

A wide-angle photograph of a mountain valley covered in snow. The sun is low in the sky, creating a bright glow and a faint rainbow. The text is overlaid on a semi-transparent grey rectangle in the center.

BOLETÍN DE INDICADORES DE CAMBIO CLIMÁTICO DE LOS PIRINEOS - 2024

INTRODUCCIÓN

¿Cuál es el objetivo del boletín? ¿Quién lo impulsa?
¿Qué encontraremos?

AEROSOLES ATMOSFÉRICOS

¿Qué efecto tienen los incendios forestales? ¿Y las intrusiones de polvo sahariano?

TEMPERATURA DEL AIRE

¿Qué tendencia se observa? ¿Cómo se comportan los extremos?

RÉGIMEN TÉRMICO DE LOS LAGOS

¿Se calienta el agua de los lagos? ¿Existen olas de calor lacustres?

PRECIPITACIÓN

¿Precipita menos ahora que hace 60 años? ¿Los períodos de sequía son más largos?...

ESTUDIOS RELEVANTES

Recopilación de algunos estudios climáticos de interés publicados en los últimos dos años

SOBRE EL BOLETÍN

¿Quién elabora el boletín? ¿Qué es el proyecto PYRENEES4CLIMA?

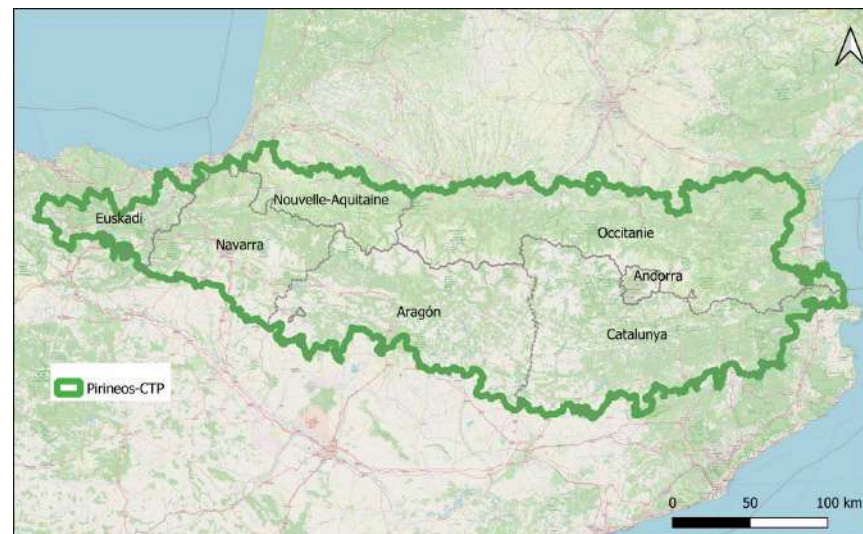
INTRODUCCIÓN

El BICCPYR

El **Boletín de Indicadores de Cambio Climático de los Pirineos** (BICCPYR) pretende contribuir a profundizar en el conocimiento del impacto del cambio climático de origen antrópico en los Pirineos, desde una perspectiva transfronteriza. La primera edición del boletín se emitió en el año 2021, bajo el paraguas del proyecto OPCC-ADAPYR (Interreg-POCTEFA) impulsado por la Comunidad de Trabajo de los Pirineos (CTP), y que contó con la contribución de doce instituciones repartidas por las diferentes regiones y países del macizo

pirenaico, con la coordinación del [Observatorio Pirenaico del Cambio Climático](#).

Gracias al impulso del proyecto europeo **LIFE-SIP PYRENEES4CLIMA**, se puede dar continuidad a esta iniciativa. El **BICCPYR 2024** se centra en el análisis de la evolución de variables climáticas esenciales (temperatura del aire y precipitación), de la superficie cubierta de nieve y de variables relacionadas con los ecosistemas sensibles en los Pirineos. De la temperatura y la precipitación, se analiza la evolución y la tendencia de los



Área geográfica de estudio
y regiones que conforman la CTP



valores promedio y de los valores extremos, así como su comportamiento a escalas anual y estacional. Para ello, se analizan un conjunto de series climáticas que cumplen ciertos requisitos, para asegurar que las conclusiones sean robustas y fiables: buena representación espacial, una cobertura temporal de más de 60 años (1959-2024), disponibilidad de información a resolución diaria, y una calidad y homogeneidad contrastadas. El apartado de precipitación termina con información sobre la evolución del manto nivoso a partir de la superficie cubierta de nieve, comparando los valores de la temporada 2024-2025 con los valores del período 2000-2021.

En el BICCPYR 2024 también se proporcionan algunos indicadores de seguimiento del impacto del cambio climático en **ecosistemas sensibles**, como la evolución de los **aerosoles atmosféricos** en alta montaña y el régimen térmico de los **lagos** pirenaicos.

Como en ediciones anteriores, el boletín incluye un apartado (Estudios Relevantes) reservado a destacar investigaciones y artículos científicos que han contribuido a mejorar el conocimiento de la realidad climática actual en los Pirineos.

TEMPERATURA DEL AIRE



Localización de las series de temperatura

Los datos



12 series climáticas de calidad y homogéneas de temperatura del aire



Período 1959-2024



Temperatura media - TM (°C)
Temperatura máxima - TX (°C)
Temperatura mínima - TN (°C)



Resolución anual, estacional y diaria.
El período de referencia para el cálculo de anomalías es 1961-1990

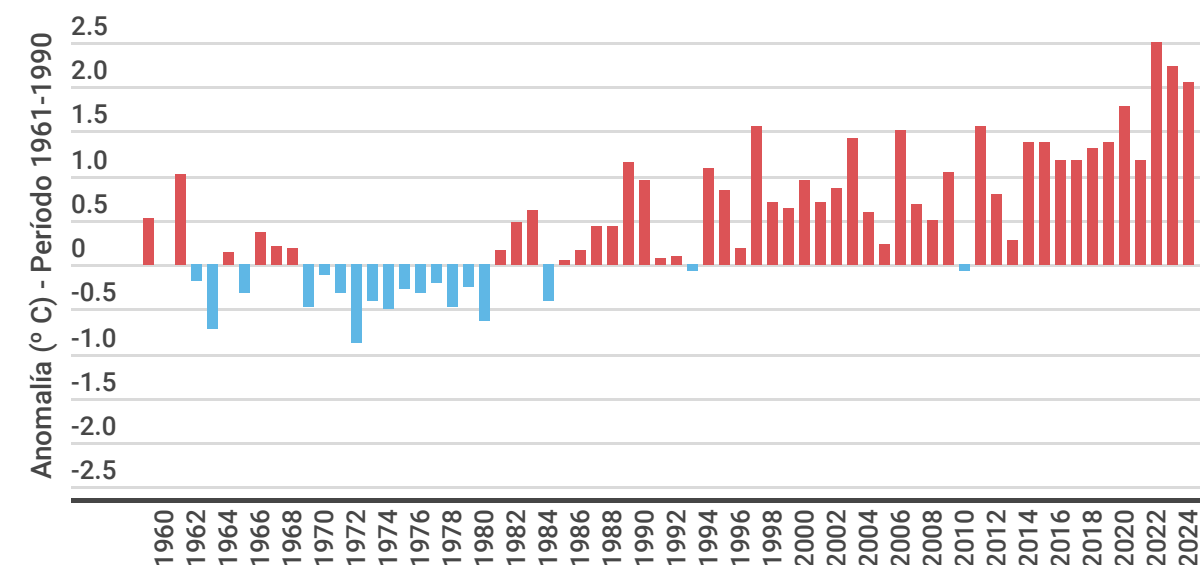
¿Qué analizamos?

- La tendencia anual y estacional de la temperatura media
- La tendencia anual de un conjunto de 16 indicadores de extremos de temperatura

¿Cómo lo analizamos?

- Cálculo de la tendencia decadal y significación estadística según el test de Mann-Kendall (nivel de confianza 95%)
- Para el conjunto de los Pirineos y para cuatro subzonas, según vertiente y proximidad al Atlántico y al Mediterráneo

Evolución de la anomalía de la temperatura media anual en el conjunto de los Pirineos (1959-2024)



Algunos valores destacados



1,9 °C

Incremento de la temperatura media anual (1959-2024)



+0,34 °C/déc

Tendencia de incremento de la temperatura máxima (1959-2024)



+0,25 °C/déc

Tendencia de incremento de la temperatura mínima (1959-2024)



2,7 °C

Incremento de la temperatura media en verano (1959-2024)

TEMPERATURA DEL AIRE

2022-2024, tres años muy cálidos en los Pirineos

La temperatura media de los Pirineos durante el período 2022-2024 ha sido extraordinariamente alta, con valores anuales superiores a 2 °C respecto del valor de referencia (es la anomalía, la diferencia del valor de un año respecto de la media del período 1961-1990). Así, las anomalías de 2022 (2,6 °C), 2023 (2,2 °C) y 2024 (2,0 °C) son las más elevadas de los últimos 66 años, como mínimo, pues las anteriores anomalías más elevadas se registraron en 2020 (1,8 °C) y 2011 (1,5 °C). La temperatura media anual en el conjunto de los Pirineos ha aumentado en **1,9 °C** desde 1959 (ritmo de +0,30 °C/década). Durante este mismo período, la temperatura máxima, que puede asociarse a la temperatura del período diurno, se ha incrementado a un ritmo muy superior al que lo ha hecho la temperatura mínima, asociable al período nocturno: **2,3 °C frente a 1,6 °C**.

