

Embalses: reservas y defensas

Gestión del sistema de embalses de Madrid

Belén Benito

Directora operaciones Canal de Isabel II

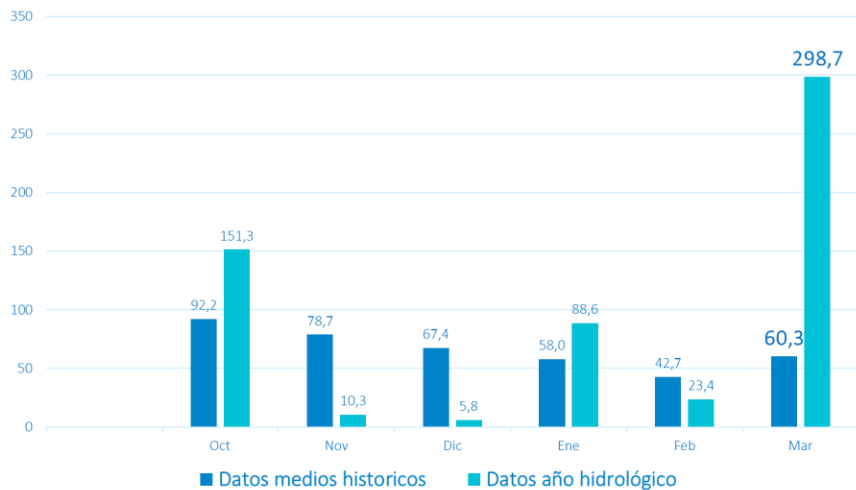
5 de noviembre de 2025

1 ¿Lo de marzo, ha sido para tanto?

Sí

MAGNITUD

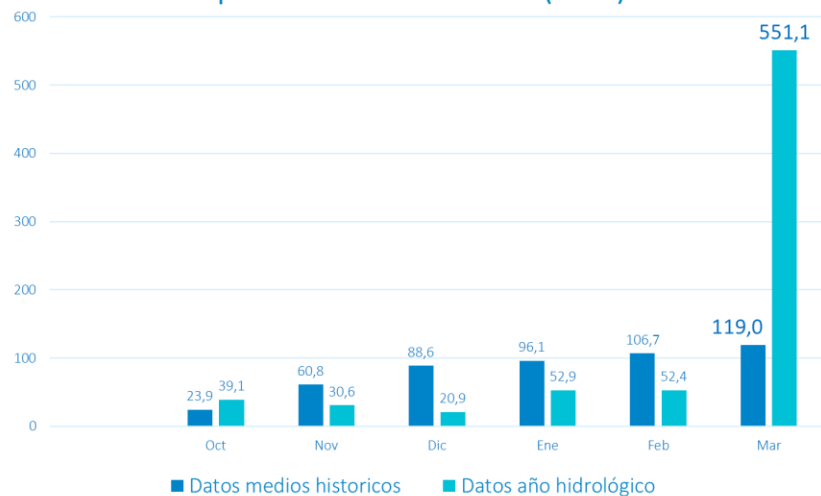
Precipitaciones en presas (litros/m2)



Precipitación equivalente a la lluvia de medio año

Aportaciones cinco veces por encima de la media histórica

Aportaciones en cuencas (hm3)

