



# Programa ERHIN

## Evaluación de los Recursos Hídricos Procedentes de la Innivación

El programa ERHIN tiene su origen en los primeros estudios, realizados en 1981 por la DGOH, sobre los glaciares activos del Pirineo español con el fin de conocer la situación e importancia de los distintos glaciares existentes. En 1984, se inician nuevos proyectos con el propósito de estudiar el fenómeno nival para evaluar los recursos nivales disponibles, ayudando a una mejor gestión de las infraestructuras en las cuencas de alta montaña.

## GLACIOLOGÍA



GLACIAR DEL ANETO-MALADETA (PIRINEO)

## NIVOLOGÍA



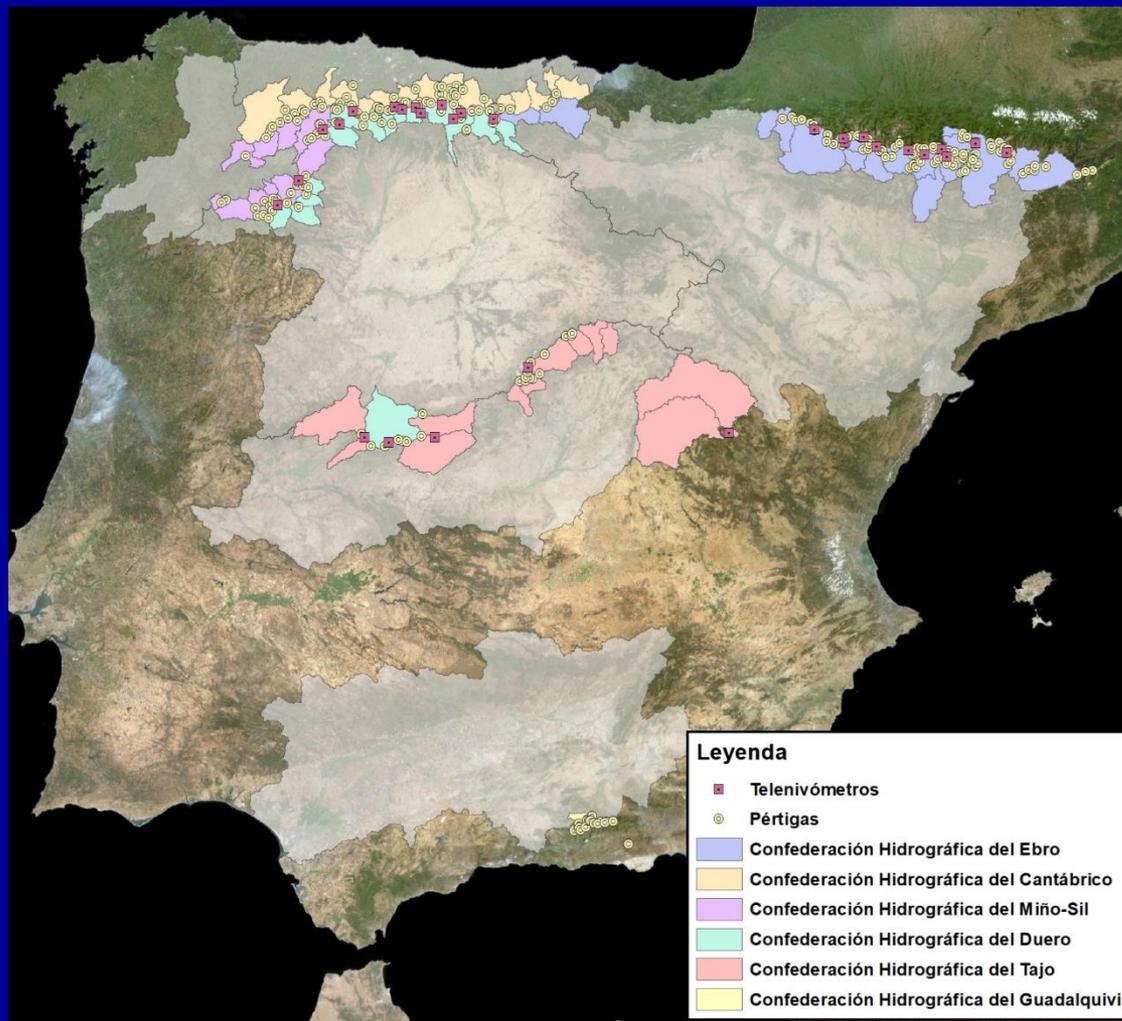
ESLA (DUERO)



## ACTUACIONES DESTINADAS A LA EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS NIVALES

- **CAMPAÑAS PERIÓDICAS DE MEDICIONES NIVALES**
- **ANÁLISIS DE IMÁGENES SATÉLITE DE TELEDETECCIÓN**
- **MODELO ASTER: SIMULACIÓN CONTINUA DE RECURSOS**

# RED DE CONTROL NIVAL: PÉRTIGAS Y TELENIVÓMETROS



PÉRTIGAS	Totales
Pirineos	113
Cantábrico	127
Sierra Nevada	21
Sistema Central	20
<b>Total</b>	<b>281</b>

TELENIVÓMETROS	Totales
Pirineos	11
Cantábrico	0
Sierra Nevada	0
Sistema Central	5
<b>Total</b>	<b>16</b>



**ES MUY VALIOSO DISPONER DE UNA AMPLIA RED DE PUNTOS DE MUESTREO (RED DE PÉRTIGAS) ASÍ COMO UN REGISTRO CONTÍNUO DE LA EVOLUCIÓN DEL MANTO NIVAL (TELENIVÓMETROS)**

**ELS ENCANTATS, P.N. AIGÜESTORTES (PIRINEOS)**



## CAMPAÑAS DE MEDICIÓN NIVAL

- REGISTRO DE ESPESORES, DENSIDADES Y COTAS DE INICIO DE NIEVE



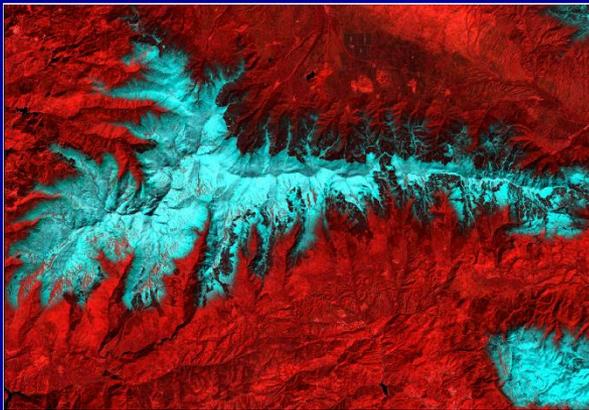
- DETERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE INNIVADA MEDIANTE TELEDETECCIÓN
- CÁLCULO DE LA LEY DE INNIVACIÓN Y VOLÚMENES DE AGUA EQUIVALENTES
- PUBLICACIÓN DE LOS INFORMES DE RECURSOS DISPONIBLES POR SUBCUENCAS
- ALMACENAMIENTO DE LOS RESULTADOS EN LA BASE DE DATOS HISTÓRICA