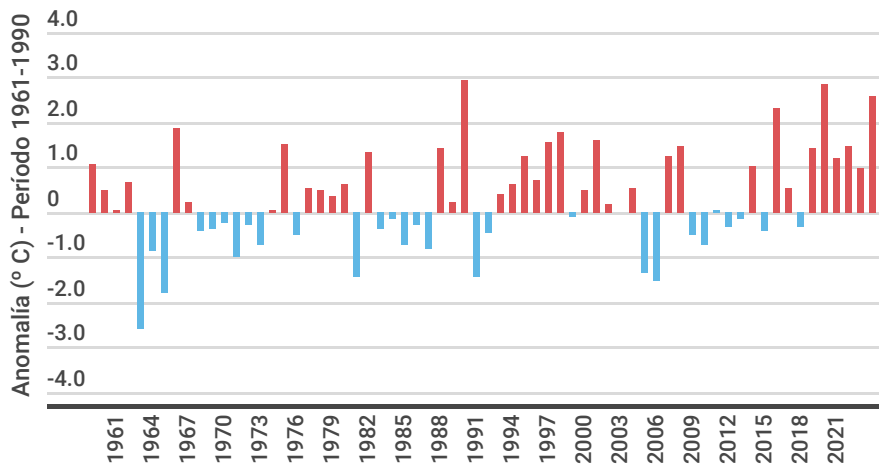
Análisis estacional y variación en el territorio

El incremento de la temperatura en los Pirineos no es uniforme a lo largo del año. **Verano** (junio, julio y agosto) es el período en el que el calentamiento es más marcado (desde 1959 ha aumentado en **2,7 °C**, a un ritmo de +0,41 °C/década), mientras que **invierno** (diciembre, enero y febrero) es la época del año con menor aumento (**1,4 °C**, a un ritmo de +0,21 °C/década). Primavera y otoño tienen un aumento intermedio de la temperatura (respectivamente, 2,0 °C y 1,7 °C). Además, en todas las estaciones del año, la temperatura máxima aumenta a un ritmo superior que la mínima.

Estos valores son muy similares en todo el Macizo, aunque las zonas Pirineos Sur y Pirineos Mediterráneos proporcionan aumentos ligeramente superiores a los de Pirineos Norte y Pirineos Atlánticos.

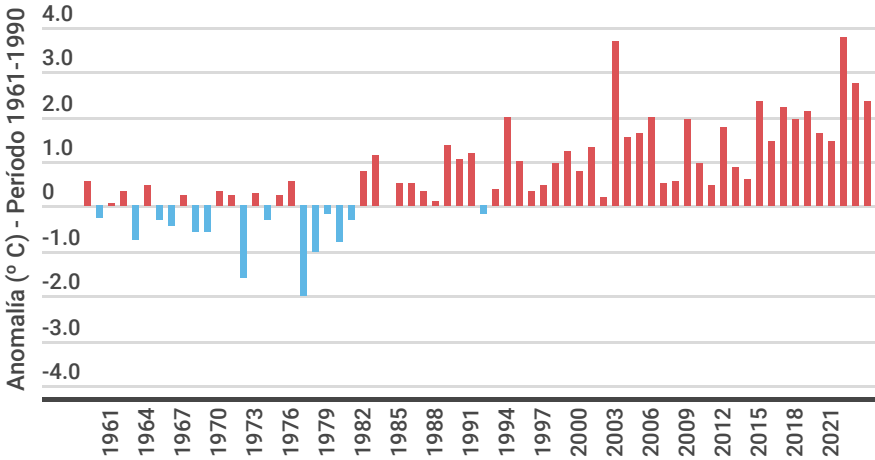
Tendencia de la temperatura, expresado como °C/década y para el conjunto del Pirineo (1959-2024). El asterisco indica que el valor es estadísticamente significativo.

	PIRINEOS	PIRINEOS NORTE	PIRINEOS SUR	PIRINEOS MEDITERRÁNEOS	PIRINEOS ATLÁNTICOS
Temperatura media anual - TM	+0,30 *	+0,28 *	+0,31 *	+0,31 *	+0,28 *
Temperatura máxima media anual - TX	+0,34 *	+0,33 *	+0,35 *	+0,36 *	+0,32 *
Temperatura mínima media anual - TN	+0,25 *	+0,24 *	+0,26 *	+0,25 *	+0,25 *



Evolución de la anomalía de la temperatura media en invierno en el conjunto de los Pirineos (+0,21 °C/déc)

Evolución de la anomalía de la temperatura media en verano en el conjunto de los Pirineos (+0,41 °C/déc)



TEMPERATURA DEL AIRE

Aumento de los valores extremos cálidos

La disponibilidad de series diarias permite el cálculo de indicadores relacionados con los extremos de temperatura. Desde 1959, todas las series han experimentado un incremento en aquellos extremos asociados a un clima más cálido.

Dos ejemplos: **el número de días de verano** (días en un año con $TX > 25^{\circ}C$) ha aumentado en el conjunto de los Pirineos en 32 días desde 1959, y **el número de noches tropicales** (días en un año con la $TN > 20^{\circ}C$) ha aumentado en 6 días, especialmente en las cotas medias y bajas del Macizo.

También se incrementa la magnitud de los extremos cálidos: actualmente la temperatura máxima extrema anual es $3,2^{\circ}C$ mayor y la duración de rachas cálidas es 19 días superior que a mitad del s. XX.

Cambios en los extremos de temperatura - Pirineos - 1959-2024

El asterisco indica que hay significación estadística



-3,0 días/década *

Días de helada
(Número de días en un año con $TN < 0^{\circ}C$)



-0,4 días/década *

Días de hielo
(Número de días en un año con $TX < 0^{\circ}C$)



-1,0 días/década *

Duración de las rachas frías
(Número de días en un año con, al menos, 6 días consecutivos en los que $TN <$ percentil 10 del período de referencia)



+4,9 días/década *

Días de verano
(Número de días en un año con $TX > 25^{\circ}C$)



+0,9 días/década *

Noches tropicales
(Número de días en un año con $TN > 20^{\circ}C$)



+2,9 días/década *

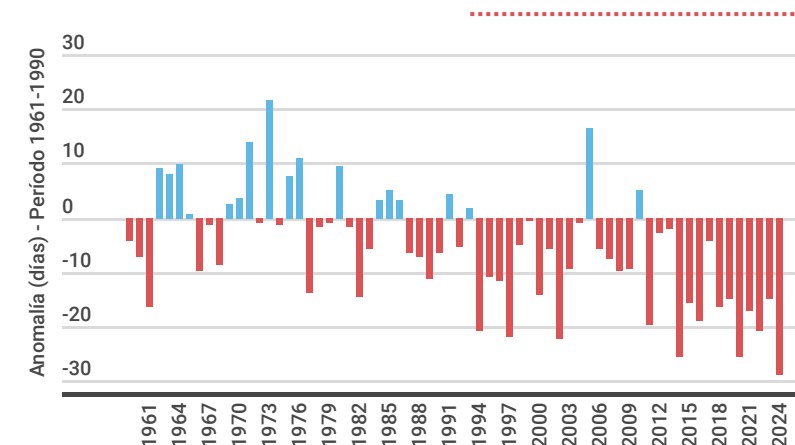
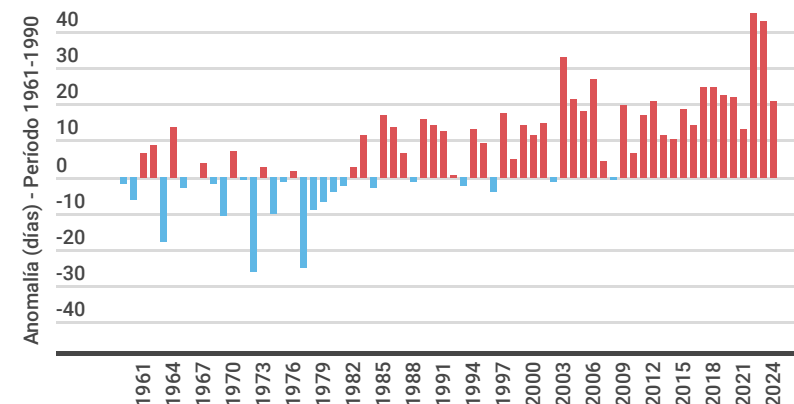
Duración de las rachas cálidas
(Número de días en un año con, al menos, 6 días consecutivos en los que $TX >$ percentil 90 del período de referencia)

Disminución de los indicadores de extremos fríos

De forma contraria, los indicadores relacionados con los extremos fríos han disminuido en todo el territorio pirenaico.