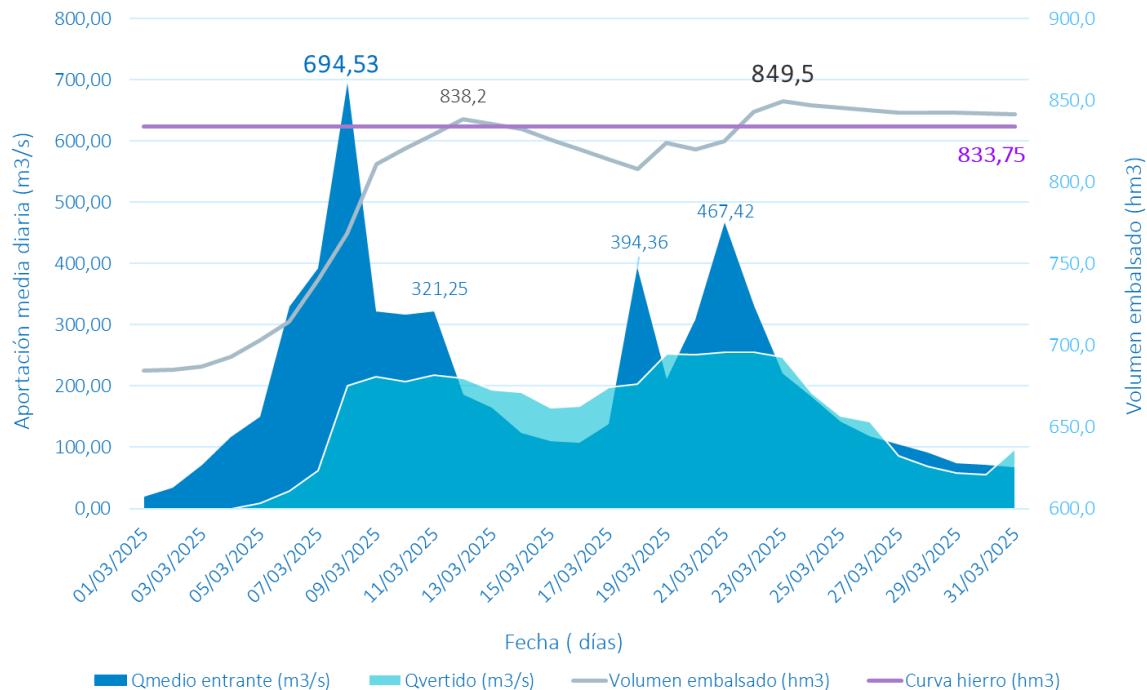


DURACIÓN

FECHA	CAUDAL (m3/s)	VOLUMEN (Hm3)
08/03/2025	694,53	60,01
21/01/1996	667,24	57,65
17/12/1997	462,37	39,95
22/12/1996	417,79	36,10
23/01/1996	406,10	35,09
22/01/1996	401,79	34,71
07/03/1991	398,49	34,43
17/12/1989	392,93	33,95
07/03/2025	391,99	33,87
23/01/1997	383,84	33,16