# CAMPAÑAS DE MEDICIÓN NIVAL. ANÁLISIS DE TELEDETECCIÓN

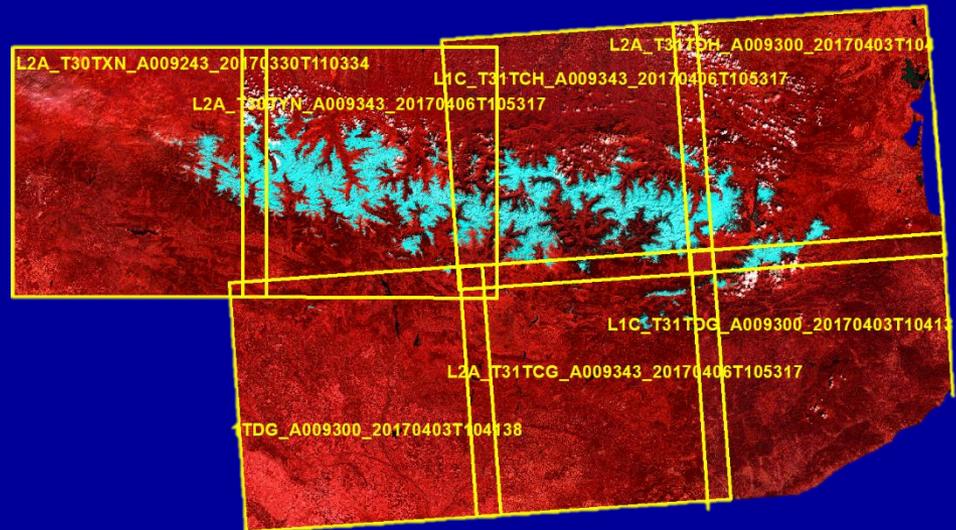
**CALCULO SUPERFICIE PARA LAS CAMPAÑAS:**

THE EUROPEAN SPACE AGENCY  

Uso y TRATAMIENTO de Imágenes SENTINEL 2A ( NDSI de 10x10m)



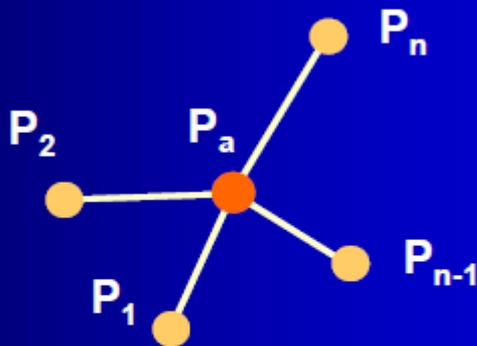
Mancha de nieve Sierra Nevada



Mancha de nieve Pirineos

# CAMPAÑAS DE MEDICIÓN NIVAL. CÁLCULO DE LA LEY DE INNIVACIÓN Y VOLÚMENES DE AGUA EQUIVALENTES

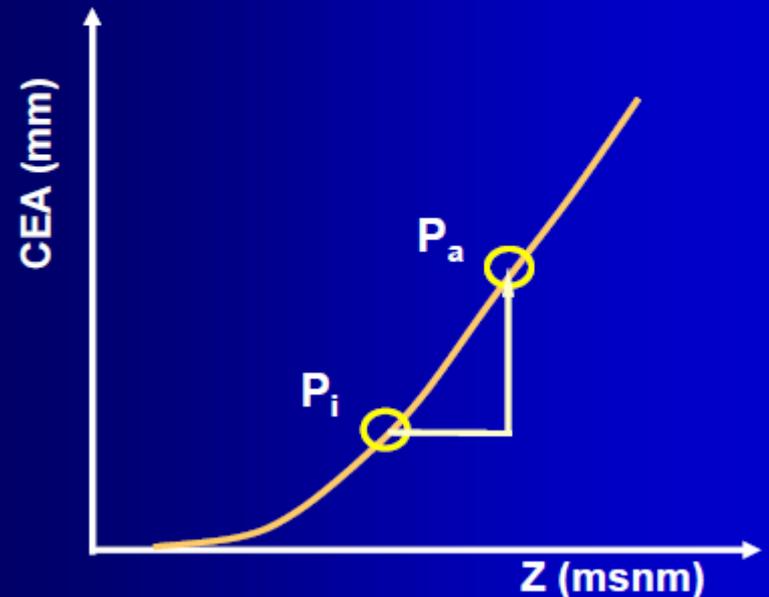
- Método de interpolación Inversa de la Distancia al Cuadrado (x,y)



$$CEA_a = \frac{\sum_{i=1}^n \left[ \frac{1}{d_i^p} * F CEA_i, Z_a - Z_i \right]}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p}}$$

- Ley de Innivación Cota (z)-VAFN

$$CEA = F \cdot Z$$



## CAMPAÑAS DE MEDICIÓN NIVAL. PUBLICACIÓN DE INFORMES DE RECURSOS NIVALES DISPONIBLES

Programa ERHIN

### EVOLUCIÓN DE LA RESERVA DE NIEVE Y APORTACIONES EN EL ÁMBITO DE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CÁNTABRICO

Fecha del informe: 08/05/2022

CUENCA		(*) ESTADO A: 08/05/2022				
		Superficie de la cuenca (km²)	Superficie Inhiesta (km²)	VAFN <sup>(2)</sup> (mm)	Aportaciones <sup>(3)</sup> (mm)	Reserva nival <sup>(4)</sup> (mm)
Sistema	Pto. de control	(km²)	(km²)	(mm)	(mm)	
	Nansa en E. de Salme	1.770,6	4,1	0,8	701,2	Muy alta
	Nansa en Corias	531,9	0,0	0,0	277,5	Normal
	Pigüela en Puente San Martín	404,1	74,6	15,7	116,6	Alta
	Trubia	418,7	45,6	15,6	232,6	Muy alta
	Caudal en Vega del Rey	234,8	29,8	8,6	136,0	Muy alta
	Alfár	356,4	56,7	30,5	254,0	Muy alta
	Naldón en E. de Tanas	254,3	0,0	0,0	205,6	Normal
	Gela en Cangas de Onís	480,8	9,3	4,3	519,2	Mínima 6 años
	Cares en Pefamellera Alta	454,9	29,3	8,6	425,9	Muy alta
Cordillera Cantábrica	Deva en Pefamellera Baja	643,3	14,5	4,8	333,3	Máxima 6 años
	Nansa en E. de La Coquilla	89,9	0,0	0,0	94,9	Normal
	Saja en Pinededa	206,9	0,0	0,0	185,5	Normal
	Besaya en E. de Somahoz	305,7	0,0	0,0	278,0	Normal
	Pas en Puente Viego	355,5	2,6	0,7	413,5	Muy alta
	Miera en Puente Agüero	205,5	0,0	0,0	168,1	Normal
	Ason en Ampuero	484,2	0,6	0,1	641,1	Normal
	<b>TOTAL</b>	<b>7.217,5</b>	<b>267,7</b>	<b>89,7</b>	<b>4.987,1</b>	

(1) Superficie Inhiesta calculada a partir del modelo ASTER  
 (2) Volumen de Agua en Forma de Nieve (VAFN) calculado a partir del modelo ASTER  
 (3) Aportaciones observadas en los puntos de aforo utilizados como puntos de cierre  
 (4) Variación cuantitativa del estado de las reservas en comparación con los valores registrados en los últimos 5 años

