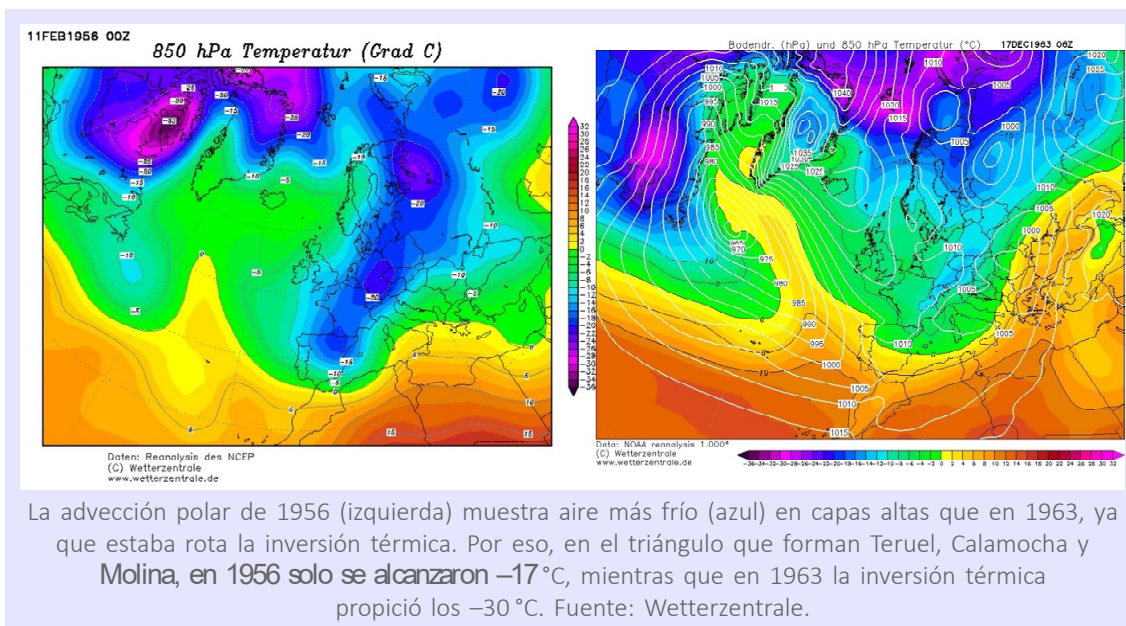
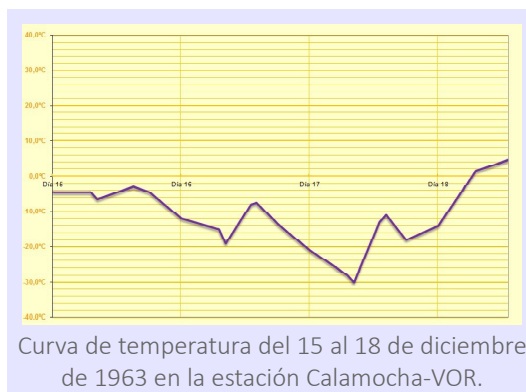
Radiación versus advección

Los episodios más notables de bajas temperaturas en España obedecen a dos situaciones meteorológicas diferentes: las advecciones de aire de origen polar (marítimo o continental) y los procesos radiativos que favorecen el enfriamiento nocturno en condiciones de estabilidad atmosférica. En el segundo caso, la influencia de las noches más largas del año en las semanas cercanas al solsticio de invierno es determinante, sobre todo en situaciones extremas como las que se dieron en 1963.

El 17 de diciembre, aunque astronómicamente aún es un día otoñal, no solo es una fecha totalmente invernal en lo meteorológico, sino que al estar tan cerca del solsticio tiene una de las noches más largas del año, por lo que en las condiciones que se dieron (cielo despejado, viento en calma y suelo nevado) hubo un enfriamiento extraordinario. Lo fundamental, en cualquier caso, es que si bien en zonas de montaña, a altitudes de más de 2000 metros, las advecciones polares pueden propiciar temperaturas tan bajas como los -32°C de Estany Gento en 1956, en el triángulo Teruel-Calamocha-Molina de Aragón y en la mayor parte de la España habitada, las temperaturas más bajas siempre

se dan en situaciones propicias para los fríos de radiación. En las advecciones, pese a que el viento constituye un factor que aumenta la sensación de frío por la pérdida de calor en nuestro organismo, también se convierte en el agente que corta el descenso de las temperaturas.