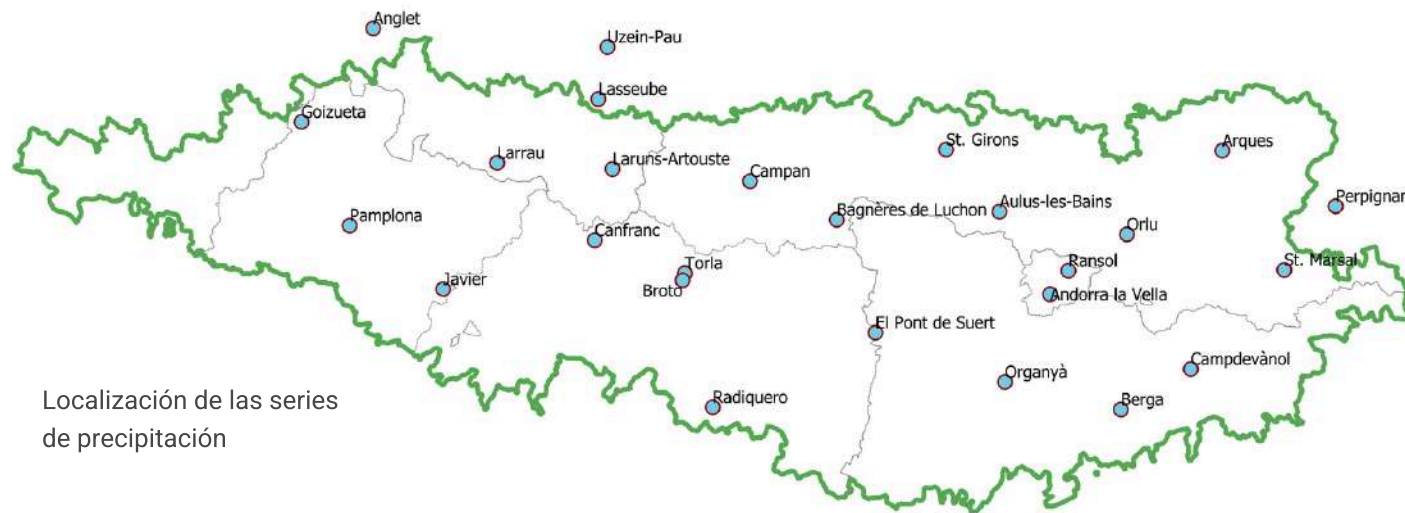
Por ejemplo, el **número de heladas** (días en un año con $TN < 0^{\circ}C$) ha disminuido en 20 días desde 1959. Y también se ha apreciado una disminución en la **duración de las olas de frío** (o rachas frías), que actualmente es casi 7 días inferior que hace unos 70 años.

Evolución de la anomalía anual del indicador "Días de verano" en el conjunto de los Pirineos



Evolución de la anomalía anual del indicador "Días de helada" en el conjunto de los Pirineos

PRECIPITACIÓN



Los datos



26 series climáticas de calidad y homogéneas de precipitación



Período 1959-2024



Precipitación acumulada - PPT (mm)



Resolución anual, estacional y diaria.
El período de referencia para el cálculo de anomalías es 1961-1990

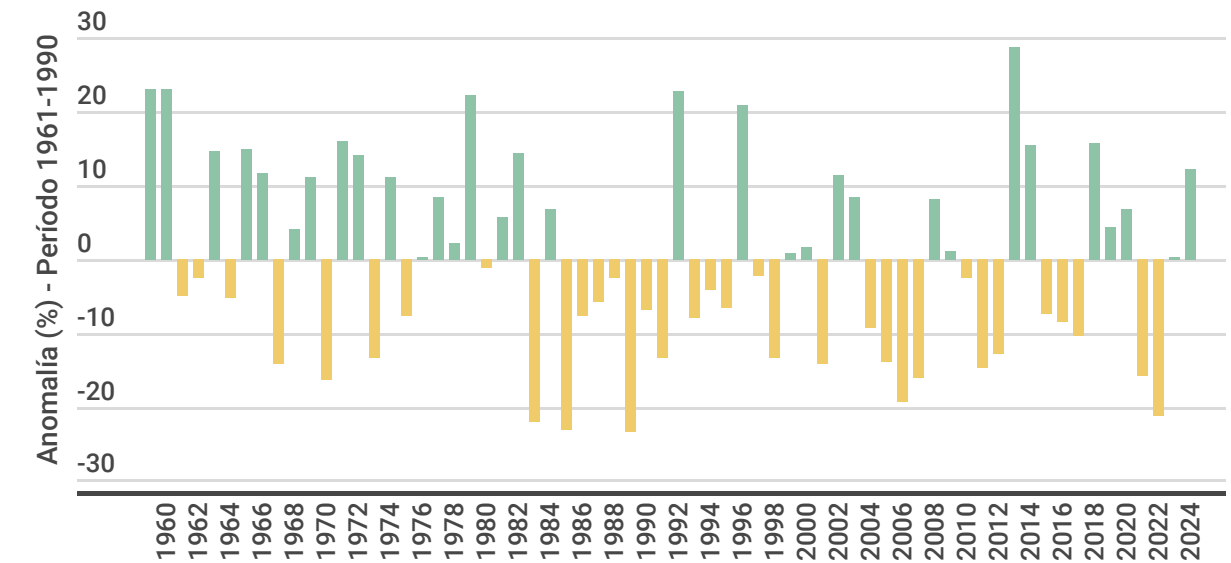
¿Qué analizamos?

- La tendencia anual y estacional de la precipitación total
- La tendencia anual de un conjunto de 11 indicadores de extremos de precipitación

¿Cómo lo analizamos?

- Cálculo de la tendencia decadal y significación estadística según el test de Mann-Kendall (nivel de confianza 95%)
- Para el conjunto de los Pirineos y para cuatro subzonas, según vertiente y proximidad al Atlántico y el Mediterráneo

Evolución de la anomalía de la precipitación acumulada anual en el conjunto de los Pirineos (1959-2024)



Algunos valores destacados



-9 %

Disminución de la precipitación media anual (1959-2024), valor estadísticamente no significativo. Esta disminución equivale a unos 100 mm de precipitación.



-11 %

Disminución de la precipitación en invierno (1959-2024), sin significación estadística



-0,7 vs. -2,7 %/década

Variación de la precipitación media anual en vertiente atlántica vs. vertiente mediterránea (1959-2024). Sólo en la vertiente mediterránea tiene significación estadística



+2 vs. -9 días

Variación del número anual de días de precipitación en vertiente norte vs. vertiente sur (1959-2024). Los dos valores no presentan significación estadística

PRECIPITACIÓN

Clara disminución en las vertientes sur y mediterránea

La evolución de la precipitación media anual en el conjunto de los Pirineos (media de las 26 series climáticas analizadas) presenta una tendencia para el período 1959-2024 igual a **-1,4%/década**, valor estadísticamente no significativo.

Si se realiza un análisis por ámbitos geográficos (por vertiente norte/sur y por proximidad al Mediterráneo/Atlántico), se aprecian tendencias diferenciadas. Si bien la precipitación anual disminuye en todas las zonas, sólo es estadísticamente significativa en **la vertiente sur de los Pirineos** (-2,5 %/década) y en la zona más cercana al **Mediterráneo** (-2,7 %/década). Por el contrario, la zona atlántica y la vertiente norte presentan una tendencia sin significancia estadística y mucho menor (-0,7 y -0,4 %/déc, respectivamente).

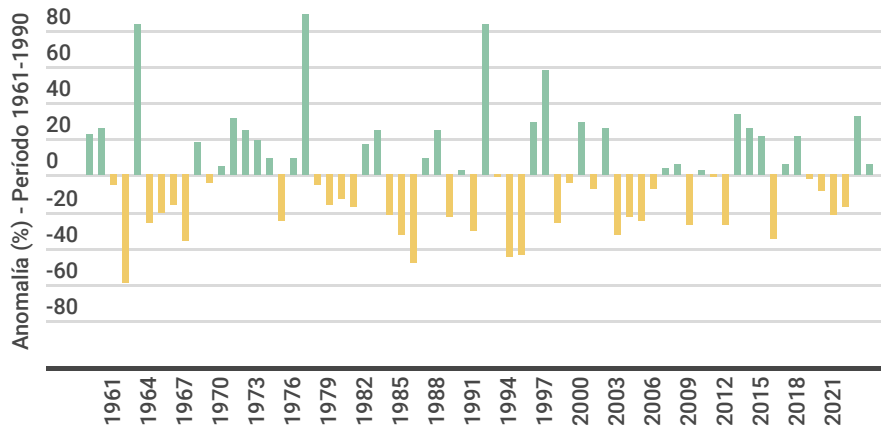
Diferencias en la precipitación estacional

Todas las estaciones del año muestran una tendencia negativa (disminución) para la precipitación en los Pirineos, con valores más elevados (aunque sin alcanzar el nivel requerido de significación estadística) en verano e invierno (-2,0 y -1,8 %/década, respectivamente). El único valor de tendencia estadísticamente significativo se obtiene para la precipitación de verano en la **zona de influencia mediterránea**, con una disminución del 25 % (-3,8 %/década) en los últimos 66 años.