Programa ERHIN

### EVOLUCIÓN DE LA RESERVA DE NIEVE Y APORTACIONES EN EL ÁMBITO DE LA CH GUADALQUIVIR

Fecha del informe: 08/05/2022

#### GENIL EN E. CANALES

Fecha: 08/05/2022

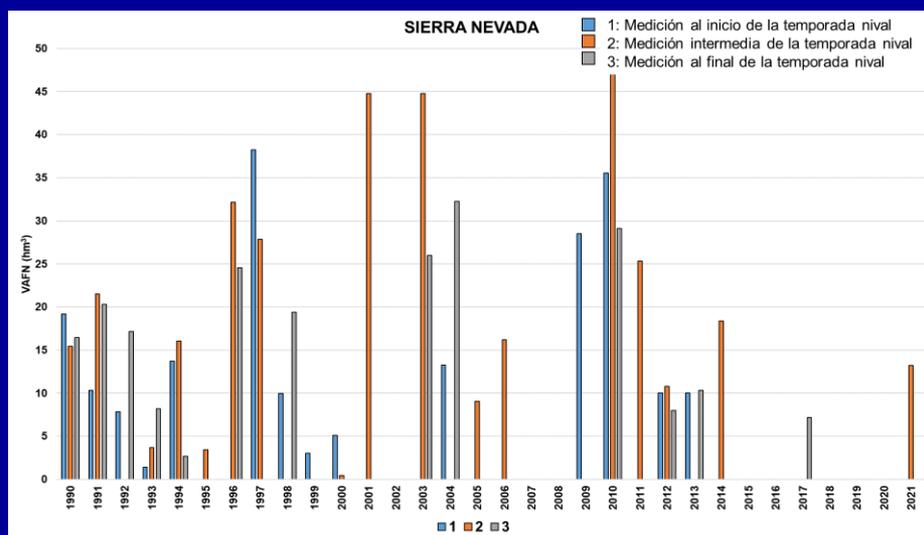
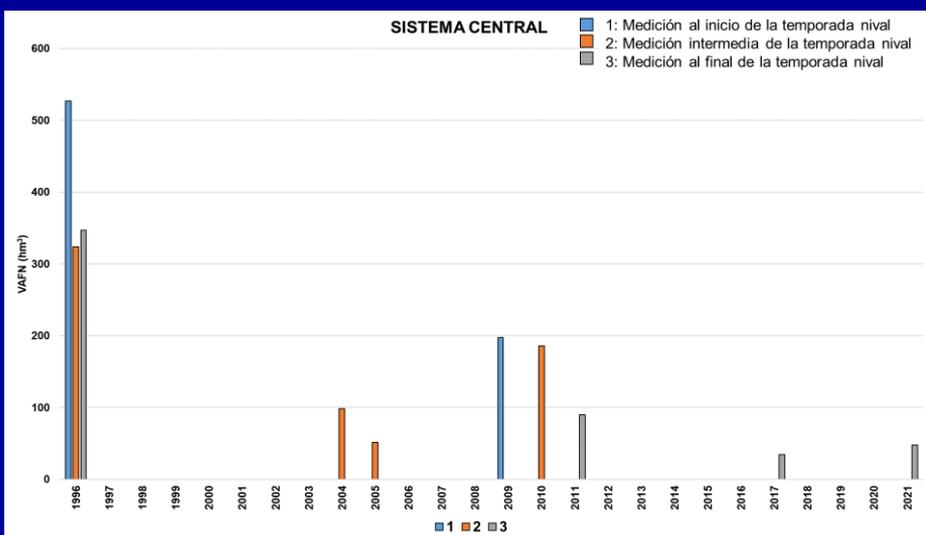
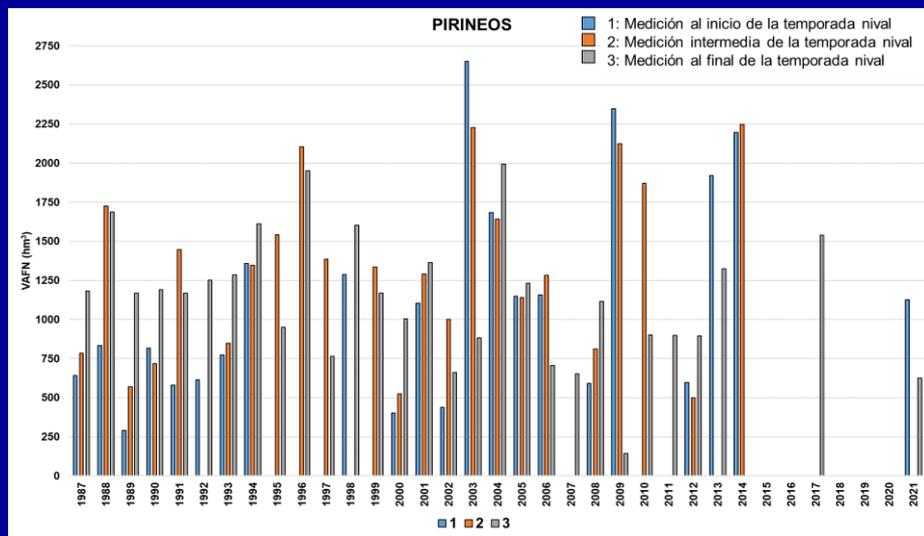
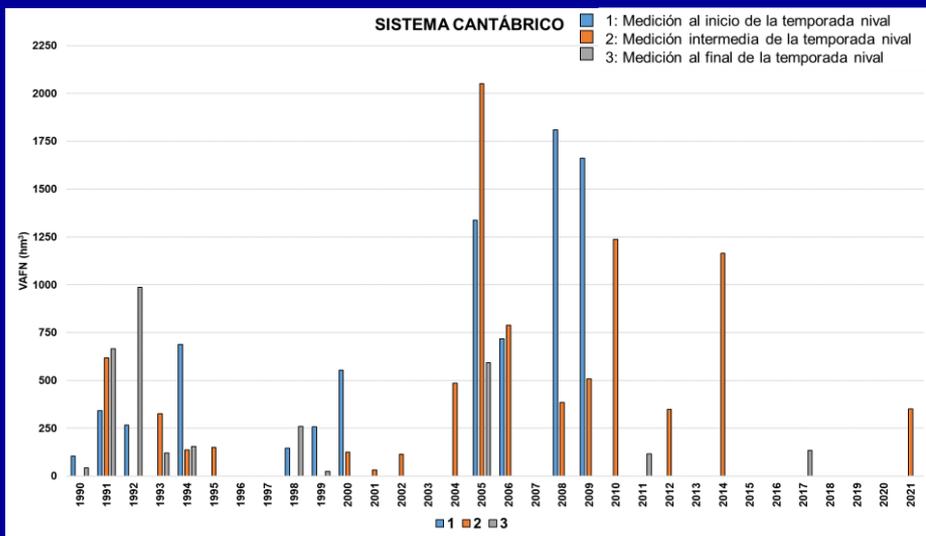
Cota de Inicio de nieve (m): 2317,00

Superficie total inhiesta (km²): 47,80

Altura equivalente de agua medía (mm): 291,60

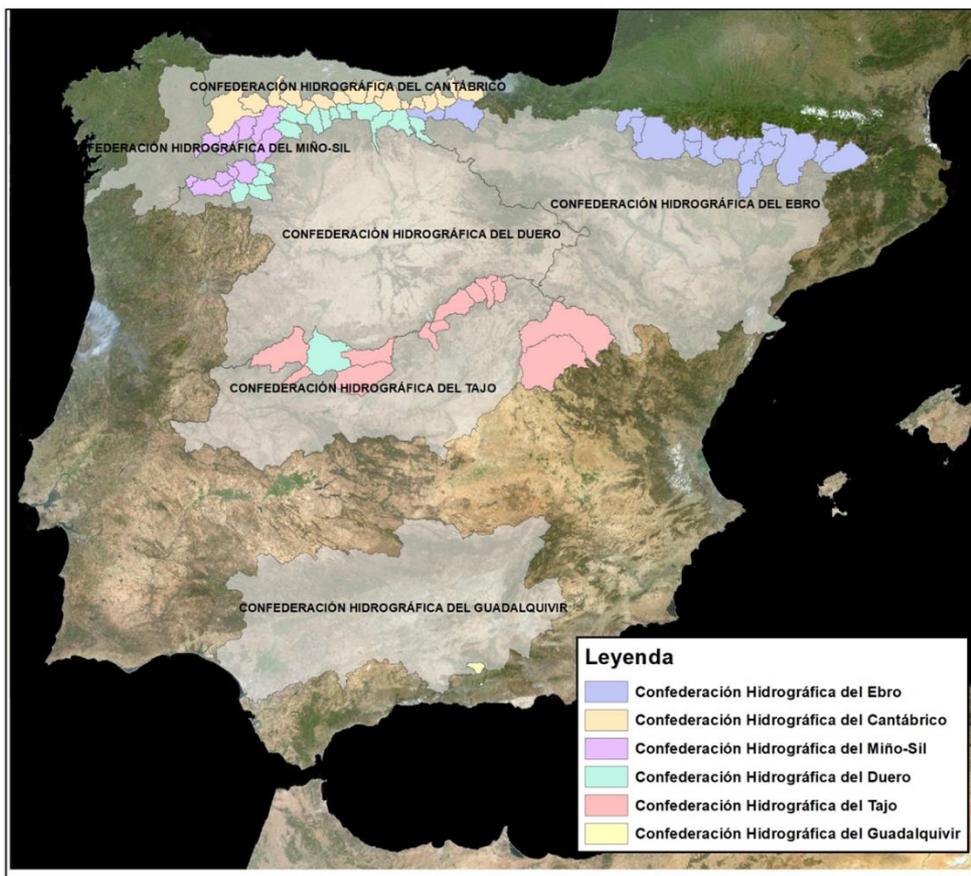
Volumen de agua en forma de nieve (hm³): 13,50