Un ejemplo muy ilustrativo es el de la comparación de los reanálisis meteorológicos a 850 hPa (unos 1500 metros de altitud) de los días 11 de febrero de 1956 (uno de los más fríos del siglo XX en el continente europeo) y 17 de diciembre de 1963 (fecha del récord de -30°C en zonas pobladas de España). Como se puede apreciar en las dos ilustraciones, la excepcional advección de aire polar de 1956 está plasmada con un intenso color azul oscuro que delata la masa de aire glacial que invadía el continente de norte a sur, mientras que en la de 1963 el tono verdoso indica que el aire no es tan frío como en 1956 en capas altas. Sin embargo, en 1963 debido a la inversión térmica, había temperaturas comprendidas entre -28 y -30°C en amplias zonas del triángulo Teruel-Calamocha-Molina, donde en cambio en 1956 no se bajó de los -17°C a causa del viento, que interrumpió el enfriamiento del aire que sí que se da cuando hay calma atmosférica.



¿Un récord irrepetible?

La tendencia a la subida generalizada de temperaturas detectada a lo largo del siglo XXI hace inimaginable que pueda batirse en España el récord de 1963. Sin embargo, el cambio climático no excluye esa posibilidad por cuanto los factores fundamentales son los que se han explicado antes, es decir, que confluyan en la zona adecuada los tres elementos que favorecen el desplome térmico: cielo despejado, calma y suelo nevado.

En lo que llevamos de siglo XXI ha habido solamente dos grandes olas de frío comparables a las que con mayor frecuencia se daban a mediados del siglo XX: las de diciembre de 2001 y enero de 2021, que dejaron mínimas de -25°C en el primer caso y de -27°C en el segundo en la zona considerada como el polo del frío español. Tales valores son cercanos al del récord de 1963, por lo que no solo no se puede excluir esa posibilidad, sino que la propia ampliación de la red meteorológica española, actualmente en expansión, puede abrir la puerta a ello, ya que se disponen de datos en zonas en las que antes no había observaciones.



El observatorio de Calamocha en la actualidad, en su emplazamiento situado en el mismo término municipal, al norte del núcleo urbano. Foto: Vicente Aupí.

El cambio climático supone una menor frecuencia de olas de frío, pero una vez que se dan las condiciones mencionadas queda abierta la puerta a fríos extremos por debajo de los -20°C , como pudo comprobarse en enero de 2021, cuando los cielos se despejaron y la atmósfera quedó en calma acompañada del extraordinario manto de nieve que depositó la borrasca Filomena en una amplia zona de la Península. Los valores de -25 a -27°C registrados el 12 de enero de 2021 en las parameras de Molina de Aragón y en el valle turolense del Jiloca son indicativos de que el proceso actual de calentamiento, que se observa sobre todo en las temperaturas medias, no excluye en absoluto la posibilidad de que puedan volver a alcanzarse los -30°C en alguno de los lugares más fríos de España.

Nota del autor: En este artículo solo se utilizan datos meteorológicos oficiales de AEMET.

¿QUÉ ESTÁ PASANDO CON LA TRAMUNTANA?

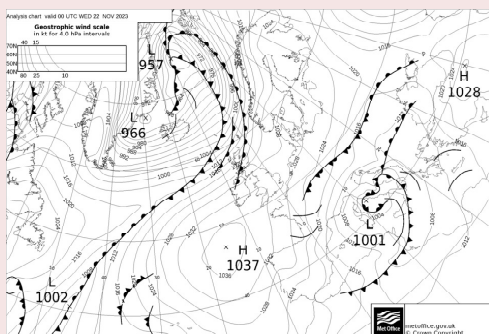
Sergi Corral Buela¹

Ramón Pascual Berghaenel²



(publicado en el blog de AEMET
el 23 de diciembre de 2023)

- ¹ Observador meteorológico de l'Escala y miembro de la red de observadores meteorológicos del Servei Meteorològic de Catalunya
- ² Meteorólogo y Delegado territorial de AEMET en Cataluña



La tramuntana o tramontana es, por definición, un viento del norte, seco, frío, violento y persistente. Es característico de la región catalana de l'Empordà, en el nordeste de Cataluña, de la sierra de Tramuntana en Mallorca y de la isla de Menorca.

Introducción

Sinópticamente, la tramuntana tiene su origen en el gradiente de presión establecido entre un anticiclón atlántico-cantábrico en posición meridiana y un centro de bajas presiones presente en la zona mediterránea de los golfos de León o Génova o incluso situado más al este (figura 1). El flujo de norte que se deriva de esta situación sinóptica se acelera sobre la parte oriental de los Pirineos y la costa mediterránea francesa hasta la desembocadura del Ródano y los Alpes marítimos. En estas últimas zonas el viento recibe el nombre de mistral. La tramuntana y el mestral se adentran a gran velocidad en aguas de los golfos de León y Sant Jordi hasta llegar a las Baleares, especialmente a las islas más norteñas.