La disminución en primavera y otoño es inferior y en ningún caso es una tendencia estadísticamente significativa (valores de -1,1 %/década en primavera y -1,2 %/década en otoño).

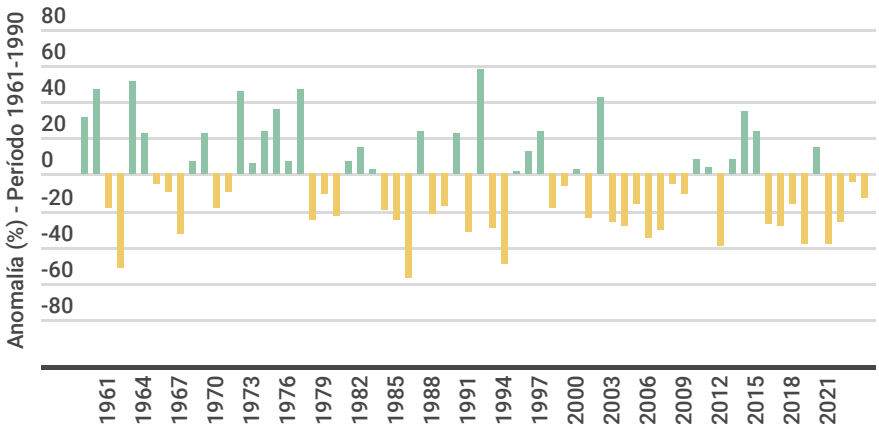
Tendencia de la precipitación anual/estacional, expresado como %/década (1959-2024). El asterisco indica que el valor es estadísticamente significativo

	AÑO (%/déc)	INV (%/déc)	PRI (%/déc)	VER (%/déc)	OTO (%/déc)
Conjunto de los Pirineos	-1,4	-1,8	-1,1	-2,0	-1,2
Pirineos norte	-0,4	-0,6	-0,3	-1,0	-0,2
Pirineos sur	-2,5 *	-3,2	-1,9	-3,0	-2,2
Pirineos mediterráneos	-2,7 *	-3,8	-1,2	-3,8 *	-2,1
Pirineos atlánticos	-0,7	-0,9	-1,0	-0,7	-0,7



Evolución de la anomalía de la precipitación de verano en los Pirineos Atlánticos (-0,7 %/déc)

Evolución de la anomalía de la precipitación de verano en los Pirineos Mediterráneos (-3,8 %/déc)



PRECIPITACIÓN

La intensidad de la precipitación, ligeramente a la baja

Los 11 índices obtenidos a partir de las 26 series de precipitación diaria no muestran una tendencia evidente en la mayoría de los casos. Solo el **Índice Simple de Intensidad Diaria** muestra un valor estadísticamente significativo y negativo (descenso) en el conjunto de los Pirineos [-0,17 (mm/día)/déc] y en las cuatro zonas pirenaicas definidas. Este hecho podría indicar una disminución de la intensidad de la precipitación durante el período 1959-2024, pero hay que continuar su análisis para dar conclusiones más robustas.

Otros indicadores presentan una tendencia al descenso en alguna zona determinada (generalmente en las vertientes sur y mediterránea), pero no en el conjunto de los Pirineos.

Cambios en los extremos de precipitación - Pirineos - 1959-2024

El asterisco indica que hay significación estadística



-1,8 mm/década

PPT máxima en 5 días consecutivos
(valor máximo anual de la precipitación registrada durante 5 días consecutivos)



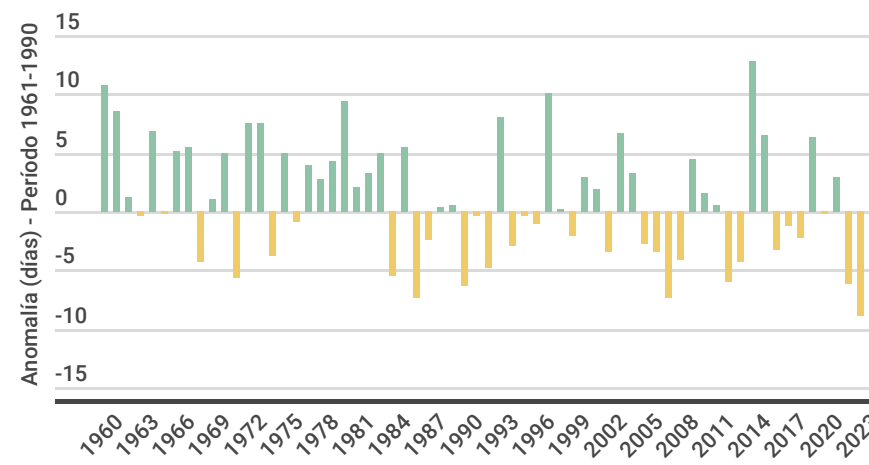
-0,2 (mm/día)/década *

Índice Simple de Intensidad Diaria
(PPT anual dividida por el número de días de lluvia)



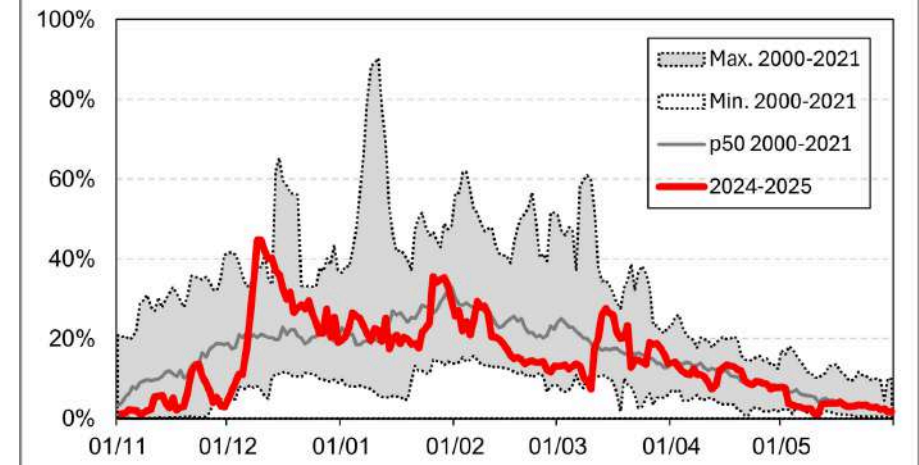
-0,6 días/década

Disminución del número de días con PPT ≥ 10 mm
(Número de días en un año con PPT ≥ 10 mm)



Evolución de la anomalía del indicador "Número de días con PPT ≥ 10 mm" en el conjunto de los Pirineos

Porcentaje de superficie cubierta de nieve - Pirineos



Presencia de nieve en los Pirineos

A partir de las imágenes de satélites de alta resolución, se puede realizar el seguimiento de la **presencia de nieve en el suelo**, y calcular la evolución temporal del porcentaje de superficie cubierta de nieve en el conjunto de los Pirineos. Se ha realizado el análisis de las imágenes de satélite del período noviembre-mayo desde el año 2000 hasta la actualidad, calculando el porcentaje de superficie cubierta de nieve en todas ellas, y se ha comparado el resultado del período 2000-2021 con el de la última temporada (noviembre 2024 - mayo 2025). Como se observa en la gráfica superior, durante gran parte de esta última temporada (línea roja) el porcentaje de superficie cubierta de nieve se ha mantenido cercano al valor medio del período de referencia (2000-2021), con valores altos a mitad de diciembre y valores bajos a finales de febrero y principios de marzo.

AEROSOLES ATMOSFÉRICOS



Medida de aerosoles en el campo de experimentación AEMET en Formigal-Sarriós (Huesca). Fuente: IPE-CSIC



Fotografía de las muestras de PM₁₀ recogidas en Formigal en agosto de 2025



Datos horarios de la concentración de hollín registrada en Formigal en agosto de 2025

Los datos



Medidas en tiempo real de concentración de *black carbon* (u hollín)

Muestreo de PM₁₀ en filtros para su análisis químico y contribución de las fuentes de contaminación

Monitorización de aerosoles depositados



Período 2019 - 2025

Período 2016 - 2025

¿Qué analizamos?

- La variabilidad diaria, estacional e interanual
- Ocurrencia de eventos extremos

¿Cómo lo analizamos?

- Estudios de composición química de aerosoles
- Estudios de atribución de fuentes
- Análisis meteorológicos de situaciones

Algunos datos destacados



Impacto creciente de incendios forestales

Picos de hollín que alcanzan los 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ derivados de incendios ocurridos a centenares de Km, a un millar de Km y a varios millares de Km



Polvo sahariano en aumento

Eventos de polvo sahariano en todas las estaciones del año, en algunos casos con altas tasas de deposición que superan los 20 g/m^2 en un solo evento

AEROSOLES ATMOSFÉRICOS

Impacto de los incendios forestales

Las concentraciones de hollín registradas en Formigal-Sarrios entre 2019 y 2025 muestran un **aumento asociado a incendios forestales y transporte de aerosoles** a larga distancia.