## CAMPAÑAS DE MEDICIÓN NIVAL. BASE DE DATOS HISTÓRICA DE EVOLUCIÓN DE RECURSOS NIVALES

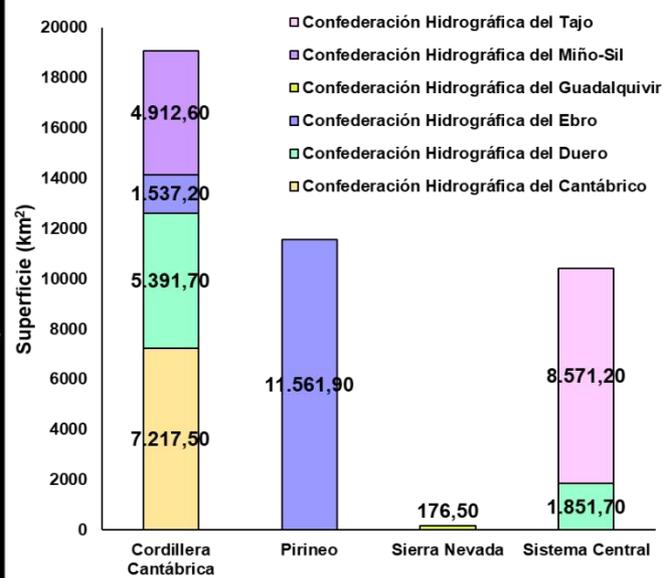




## MODELO HIDROLÓGICO ASTER. EVALUACIÓN CONTINUA DE RECURSOS NIVALES

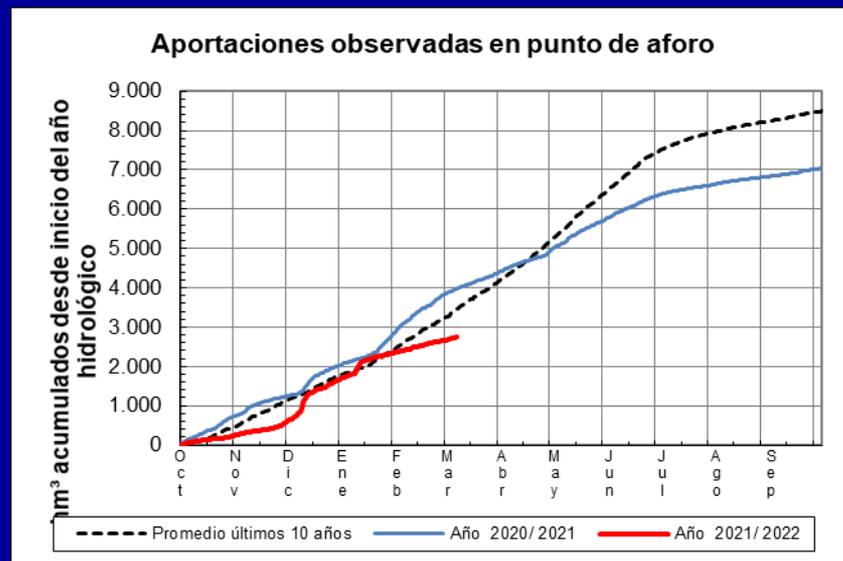
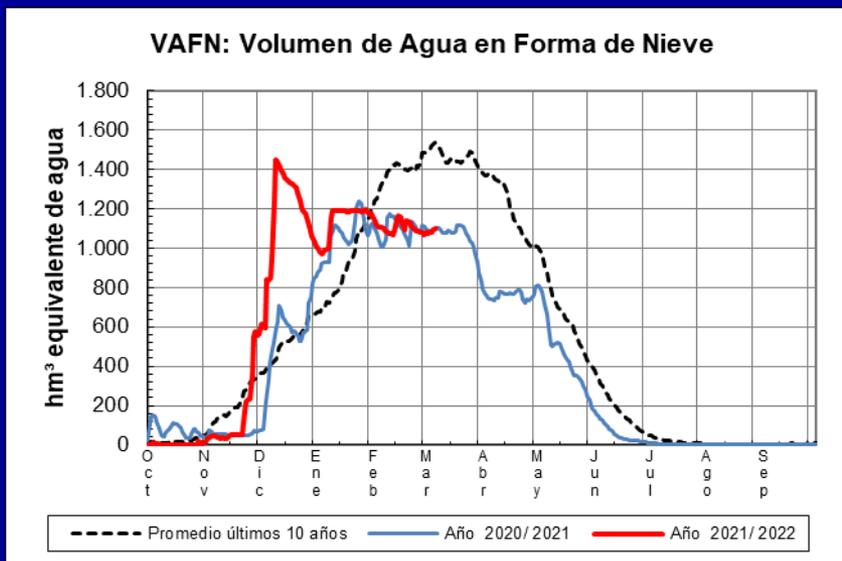


**DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES POR SISTEMA Y CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA**



	Confederación Hidrográfica del Cantábrico	Confederación Hidrográfica del Duero	Confederación Hidrográfica del Ebro	Confederación Hidrográfica del Guadalquivir	Confederación Hidrográfica del Miño-Sil	Confederación Hidrográfica del Tajo	TOTAL
Cordillera Cantábrica	7.217,50	5.391,70	1.537,20		4.912,60		19.059,00
Pirineo			11.561,90				11.561,90
Sierra Nevada				176,50			176,50
Sistema Central		1.851,70				8.571,20	10.422,90
<b>TOTAL</b>	<b>7.217,50</b>	<b>7.243,40</b>	<b>13.099,10</b>	<b>176,50</b>	<b>4.912,60</b>	<b>8.571,20</b>	<b>41.220,30</b>