Esta disposición de los centros de acción se da preferentemente tras el paso de un frente frío atlántico y la generación de centros de bajas presiones sobre el Mediterráneo occidental. Si tal disposición se mantiene en el tiempo la tramuntana es persistente. La dinámica atmosférica en el Atlántico norte y Europa occidental determinan que la tramuntana sea mucho más frecuente en invierno y las estaciones equinocciales que en el verano, cuando es poco frecuente.

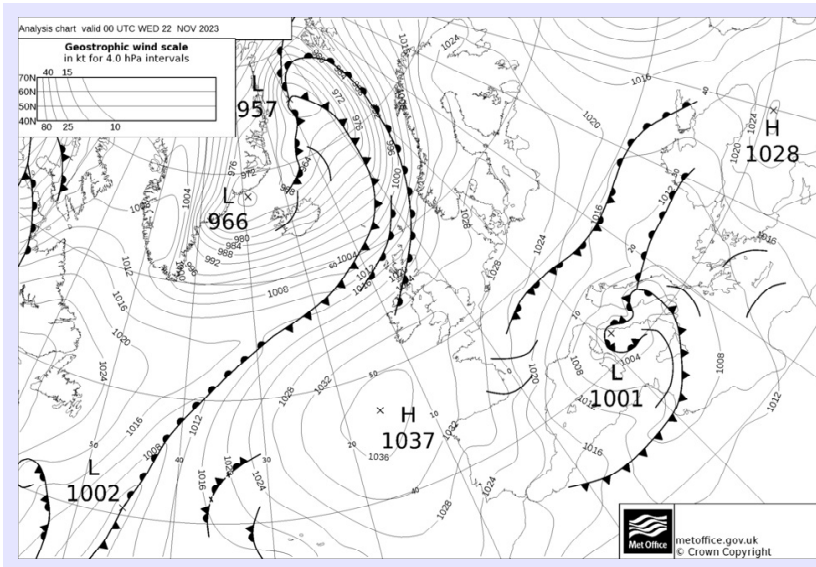


Figura 1. Análisis de presión en superficie y frentes para el 22/11/2023 a las 12 UTC. Fuente: MetOffice.

Climatología de la tramuntana

Son muy notables los estudios clásicos de la tramuntana elaborados por eminentes meteorólogos como Eduard Fontserè (figura 2) (FONTSERÈ, 1950), Josep Maria Jansà, Agustí Jansà o Joan Campins, entre otros. Son más escasos los estudios recientes de este viento que se hayan centrado en su climatología y en el cambio que ha registrado en la última década.

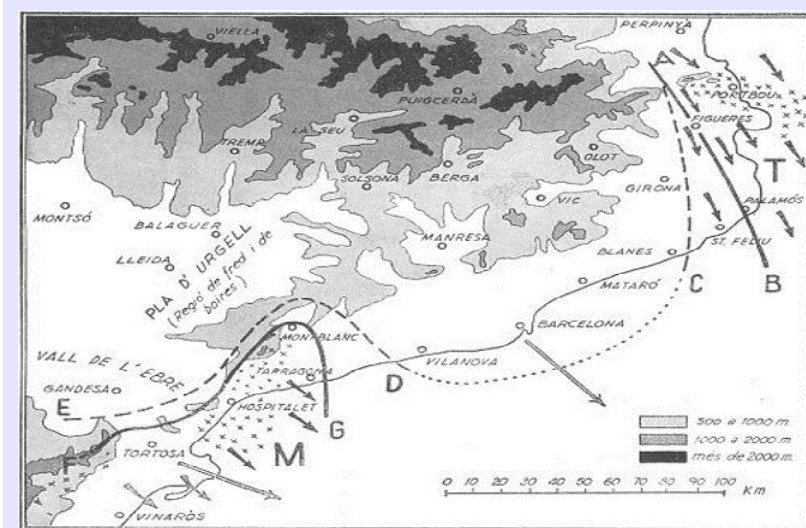


Figura 2. Los dominios de la tramuntana y el mestrall en la costa catalana en «La Tramuntana Empordanesa y el Mestrall al Golf de Sant Jordi» de Eduard Fontserè i Riba.