En verano (imagen inferior), los valores habituales de hollín en la zona pirenaica están en los 200–300 ng/m³, pero durante los últimos 3-4 años se observan valores extremos asociados a incendios: en 2022, más de 2.500 ng/m³ (incendio de Añón de Moncayo, Zaragoza); en 2024, hasta 4.000 ng/m³ en 2024 (humo procedente de megaincendios en Canadá) y más de 5.000 ng/m³ en 2025 (megaincendios en Castilla y Galicia).

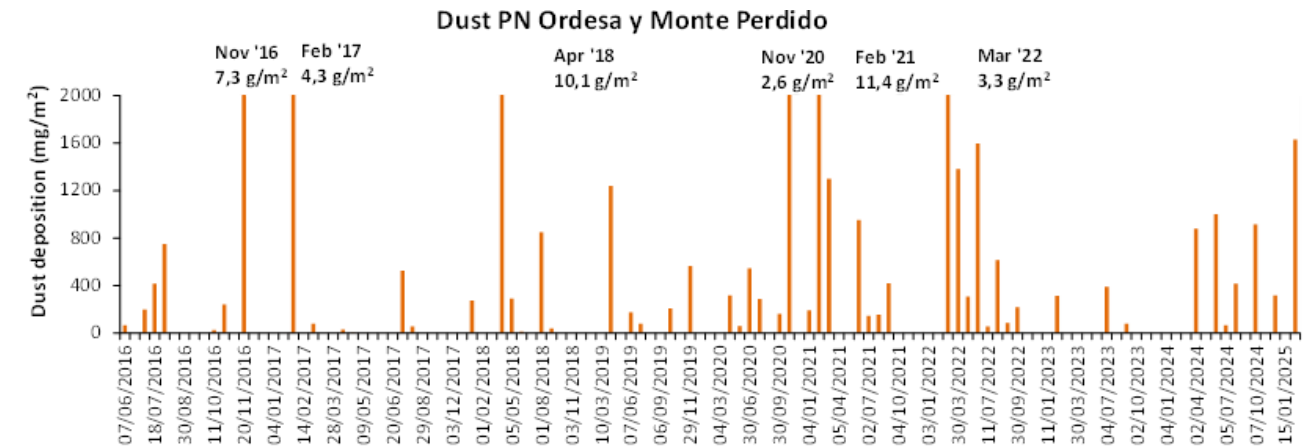
Estos valores reflejan el creciente impacto de los incendios forestales y del transporte atmosférico de contaminantes, fenómenos intensificados por el cambio climático. Las previsiones a futuro auguran una intensificación de estos fenómenos.

Datos horarios de la concentración de hollín registrada en Formigal en agosto de 2022, 2024 y 2025

Polvo sahariano en aumento

Desde 2016 se está registrando la **deposición de aerosoles** en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Huesca). El polvo sahariano es la fuente más abundante de aerosol depositado en el Parque Nacional, suponiendo hasta el 70% de la carga de aerosol anual. En estos 9 años de observaciones hemos registrado eventos muy significativos, pero llama la atención la intensa actividad que se registró entre 2020 y 2022, con numerosos eventos, algunos de ellos de gran intensidad (imagen superior).

La deposición de polvo sahariano fertiliza los ecosistemas terrestres y acuáticos, pero es letal para la duración de la nieve y el hielo en las montañas de la cordillera pirenaica.



Deposición mensual de polvo sahariano registrada en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido (Huesca) entre 2016 y 2025



RÉGIMEN TÉRMICO DE LOS LAGOS



Ibón de Marboré (2.600 m). Fuente: IPE-CSIC

Localización de los lagos analizados

Los datos



Nueve lagos en los Pirineos (Andorra, España y Francia)



Período 2013-2024



Registros de anuales de composición química de las aguas y propiedades.

Medidas de Temperatura (°C), Oxígeno disuelto (mg/l) y pH



Resolución horaria a partir de sensores de temperatura, oxígeno y pH

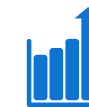
¿Qué analizamos?

- Tendencias anuales y estacionales de temperatura del agua a diferentes profundidades
- Los periodos de mezcla y estratificación de las aguas
- Cambios en las propiedades de las masas de agua

¿Cómo lo analizamos?

- Sensores con resolución horaria situados a distintas profundidades y medición de propiedades físico-químicas del agua con sondas multiparamétricas durante campañas de monitorización

Algunos valores destacados



10 años de observaciones

Se observa aumento en la temperatura media de las aguas superficiales y profundas.



+0,45 °C/año

Aumento de la temperatura media de las aguas superficiales (5 metros superiores) durante el verano en Marboré desde 2014.



5

Número de olas de calor durante el año 2023 en el Ibón de Marboré.



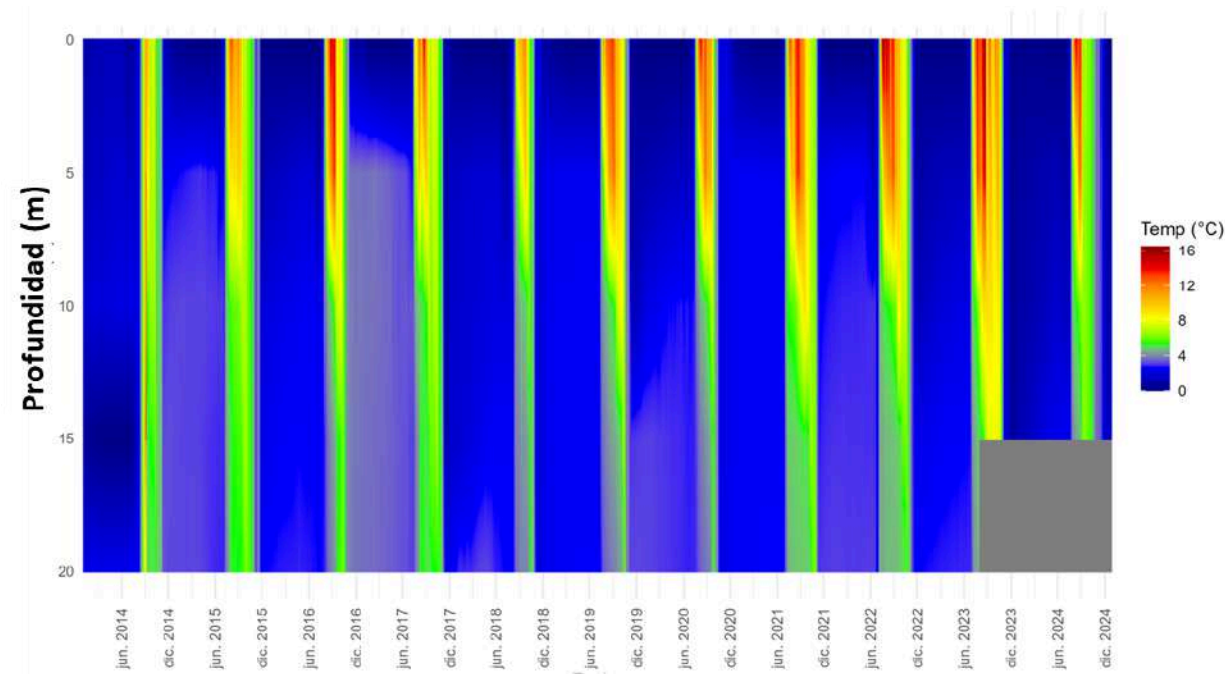
2023-2024

En invierno de 2023-2024 se detectó anoxia (oxígeno disuelto < 2 mg/L) en el fondo del Ibón de Marboré.

RÉGIMEN TÉRMICO DE LOS LAGOS

Régimen térmico

Los cambios en temperatura de las aguas de los lagos de altura controlan la dinámica biológica y la de los ciclos biogeoquímicos. En invierno, cubiertos de hielo, las aguas por debajo del hielo, están más frías que las de fondo (periodo de estratificación inversa). Tras el deshielo se homogeneiza la temperatura en toda la columna y las aguas se mezclan. En verano las aguas vuelven a estratificarse, con mayores temperaturas en superficie (estratificación normal). En Otoño, de nuevo se produce una homogeneización de la temperatura y una mezcla de las aguas. Este régimen térmico con dos mezclas de aguas al año se denomina dimíctico.