## MODELO HIDROLÓGICO ASTER. EVALUACIÓN CONTINUA DE RECURSOS NIVALES



## MODELO HIDROLÓGICO ASTER. EJEMPLO DE RESULTADOS

Fecha de publicación: 27/01/2022  
Gállego en E. Búbal

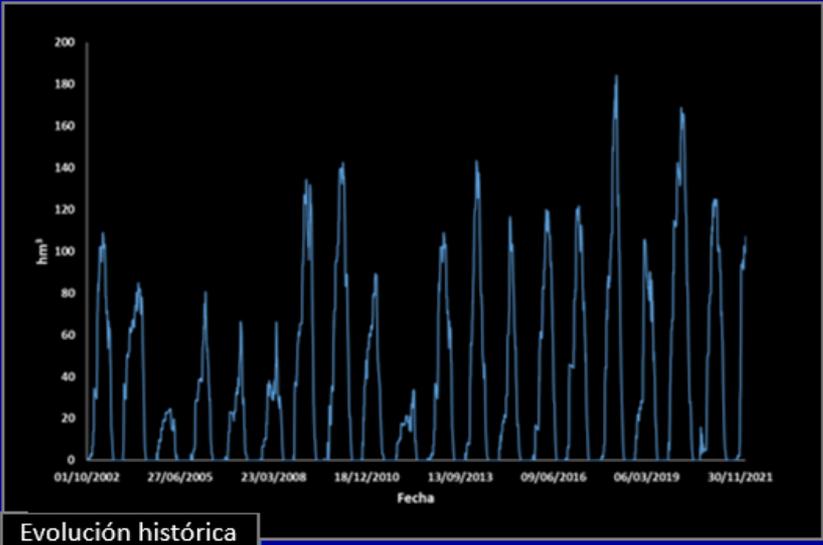
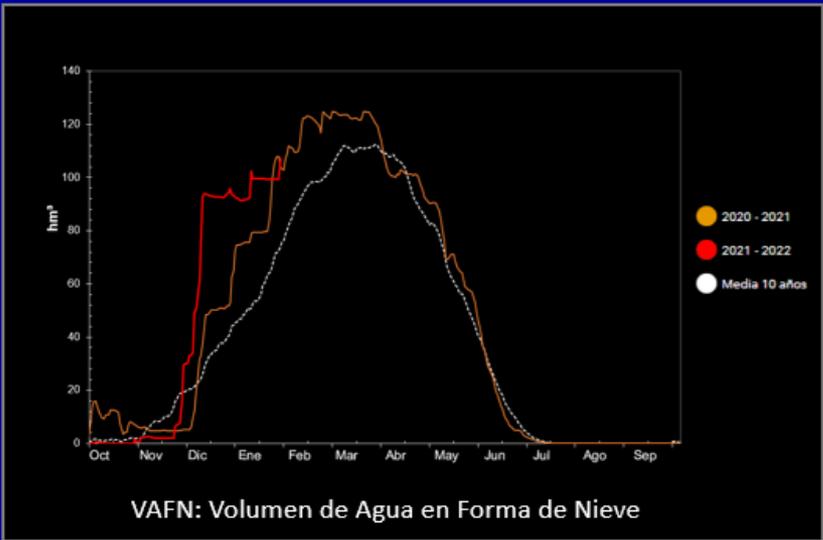
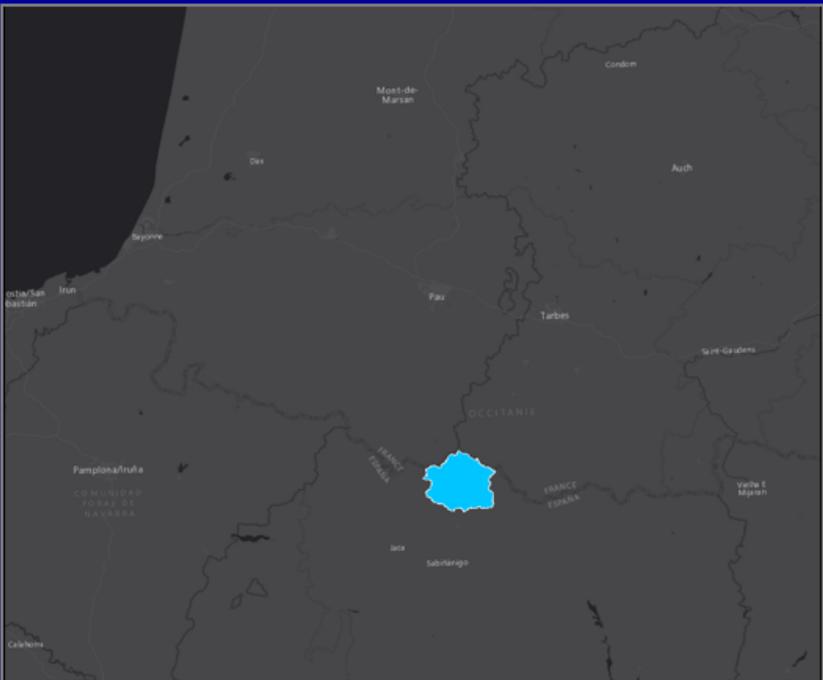
VAFN  
Semana anterior  
**99,4 hm<sup>3</sup>**

**VAFN**  
Volumen de Agua en  
Forma de Nieve  
**107,1 hm<sup>3</sup>**

VAFN  
Misma fecha año anterior  
**141,1 hm<sup>3</sup>**

Variación en la última semana  
**7,7 hm<sup>3</sup>**  
Aumento del 7,75 %

VAFN  
Promedio de los últimos 10 años  
**73,8 hm<sup>3</sup>**



## MODELO HIDROLÓGICO ASTER. EJEMPLO DE RESULTADOS

Fecha de publicación: 27/01/2022  
Gállego en E. Búbal

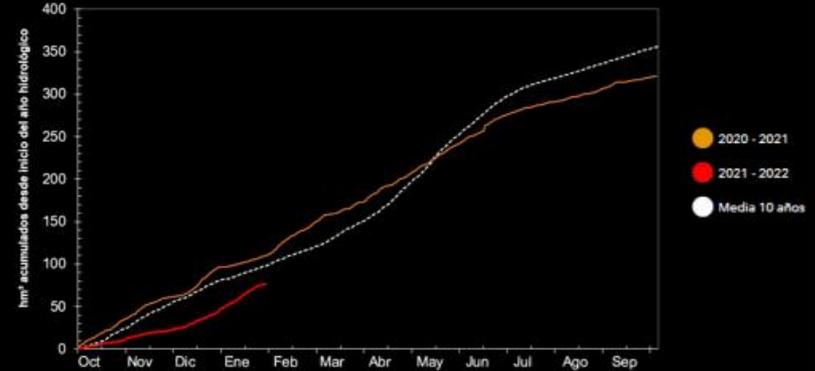
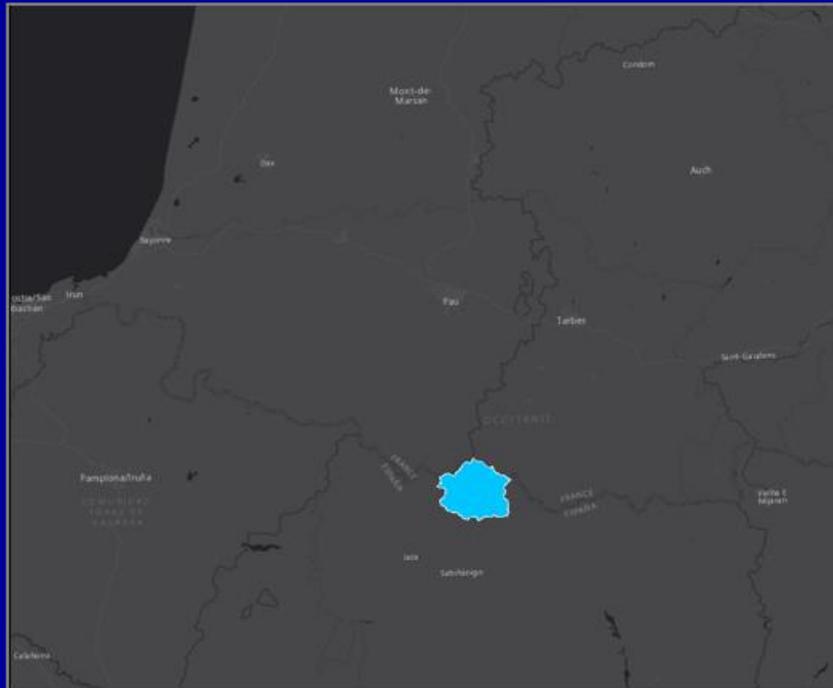
Aportaciones  
Semana anterior  
**73,9 hm<sup>3</sup>**

**Aportaciones**  
Aportaciones  
acumuladas desde  
inicio del año  
hidrológico  
**76,0 hm<sup>3</sup>**

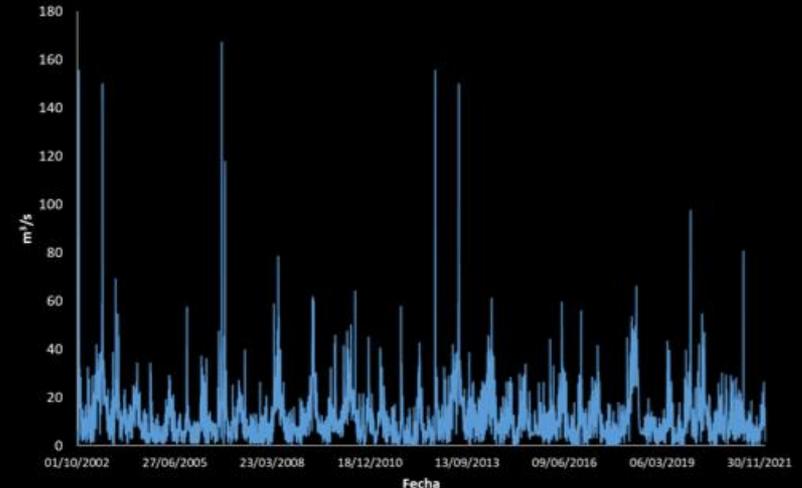
Aportaciones  
Misma fecha año anterior  
**109,9 hm<sup>3</sup>**