El estudio que iniciamos en el año 2012, fruto de un trabajo de fin del máster de Climatología Aplicada y Medios de Comunicación, de la Universidad de Barcelona (UB) y titulado simplemente *Climatología de Tramuntanes a l'Empordà* (CORRAL, 2013), se centra en la caracterización climática de la tramuntana en la reducida zona del Montgrí (límite entre las comarcas del Alt y el Baix Empordà, en la provincia de Girona), a partir

de series climáticas de las poblaciones de l'Escala (2005-2023) y l'Estartit-Roca Maura (1996-2023).

- Observatorio Meteorológico de l'Escala - Sergi Corral, Club Nàutic l'Escala y Mar d'en Manassa.
- Observatorio Meteorológico de l'Estartit-Roca Maura - Josep Pascual i Messeguer.

En él se establecen, en primer lugar, los criterios usados para contabilizar un día como «día de tramuntana»: aquel que presenta, por lo menos, una racha máxima de velocidad superior a 50 km/h (l'Escala) y 60 km/h (l'Estartit-Roca Maura). El distinto valor umbral se justifica por la mayor exposición de la segunda estación meteorológica. Se fija también la condición de que la tramontana sople de forma continuada en un periodo mínimo de 3 h (que la dirección del viento esté comprendida en el sector que va del NNW al NNE y que durante este periodo se registre la racha máxima establecida). De esta forma se descartan episodios de frente de racha (*vent de grop*) asociados a tormentas y los terrales intensos de madrugada.

¿Qué ha pasado con la tramuntana?

En este estudio, que aún no damos por terminado, se observa una brusca disminución del número de días y episodios de tramuntana desde 2014 hasta la actualidad. Siguiendo los criterios establecidos vemos como en los primeros 14 años del siglo XXI (2000-2013) se registraron, de media anual, 84 días de tramuntana en l'Estartit, mientras que para los 9 años restantes hasta 2022, la media desciende hasta los 71 días.

Como observamos en ambos observatorios, a partir de 2014 empieza un descenso de la frecuencia de días de tramuntana que se ha ido agudizando durante los últimos 3 años. De una media anual de 116 días, en el caso de l'Escala (2005-2013) se ha pasado a un valor medio de 74 días para el periodo 2014-2022. Los máximos anuales de más de 120 días en 2005, 2009, 2010, 2012 y 2013 contrastan con los 73 días en 2018, los 50 en 2020 y los 41 días en 2022 (figuras 3 y 4).

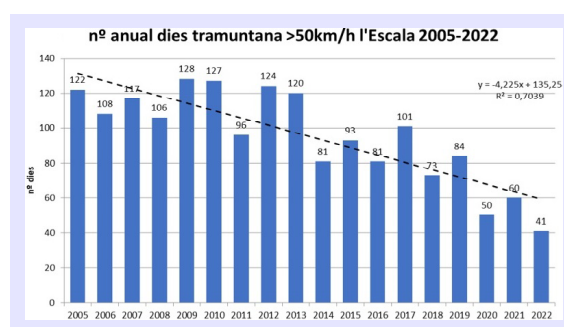


Figura 3. Número de días anual de tramuntana en l'Escala 2005-2022.

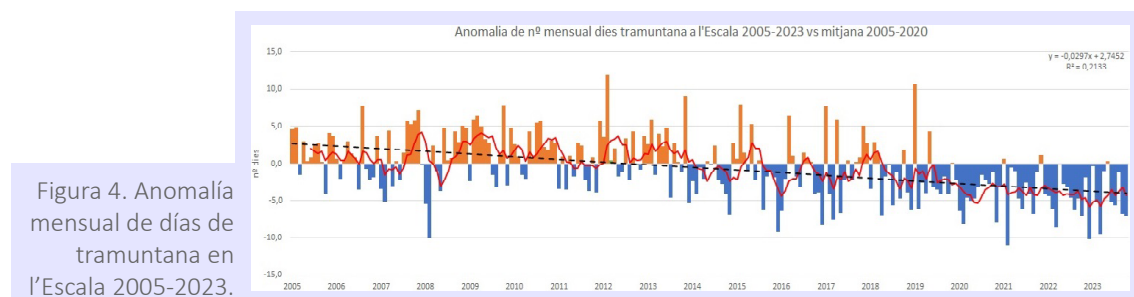


Figura 4. Anomalía mensual de días de tramuntana en l'Escala 2005-2023.

Presentamos a continuación algunos valores más que muestran la citada disminución de la presencia de la tramuntana en la zona de estudio:

- **l'Escala: 2005-2022 (umbral 50 km/h) 18 años**
2005-2013: 116 días
2014-2022: 74 días
- **l'Estartit: 1996-2022 (umbral 60 km/h) 27 años**
1996-2009: 82 días
2010-2022: 71 días

En la década de 2020 el descenso aún ha sido más acusado: en el año 2020 hubo solamente 50 días de tramuntana en l'Escala y en 2022 se bajó hasta los 41 días en l'Escala y los 56 días en l'Estartit (figura 5). Durante 2023 se ha mantenido la tendencia y a falta de completar el año, la cifra final se mantendrá en valores muy por debajo de lo esperado.