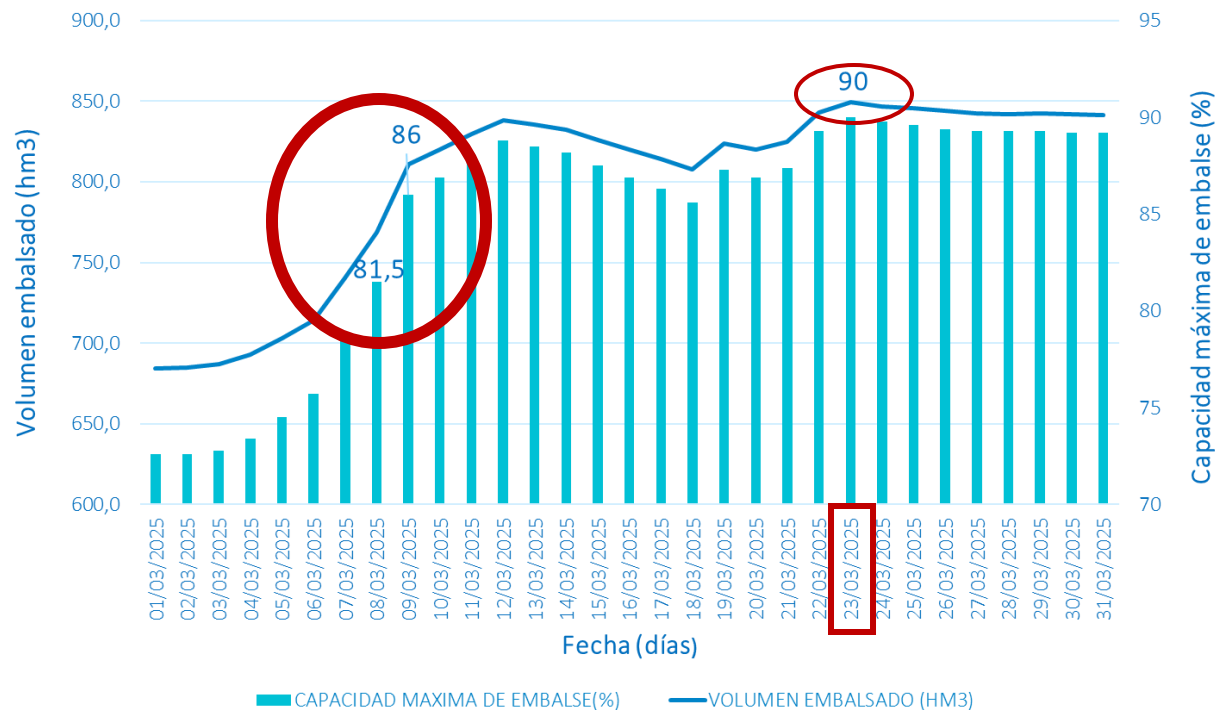
Récord histórico de aportaciones (1988-2025)

Evolución de los embalses mes de marzo 2025



Aumento en 152 hm³ del volumen embalsado, equivalente a 4 meses de consumo

Evolución del volumen embalsado (marzo 2025)



EXTENSIÓN TERRITORIAL

Todas las presas han estado vertiendo simultáneamente

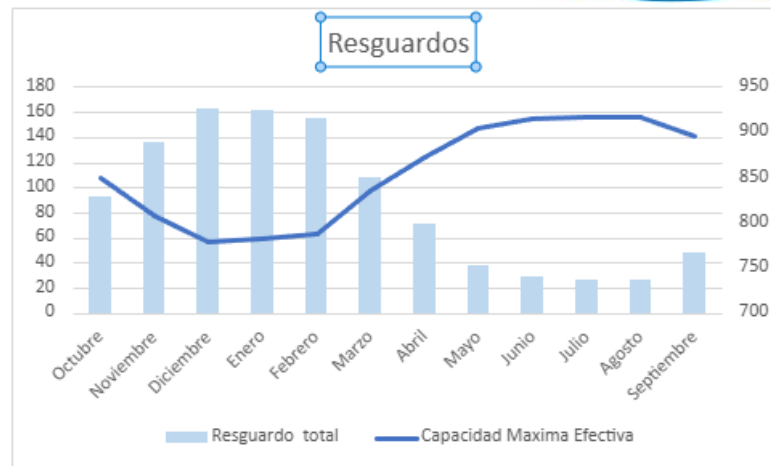
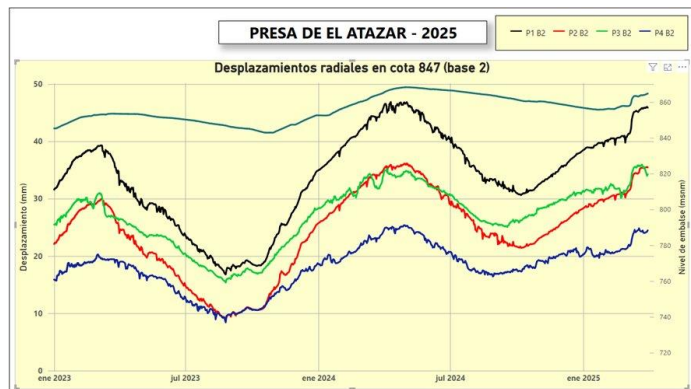


2 ¿Cuánto hubo de improvisación en la gestión?