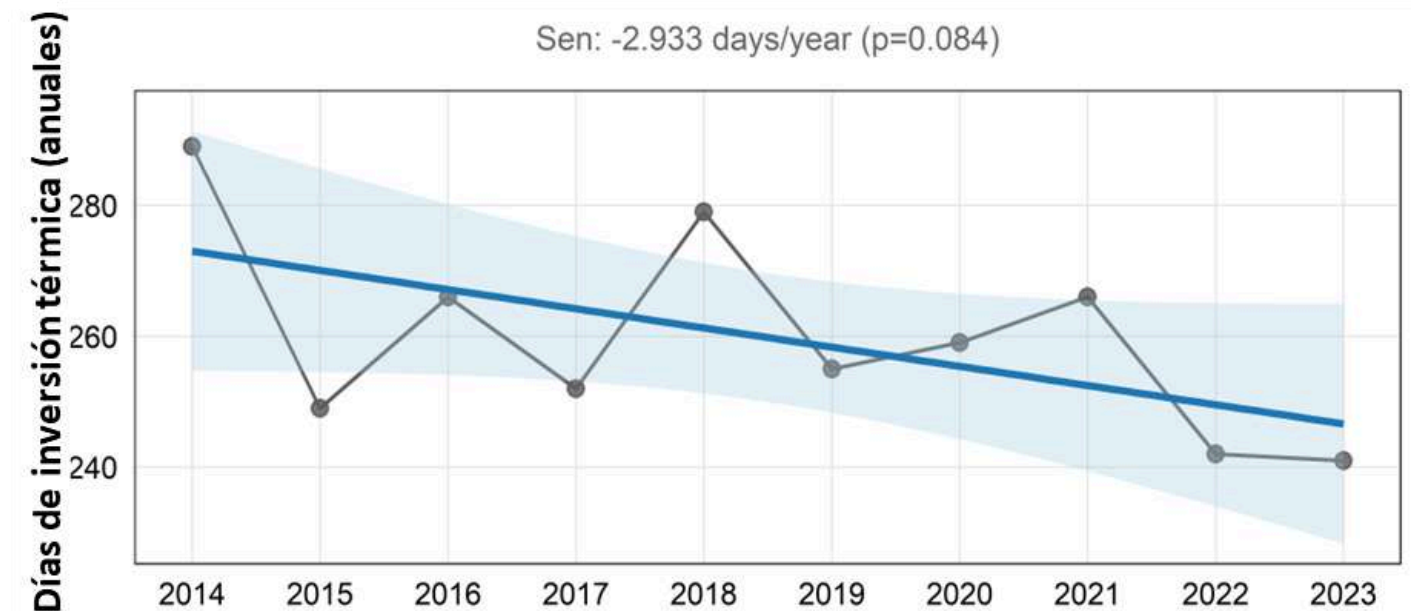


Régimen térmico del Ibón de Marboré (2014-2024)

Cambios en la columna de agua

Aunque las series temporales aun son relativamente cortas, los datos de temperatura desde 2014 hasta la actualidad apuntan a que **el periodo de estratificación inversa se está acortando**. Marboré muestra indicios de una **reducción anual de 2.9 días** en la duración de su estratificación inversa. Esto es coherente con la reducción del periodo durante el cual el lago está cubierto de hielo.

La mezcla de aguas en primavera y otoño transporta oxígeno al fondo y nutrientes a la superficie. Por primera vez, en 2023, Marboré registró un periodo de anoxia en el fondo durante el invierno de más de un mes.

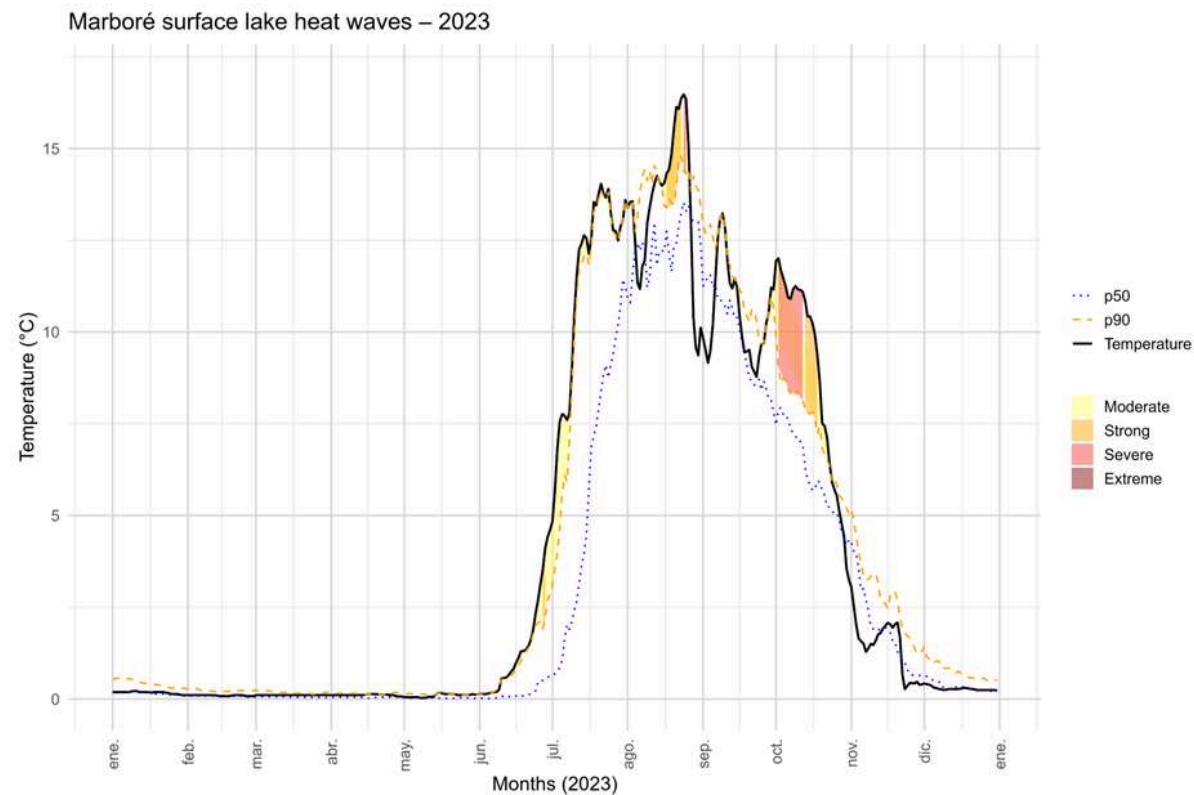


Tendencia temporal del número de días de inversión térmica en el Ibón de Marboré (2014-2023)

RÉGIMEN TÉRMICO DE LOS LAGOS

Olas de calor lacustres

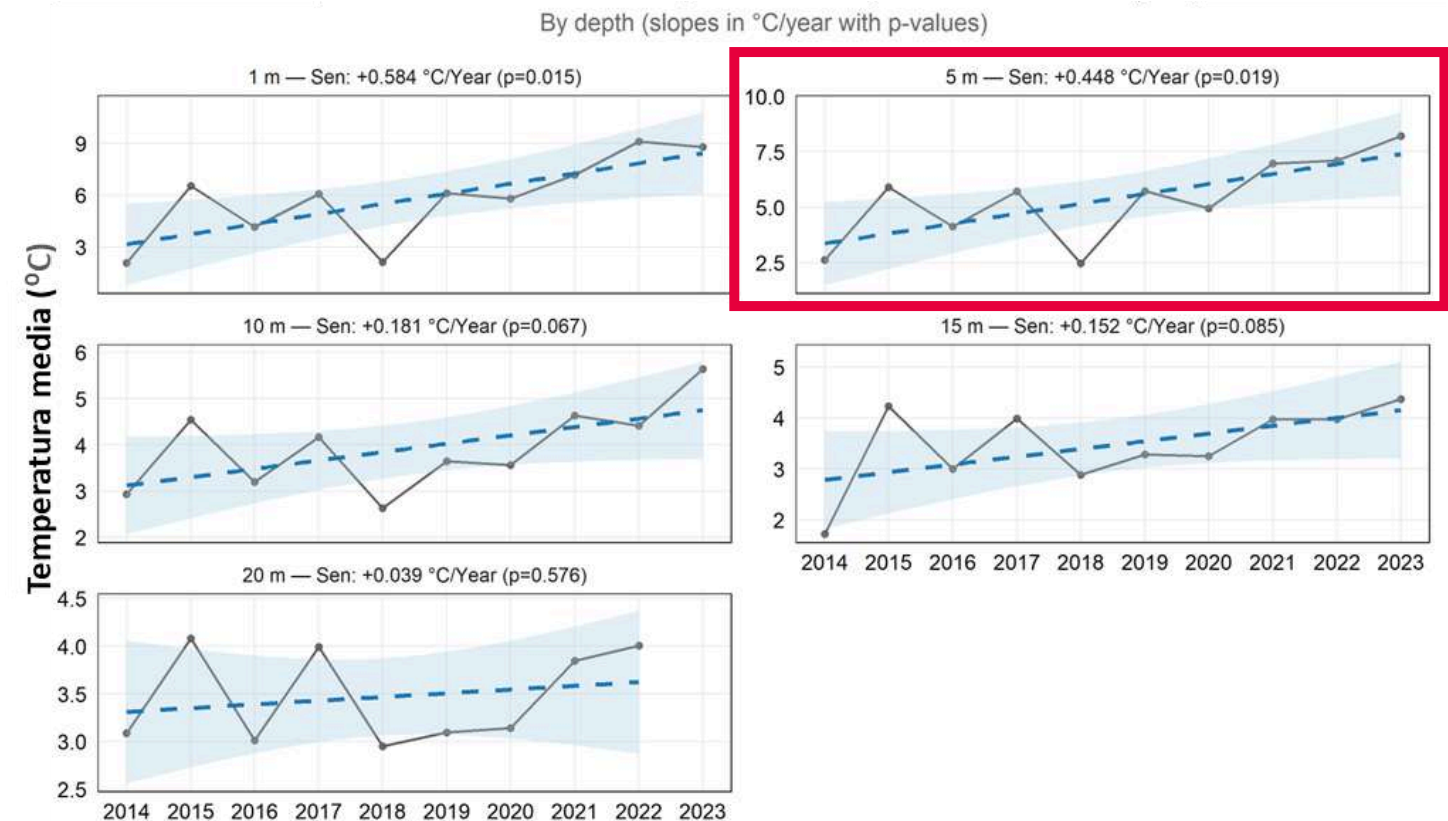
Los registros de temperatura en los lagos permiten identificar “olas de calor” en las aguas del lago. Estas se definen como periodos de 5 o más días durante los cuales la temperatura del agua superficial supera el percentil 90 del periodo de observación. En el caso de Marboré, donde la monitorización se inició en 2013, se identificaron 5 olas de calor en aguas superficiales en 2023, con hasta 12 días con temperaturas severas y 1 día con temperaturas extremas.