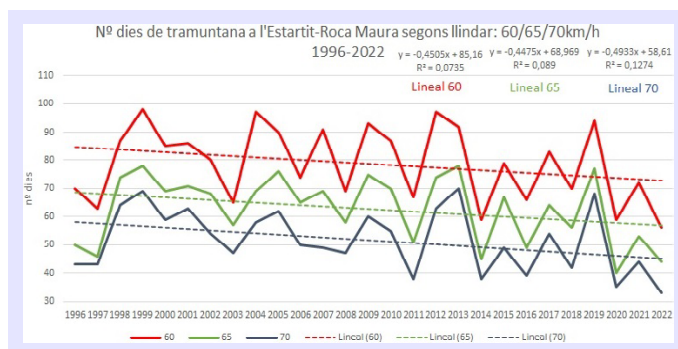


Figura 5. Número de días anual de tramuntana en l'Estartit 1996-2022 para diferentes umbrales.

Los registros mensuales también indican este descenso acusado, y en años recientes nos hemos encontrado con sucesos inéditos, como fue la ausencia total de días de tramuntana en octubre de 2022, hecho que en 2023 se ha repetido y ampliado. Entre septiembre y noviembre de 2023 se ha llegado a los 83 días consecutivos sin tramuntana (de 29 agosto a 21 de noviembre), una racha totalmente desconocida hasta el momento en los registros climáticos de l'Empordà (figura 6). Cada vez son más frecuentes los meses con un valor nulo de días de este viento.

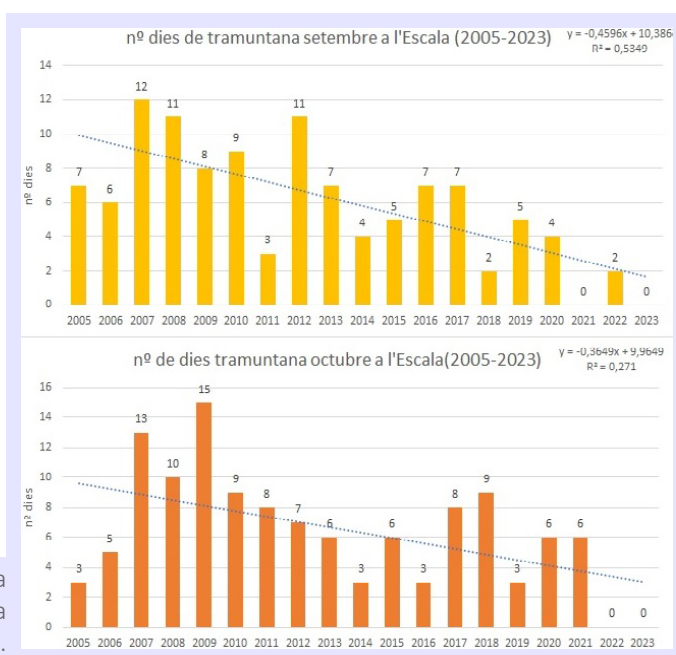


Figura 6. Número de días de tramuntana en septiembre y octubre en l'Escala para el periodo 2005-2023.

Este mismo comportamiento también sucede en territorio francés. Según un estudio de la Dra. Florence Vaysse (Météo-France), Perpinyà registró en 2022 90 días de tramuntana, cuando la media para el periodo 1981-2010 es de 122 días. Este registro de 2022 también supone el valor más bajo de toda la serie climática de Perpinyà (FRANCEINFO (RADIO FRANCE), 2023).

El descenso en el número anual de días de tramuntana se traduce, a su vez, en una disminución en el número de episodios, pasando de 40 episodios anuales al inicio de la primera década del siglo XXI a menos de 30 en los últimos 4 años (figura 7) y también se ha reducido la duración de estos episodios, que ya es claramente inferior a los 3 días.

La persistencia de la tramuntana, una de sus principales características, también es cada vez menor, siendo menos frecuentes los episodios largos, aquellos de más de 6 días de duración. Hay que mencionar que desde los años 90 hasta la actualidad se han observado algunos episodios de más de 15 días consecutivos e incluso algún episodio excepcional de más de 30 días de duración, como el de febrero de 2012 u otro de 21 días en enero de 1999.