Variación en la última semana  
**2,1 hm<sup>3</sup>**  
Aumento del 2,84 %

Aportaciones  
Promedio de los últimos 10 años  
**97,97 hm<sup>3</sup>**



Aportaciones acumuladas desde inicio del año hidrológico



Evolución histórica: aportaciones observadas en punto de aforo

## MODELO HIDROLÓGICO ASTER. EJEMPLO DE RESULTADOS

Fecha de publicación: 27/01/2022

Gállego en E. Búbal

Superficie innivada  
Semana anterior

**258,9 km<sup>2</sup>**

Superficie  
innivada

**276,5 km<sup>2</sup>**

% Superficie innivada

Con respecto al total de la  
cuenca

**93,7 %**

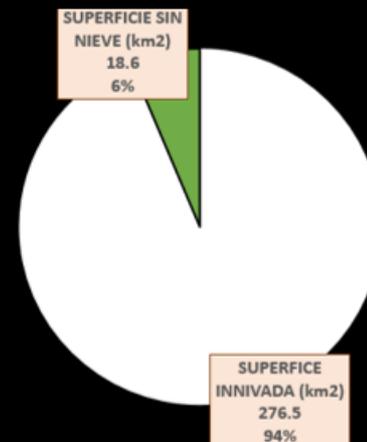
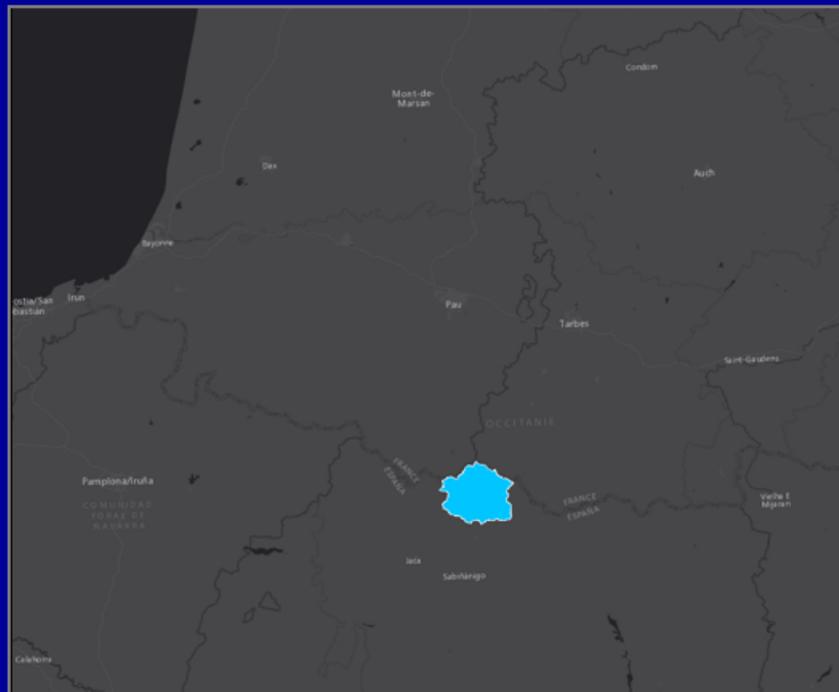
Variación en la última semana

**17,6 km<sup>2</sup>**

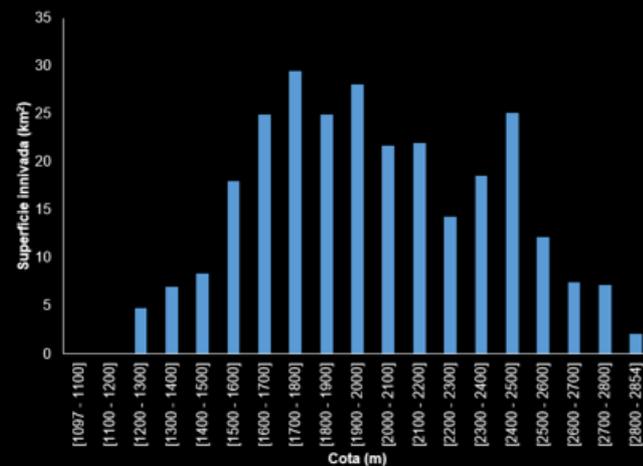
Aumento del 6,80 %

Cota de inicio de nieve

**97,97 m**



Superficie innivada



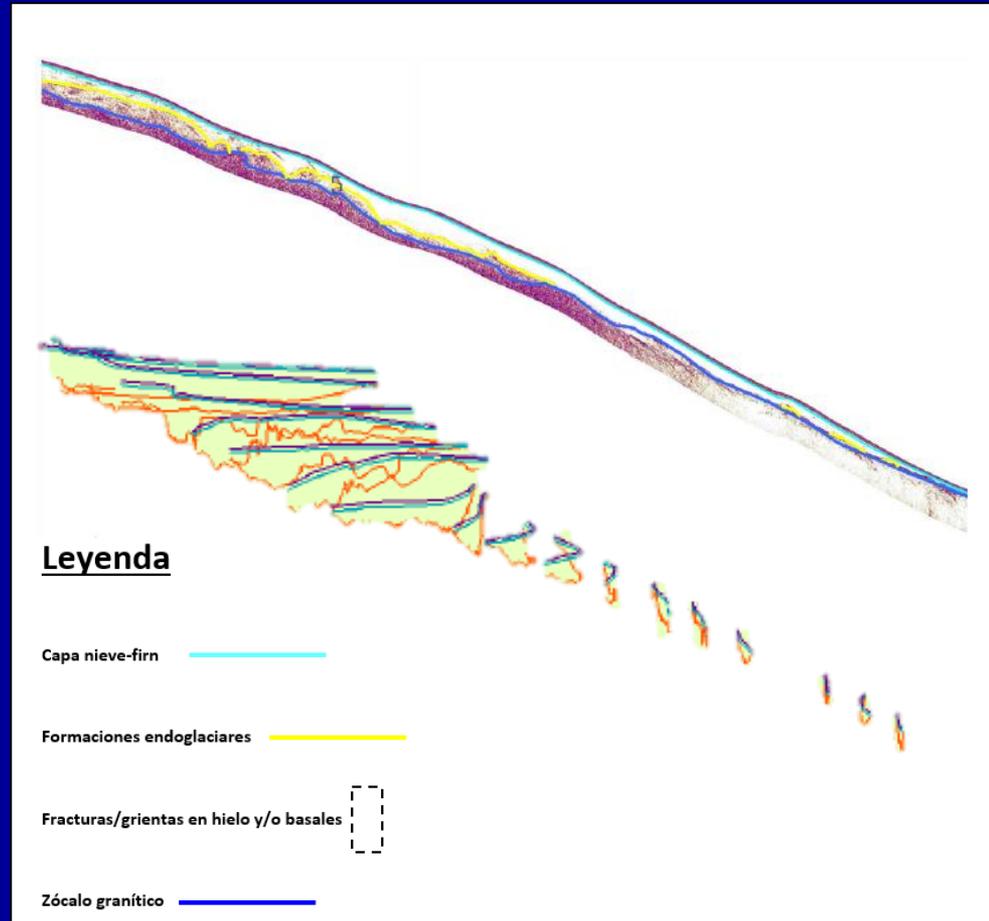
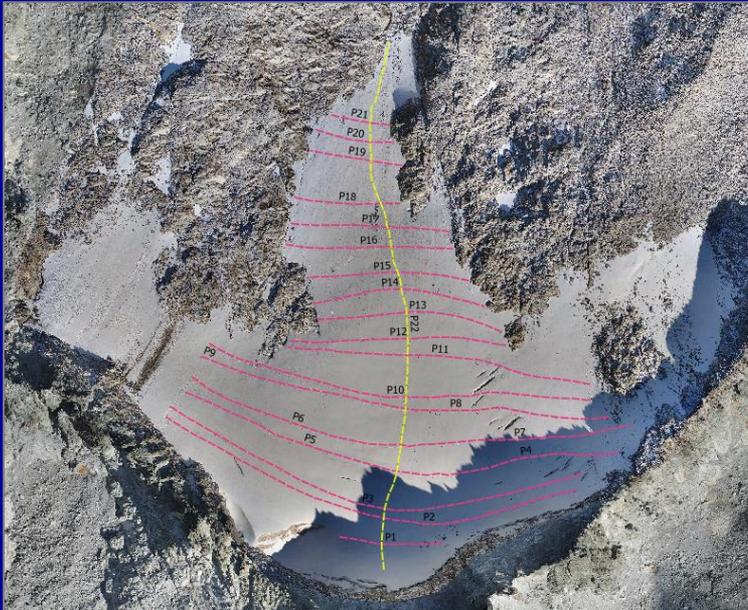
Superficie innivada por banda de cotas