Olas de calor en el Ibón de Marboré (1 m), 2023

Las aguas profundas se calientan

La temperatura superficial no es la única que se está viendo afectada. Las series muestran incrementos en la temperatura en todas las profundidades del ibón de Marboré. Por ejemplo, a 5 m de profundidad, las aguas de Marboré se han calentado con un incremento de casi medio grado anual (gráfica con un marco rojo).



Tendencia temporal de la temperatura media anual según la profundidad (Ibón de Marboré, 2014-2023)

ESTUDIOS RELEVANTES

Este apartado del BICCPYR hace una recopilación de algunos estudios científicos relevantes aparecidos en los últimos dos años en revistas científicas, y que tienen relación con el análisis del cambio climático en los Pirineos. En esta edición se destacan dos.

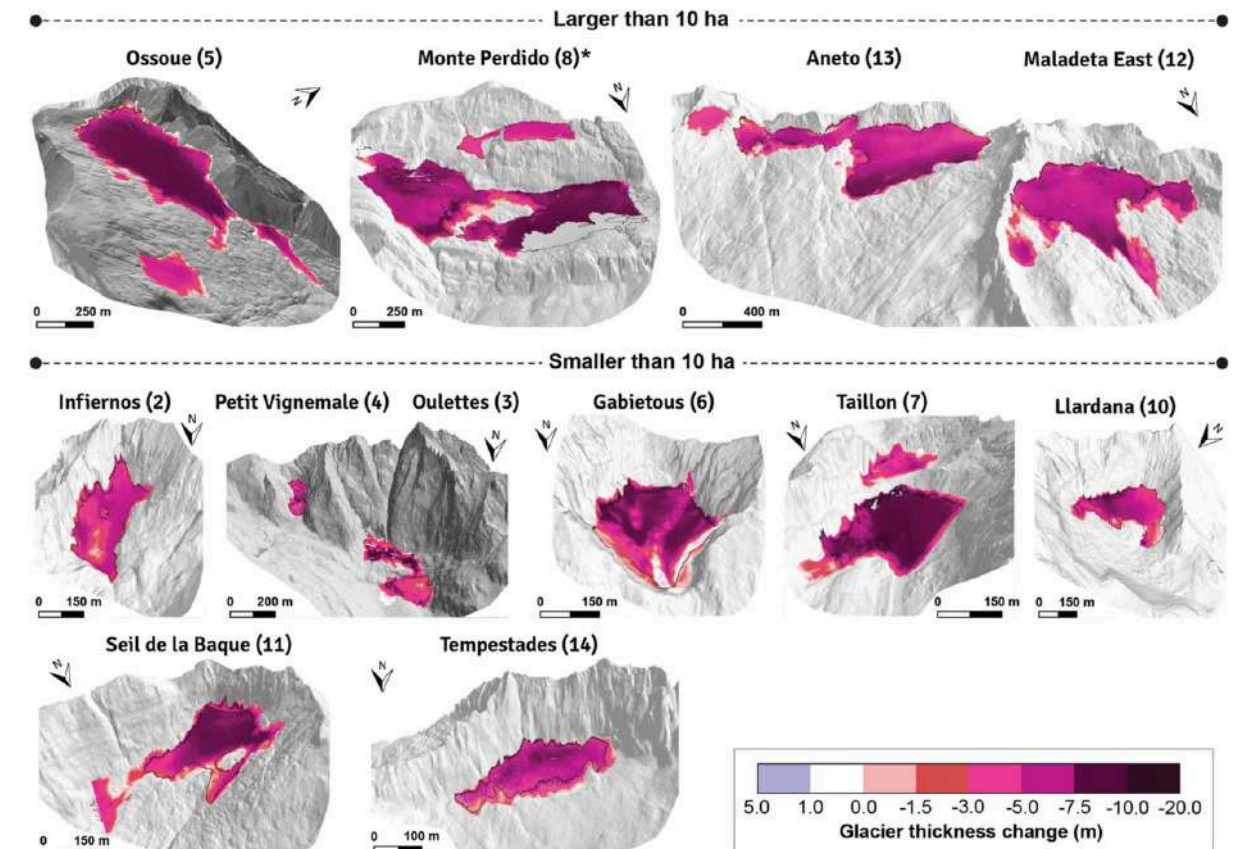
Estado de los glaciares pirenaicos después de los años 2022 y 2023

El artículo publicado por [Izagirre et al., 2024](#) en la revista *Regional Environmental Change*, analiza el estado de los glaciares pirenaicos después de las importantes pérdidas de masa durante los años 2022 y 2023, caracterizados por altas temperaturas, prolongadas olas de calor extremo y una reducción de la duración de nieve en la superficie. Se evalúa el aumento tanto del ritmo de reducción del área que ocupan los glaciares como del ritmo de reducción del grosor de hielo de estos glaciares, aportando información preocupante que les invita a decir en el propio título del artículo que los glaciares pirenaicos están desapareciendo rápidamente.

Esta afirmación vuelve a aparecer hacia el final del artículo, en concreto en el apartado de conclusiones, cuando se indica que, en el período entre 2020 y 2023, 8 de los 23 glaciares estudiados se han transformado en heleros (*ice-patches*) de acuerdo con los nuevos criterios para identificar los procesos de degradación de los glaciares, mientras que los 15

glaciares pirenaicos restantes cubren una extensión de solo 143,2 ha y están en una situación de extrema vulnerabilidad, con muchos de ellos clasificados como "situación extremadamente crítica". Así, los autores del artículo concluyen que los Pirineos **se convertirán en una de las próximas cordilleras montañosas del mundo sin glaciares**.

Distribución espacial del cambio de grosor del glaciar durante el período 2020-2023 para algunos de los glaciares analizados. La línea negra muestra la extensión del glaciar en el año 2023. Fuente: [Izagirre et al., 2024](#)