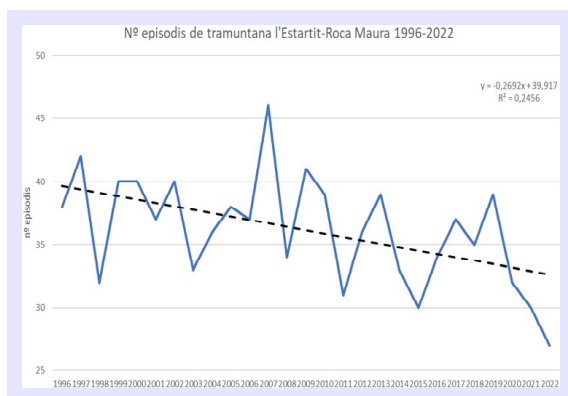


Figura 7. Número anual de episodios de tramuntana en l'Estartit (1996-2022).

¿Alguna explicación?

El análisis de estos datos climáticos deja muchas preguntas en el aire:

- ¿Por qué hay un punto de rotura a partir de 2014?
- ¿Qué mecanismo sinóptico provoca este descenso en la frecuencia de aparición de la tramuntana?
- ¿Este descenso va a continuar en los próximos años?
- ¿Tiene alguna relación con el cambio climático?

Son preguntas que necesitan un análisis mucho más profundo para poder ser respondidas. En primer lugar sería necesario disponer de series climáticas más largas, de al menos 30 años, cifra a la que se está muy cerca de llegar en la serie de l'Estartit. También se necesita un trabajo de recopilación de datos y análisis que vaya más allá de l'Empordà y donde los registros de las islas Baleares van a tener mucha importancia.

La existencia de un punto de rotura en una serie climática siempre reclama un análisis más a fondo. Los puntos de rotura o *breaking points* se pueden dar por un cambio brusco de patrón o bien por un cambio o daño del instrumental de medida. En el caso

que nos ocupa la segunda opción queda descartada ya que el instrumental no ha variado ni de modelo ni de ubicación y se somete a una exhaustiva revisión periódica. Por lo tanto, la explicación se debe buscar en un cambio de patrón 100 % meteorológico. En los años 2014/2015 este punto de rotura o escalón se repite en otras variables, como lo es la temperatura media anual en superficie, hecho que nos hace pensar que el descenso en la frecuencia de los días de tramuntana se puede relacionar con un aumento sensible de la temperatura media (figura 8).

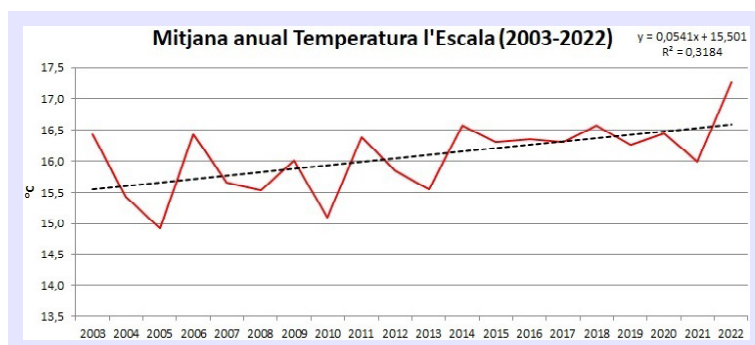


Figura 8. Evolución temporal de la temperatura media anual en l'Escala 2005-2022.

Los reanálisis del NCEP-NCAR muestran para el periodo 2014-2022 anomalías positivas de presión en superficie y en la altura geopotencial a 500 hPa, especialmente, respecto al periodo 1991-2020 en el entorno de la península ibérica, cuenca mediterránea y buena parte de Europa (figuras 9 y 10).

Esto indica que en este periodo han disminuido notablemente las áreas de bajas presiones o ciclones mediterráneos en el entorno de los golfos de León y Génova, y, en cambio, ha habido un ascenso latitudinal significativo de la dorsal en niveles medios-altos desde el norte de África hasta estas regiones mediterráneas y Europa central. El resultado son situaciones de bloqueo anticiclónico a todos niveles y también un repunte de las advecciones del sur y suroeste, bien asociadas a ciclones atlánticos o bien a la progresión de la dorsal africana hacia el noreste.

Esta situación iría en concordancia con el ascenso, expansión, hacia el norte de la célula de Hadley, ya establecido en la bibliografía (GONÇALVES-AGEITOS *et al.*, 2015).