# GLACIAR DEL ANETO-MALADETA (PIRINEOS)



## TAREAS REALIZADAS EN EL CONTROL DE LOS GLACIARES

### ESTUDIO GEOFÍSICO



Perfil Central (Septiembre 2017)

## TAREAS REALIZADAS EN EL CONTROL DE LOS GLACIARES

### CONTROL DEL BALANCE DE MASA GLACIAR DE LA MALADETA

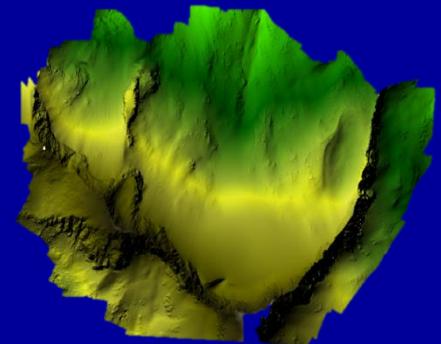
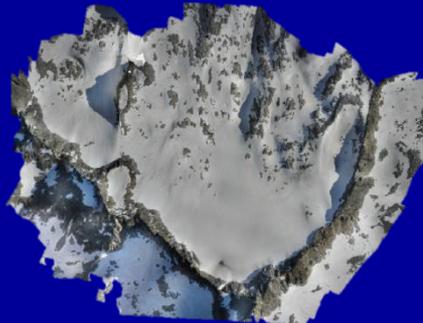
ORTOFOTOS

MDTs

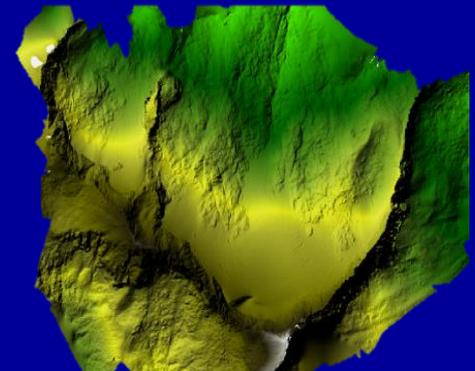
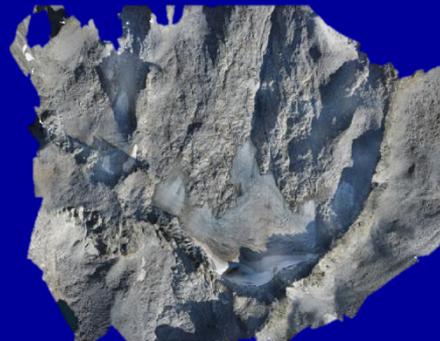
Drones utilizados:  
Phantom 4 RTK (multirrotor)      eBee plus (ala Fija)



Vuelo Junio 2019 (Acumulación)

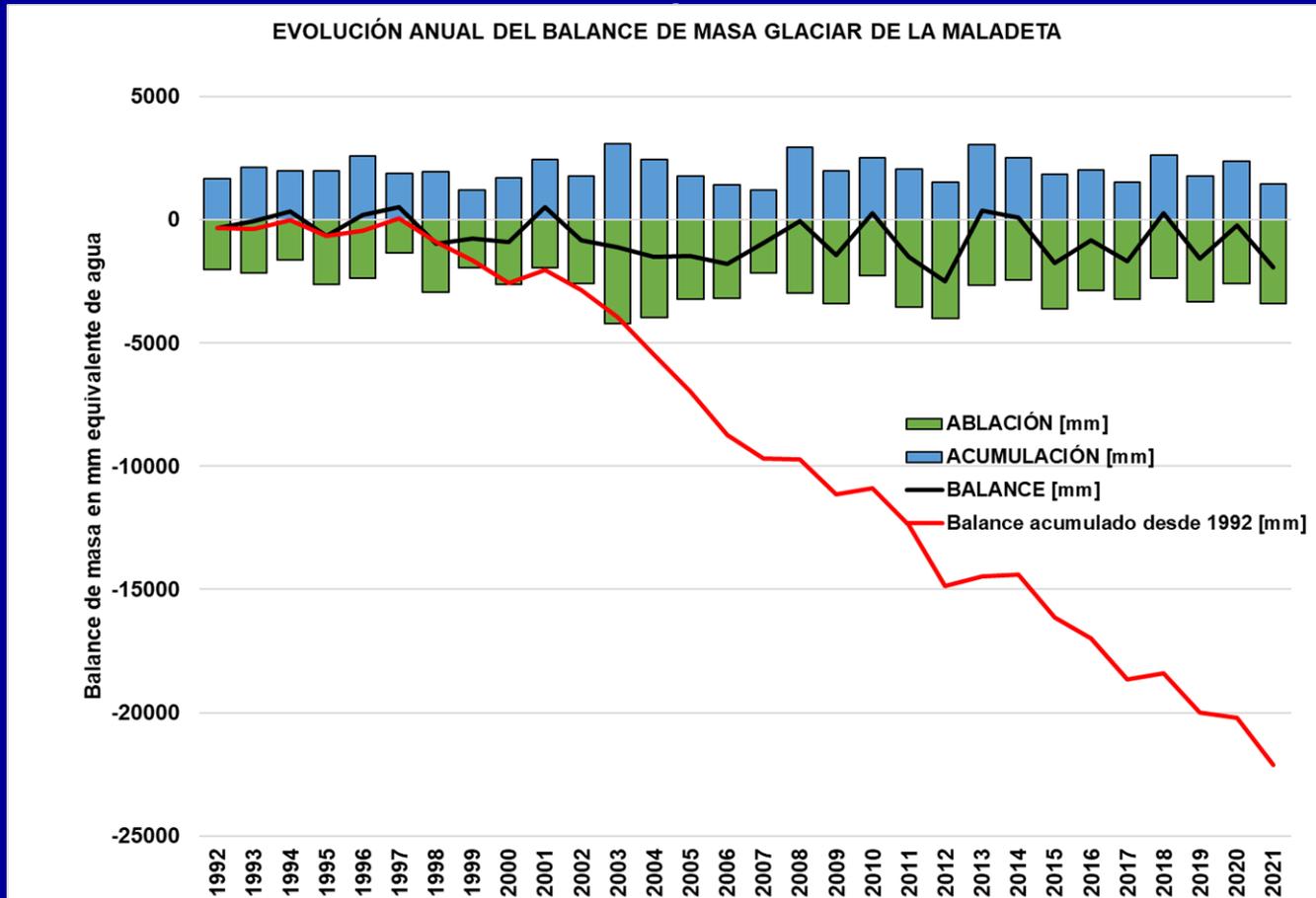


Vuelo Octubre 2019 (Ablación)