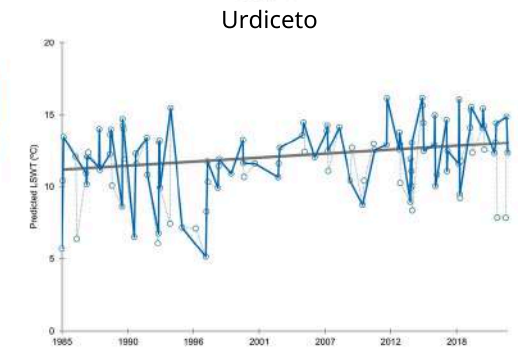
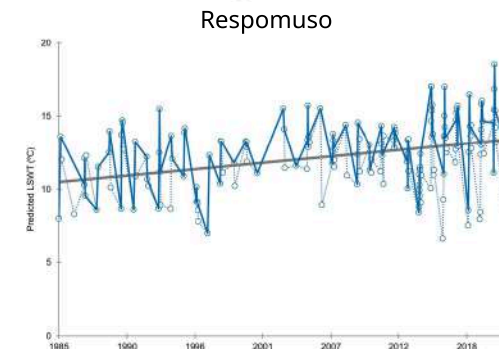
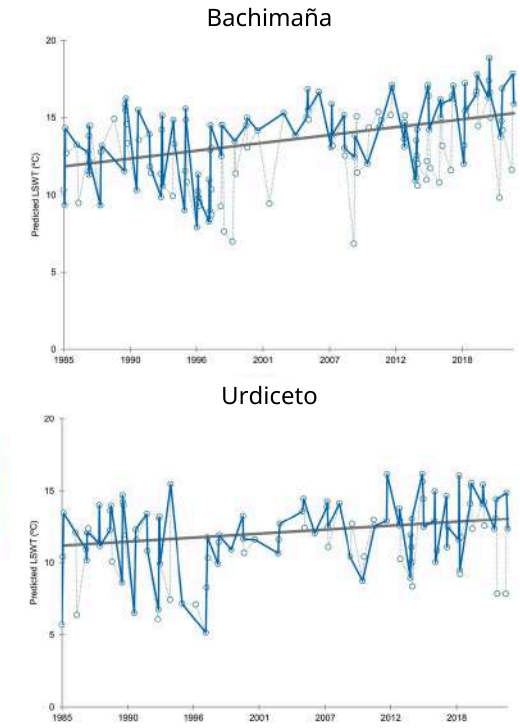
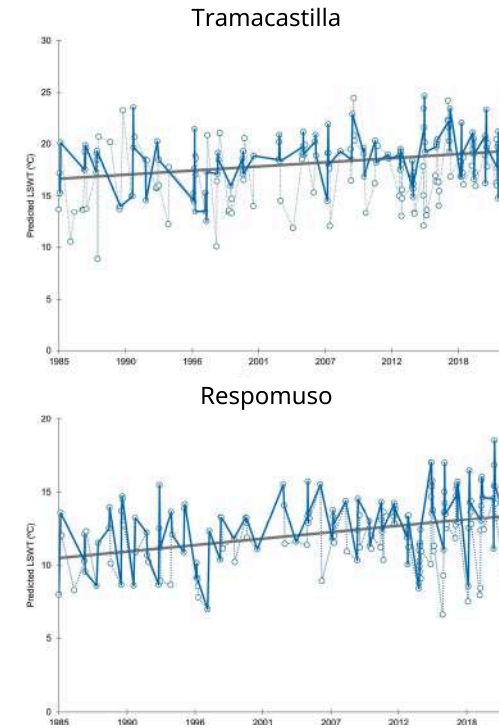
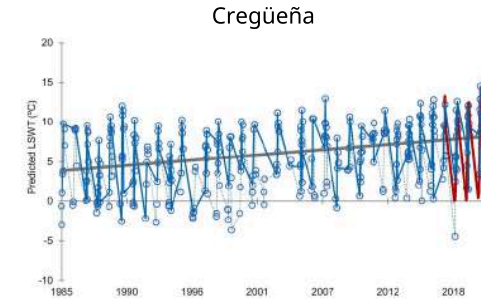
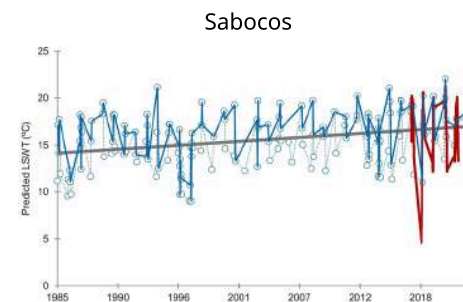
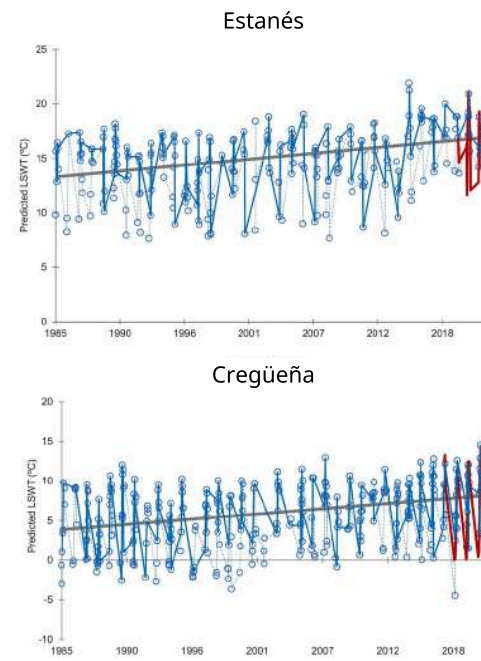
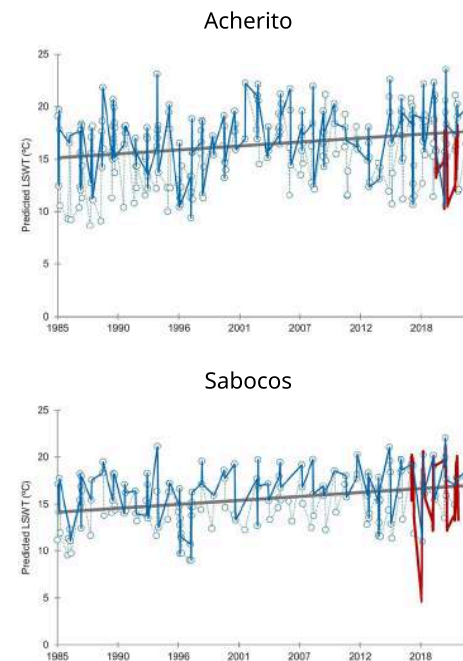
ESTUDIOS RELEVANTES

Tendencia de la temperatura del agua de los lagos pirenaicos

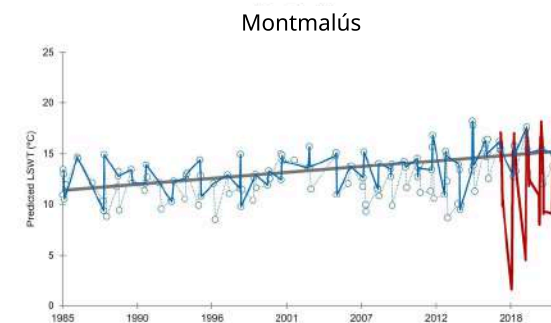
En este artículo, de [Jungkeit-Milla et al., 2024](#) y publicado en la revista *Science of the Total Environment*, se aborda el problema de la falta de datos observacionales de los lagos de alta montaña. Aprovechando los datos de temperatura del agua superficial (TAS) medidos en cinco lagos pirenaicos durante el período 2017-2022, los autores presentan una metodología para combinar esta base de datos con la temperatura obtenida a partir de datos de los satélites Landsat, obteniendo una alta correlación entre ambos conjuntos de datos de temperatura, indicativo de la relación robusta entre las dos fuentes de datos. Esta relación, obtenida en el período común 2017-2022, se ha aplicado para reconstruir desde 1985 las series de TAS de los lagos durante la época estival (de junio a septiembre). Esta reconstrucción se ha realizado no solo para los cinco lagos con datos observacionales, sino también para otros 4 lagos que no disponían de ningún dato previo.

Las series de temperatura del agua superficial de los nueve lagos pirenaicos reconstruidas para el período 1985-2022 presentan todas ellas una tendencia hacia el aumento.

Reconstrucción desde 1985 de la TAS durante el verano en 5 lagos pirenaicos. La línea continua azul es la TAS reconstruida considerando julio y agosto y la línea punteada azul es la TAS considerando el período junio-septiembre. La línea roja muestra los datos observacionales (2017-2022) y la línea gris indica la tendencia de la serie. Fuente: [Jungkeit-Milla et al., 2024](#)



Reconstrucción desde 1985 de la TAS durante el verano en 4 lagos pirenaicos. La línea continua azul es la TAS reconstruida considerando julio y agosto y la línea punteada azul es la TAS considerando el período junio-septiembre. La línea gris indica la tendencia de la serie. Fuente: [Jungkeit-Milla et al., 2024](#)



SOBRE EL BOLETÍN

Contribuidores

Los contenidos y el diseño de esta edición del BICCPYR han sido elaborados por el **Servei Meteorològic de Catalunya**, socio beneficiario del proyecto LIFE-SIP PYRENEES4CLIMA, y colíder del Grupo de Trabajo 2 - CLIMA. Para su elaboración, ha contado con la contribución de datos procedentes de los siguientes organismos:



Agradecimientos

Los autores quieren reconocer a los centenares de observadores/as meteorológicos/as que con su incansable labor han permitido disponer de series climáticas de alto valor científico. Igualmente, a Ramon Baylina y Toni Lora por la cesión de las fotografías que ilustran este boletín.

El proyecto LIFE-SIP PYRENEES4CLIMA

El BICCPYR 2024 ha sido elaborado en el marco del proyecto [LIFE-SIP PYRENEES4CLIMA](#), que tiene como objetivo implementar la Estrategia Pirenaica del Cambio Climático (EPiCC), primera estrategia europea de cambio climático diseñada específicamente para una biorregión de montaña y transfronteriza. La estrategia sigue los principios de:

- **COOPERACIÓN TRANSFRONTERIZA.** Promover la interacción entre las regiones pirenaicas mediante la identificación de medidas de adaptación prioritarias comunes y armonizándolas con los esfuerzos regionales y nacionales.
- **GENERACIÓN Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS.** Promover el conocimiento interdisciplinar e interterritorial, la identificación de experiencias y buenas prácticas, su valorización y transferencia a todos los territorios y sectores de los Pirineos.
- **ACCIÓN INNOVADORA.** Explorar, promover e implicarse en enfoques innovadores, tanto tecnológicos de gestión y gobernanza, que fomenten la conexión entre ciencia, política, práctica y sociedad.

- **ACCIÓN SINÉRGICA CON LA ESTRATEGIA PIRENAICA DE LA CTP.** Promover sinergias con sectores y con acciones de mitigación y la integración del cambio climático en las actuaciones de otras áreas y sectores de la Estrategia Pirenaica 2018-2024.
- **VISIBILIDAD EUROPEA E INTERNACIONAL.** Contribuir a la visibilidad europea e internacional de la especificidad climática de las zonas de montaña y el carácter transfronterizo de los Pirineos.



Contacto

Comunidad de Trabajo de los Pirineos
Avenida Nuestra Señora de la Victoria, 8
22.700 - Jaca - Huesca - España
T: +34 974 36 31 00
c. e.: info_opcc@ctp.org