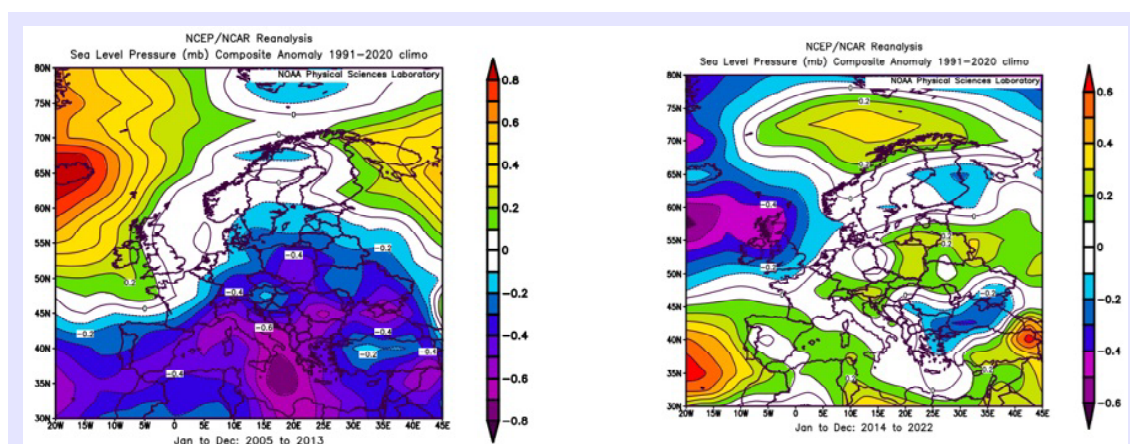
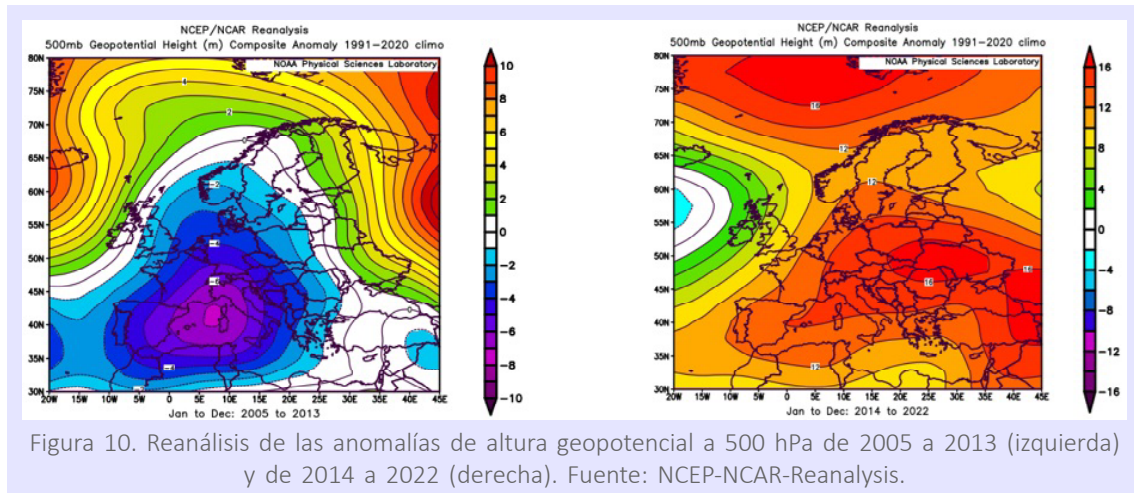


Figura 9. Reanálisis de las anomalías de presión en superficie de 2005 a 2013 (izquierda) y de 2014 a 2022 (derecha). Fuente: NCEP-NCAR-Reanalysis.



Este cambio de patrón sinóptico sugiere una creciente subtropicalización de la cuenca mediterránea. Si esta tendencia prosiguiera así el motor de la tramuntana continuaría bajando de revoluciones en los próximos años, tal como ya indican ciertas proyecciones **de modelos climáticos hasta más allá del 2050** (OBERMANN-HELLHUND *et al.*, 2018). Una regresión de la tramuntana que entonces sí que se englobaría claramente como un efecto a escala local del cambio climático.

Referencias bibliográficas

- CORRAL BUELA, S., 2013. Climatología de Tramuntana I II. Trabajo final de Màster en Climatologia Aplicada i Mitjans de Comunicació.
- FONTSERÈ RIBA, E., 1950. La Tramuntana Empordanesa i el Mestral al Golf de Sant Jordi. 87 pp. Institut d'Estudis Catalans.
- FRANCEINFO (RADIO FRANCE), 2023. Environnement: la tramontane perd son souffle à cause du changement climatique.
- GONÇALVES-AGEITOS, M., BARRERA-ESCODA, A., BALDASANO, J. M. y CUNILLERA, J., 2015. Modelling wind resources in climate change scenarios in complex terrain. *Renewable Energy*, 76, 670-678.
- OBERMANN-HELLHUND, A., CONTE, D., SOMOT, S., TORMA, C. Z. y AHRENS, B., 2018. Mistral and Tramontane wind systems in climate simulations from 1950 to 2100. *Climate Dynamics*, 50(5): 1-11.