## TAREAS REALIZADAS EN EL CONTROL DE LOS GLACIARES

### MANTENIMIENTO BASE DE DATOS HISTÓRICA DE EVOLUCIÓN

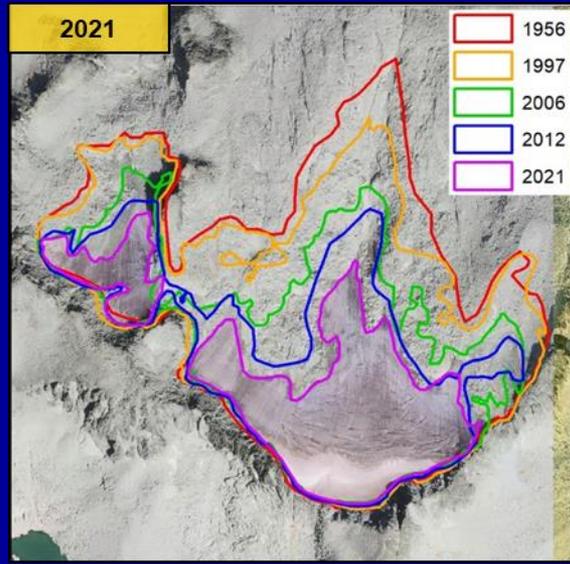
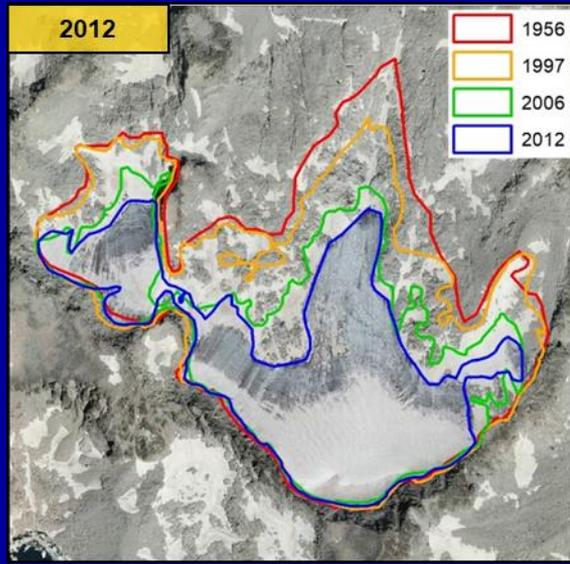
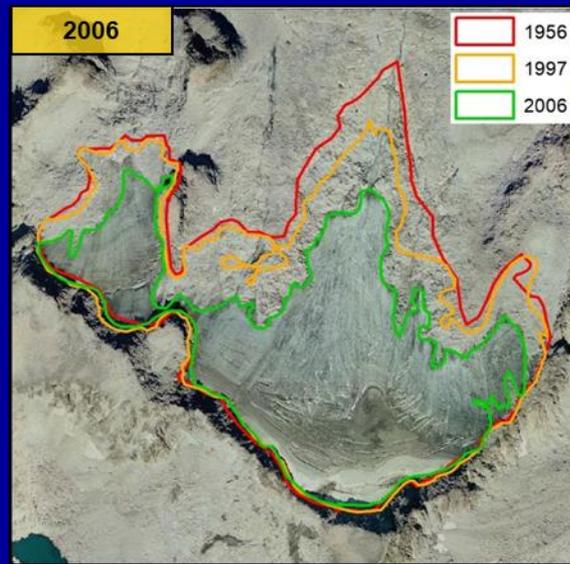
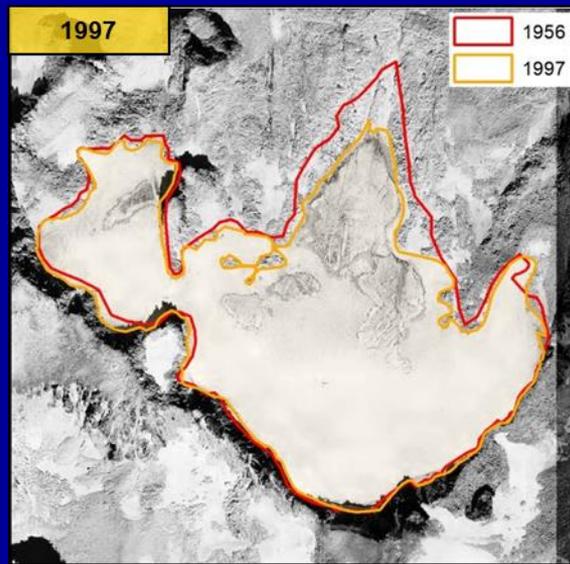
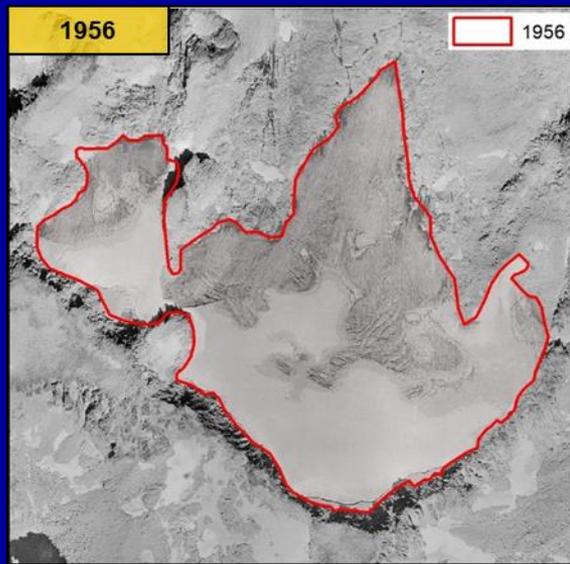


**Ablación:** pérdida de la masa del glaciar.

**Acumulación:** aumento de la masa del glaciar

**Balace:** Diferencia entre acumulación y ablación. Valores negativos indican que el glaciar está perdiendo masa

## EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL GLACIAR DE LA MALADETA

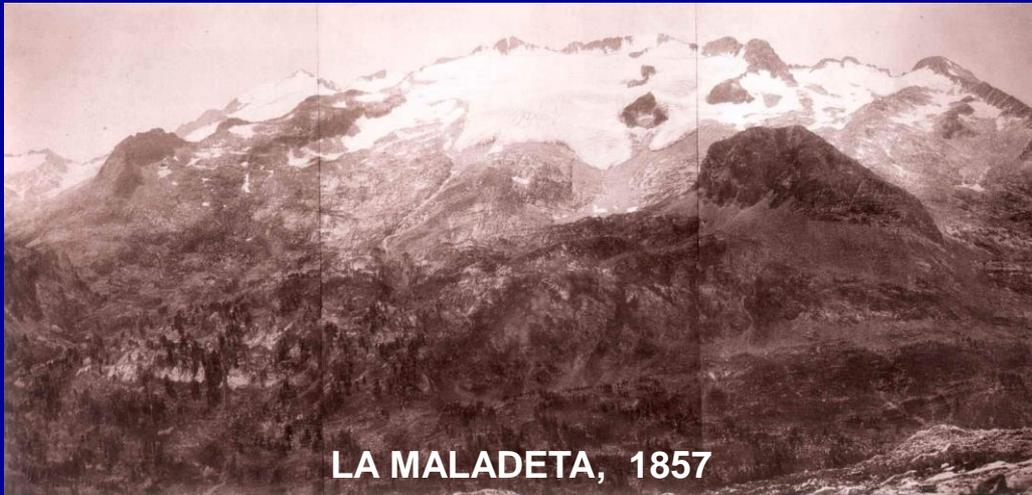


Año	Superficie (m <sup>2</sup> ) (1)	Fuente (2)
1956	607.600	Vuelo Americano AMS
1997	546.500	Vuelo SIGPAC
2006	363.300	Vuelo anual PNOA
2012	293.000	Vuelo anual PNOA
2021	202.200	Vuelo anual PNOA (expedita)

(1) Superficie calculada a partir de la delimitación perimetral mostrada en las figuras.

(2) <https://centrodedescargas.cnig.es/>

## EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL GLACIAR DE LA MALADETA





CUENCA DEL RÍO SELLA (C. CANTÁBRICA)