ÍNDICE ALFABÉTICO DE AUTORES

(con indicación del año y del número de página en que
el artículo de cada autor aparece en la Selección del blog)

ARTECHE GARCÍA, JOSÉ LUIS: 2018 ([5](#)).
AUPÍ ROYO, VICENTE: 2021 ([10](#)), 2023 ([55](#)).
BAÑÓN PEREGRÍN, LUIS MARÍA: 2020 ([5](#)).
BERMEJO TRIMIÑO, NICOLÁS: 2018 ([32](#), [64](#)).
CAMPO HERNÁNDEZ, RUBÉN DEL: 2019 ([47](#)), 2022 ([30](#)).
CANO BARBACIL, CARLOS: 2017 ([17](#)).
CANO ESPADAS, DARÍO: 2019 ([84](#)).
CANO SÁNCHEZ, JAVIER: 2017 ([17](#)), 2018 ([25](#)).
CORRAL BUELA, SERGI: 2023 ([62](#)).
DÍAZ JIMÉNEZ, JULIO: 2021 ([19](#)).
FERNÁNDEZ BARRERA, ENRIQUE: 2022 ([46](#)), 2023 ([5](#)).
FUENTES LÓPEZ, BENITO JOSÉ: 2016 ([30](#)), 2017 ([5](#)), 2022 ([36](#)), 2023 ([23](#)).
GARCÍA DE PEDRAZA, LORENZO: 2018 ([14](#)).
GARCÍA VEGA, JOAQUÍN: 2018 ([14](#)).
GONZÁLEZ HERRERO, SERGI: 2016 ([23](#)), 2017 ([29](#)).
GRUPO ANTÁRTICO DE AEMET: 2020 ([9](#)).
GUTIÉRREZ RUBIO, DELIA: 2016 ([50](#)), 2018 ([59](#)), 2019 ([5](#), [47](#)), 2020 ([61](#)), 2021 ([5](#), [41](#), [57](#)), 2022 ([5](#), [10](#)).
HIERRO CARNICERO, JOSÉ: 2020 ([68](#)).
LARA JAÉN, MANUEL: 2021 ([26](#)).
LINARES GIL, CRISTINA: 2021 ([19](#)).
LLORENTE MARTÍNEZ, FERNANDO: 2023 ([12](#)).
LOMAS GONZÁLEZ, ALEJANDRO: 2022 ([25](#)).
LÓPEZ DÍAZ, JOSÉ ANTONIO: 2022 ([25](#)).
LÓPEZ-REY, DAVID: 2019 ([84](#)).
MARTÍN GIMÉNEZ, MARGARITA: 2016 ([42](#)).
MARTÍN LEÓN, FRANCISCO: 2018 ([50](#)).
MARTÍN VIDE, JAVIER: 2020 ([52](#)).
MÉNDEZ FRADES, ALEJANDRO: 2023 ([30](#)).
MORA GARCÍA, MANUEL: 2016 ([12](#)), 2019 ([11](#)), 2020 ([20](#)), 2023 ([34](#)).
NÚÑEZ MORA, JOSÉ ÁNGEL: 2016 ([5](#)), 2019 ([61](#), [69](#)), 2020 ([45](#), [55](#)), 2021 ([46](#)), 2022 ([30](#)), 2023 ([49](#)).
ORIA IRIARTE, PEIO: 2018 ([80](#)), 2020 ([35](#)), 2021 ([31](#)), 2022 ([18](#)).
ORY AJAMIL, FERNANDO DE: 2016 ([59](#)).
PASCUAL BERGHAENEL, RAMÓN: 2020 ([13](#), [68](#)), 2023 ([62](#)).
PASTOR SAAVEDRA, ASUNCIÓN: 2019 ([47](#)).
PINAR SOLÉ, ANDRÉS: 2017 ([32](#), [39](#)).
SECCIÓN CLIMATOLOGÍA (DT GALICIA): 2017 ([12](#)).
SORIANO ROMERO, JUAN DE DIOS: 2016 ([50](#)).
TORRIJO MURCIANO, RICARDO: 2019 ([84](#)), 2022 ([25](#)).

AEmet