NADA

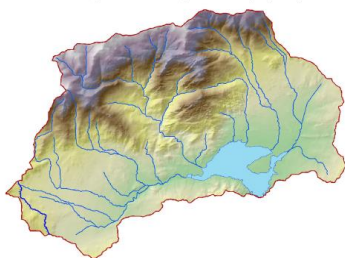
CONOCIMIENTO

- Análisis de experiencias anteriores
- Establecimiento de resguardos
- Comprensión del comportamiento estructural de la presa

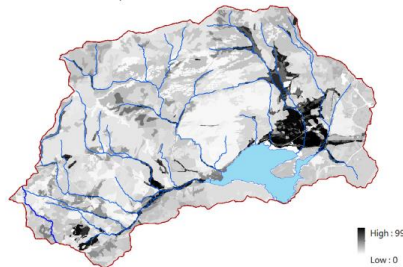


- Conocimiento exhaustivo de las cuencas de aportación (usos de suelo, las pendientes, la permeabilidad, las cotas más altas, las temperaturas y la humedad en la zona), de los cauces principales y secundarios y del comportamiento de las infraestructuras

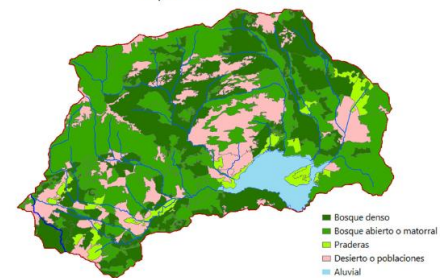
Modelo digital del terreno y red hidrología principal



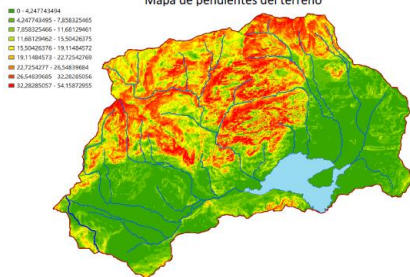
Mapa de umbrales de escorrentía



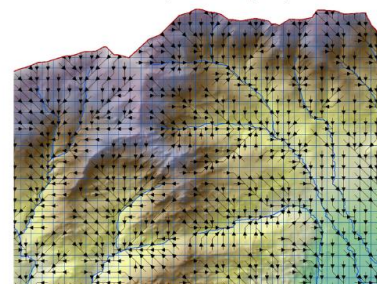
Mapa de usos del suelo



Mapa de pendientes del terreno



Red de flujo del celdado (zoom)

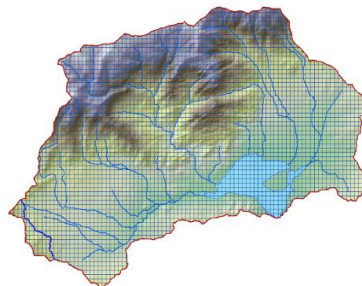


Mapa de tipos de suelo (permeabilidad)

Permeabilidad
 Muy baja
 Baja
 Media
 Alta
 Muy alta

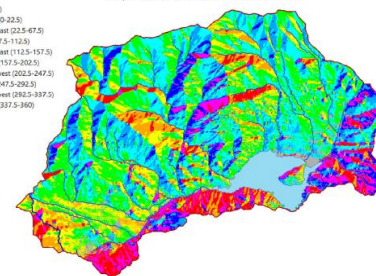


Celdado de la modelación



Mapa de orientaciones del terreno

Flat (-1)
 North (0-22.5)
 Northeast (22.5-67.5)
 East (67.5-112.5)
 Southeast (112.5-157.5)
 South (157.5-202.5)
 Southwest (202.5-247.5)
 West (247.5-292.5)
 Northwest (292.5-337.5)
 North (337.5-360)



Capital: Rascafría (altitud: 1162 m)

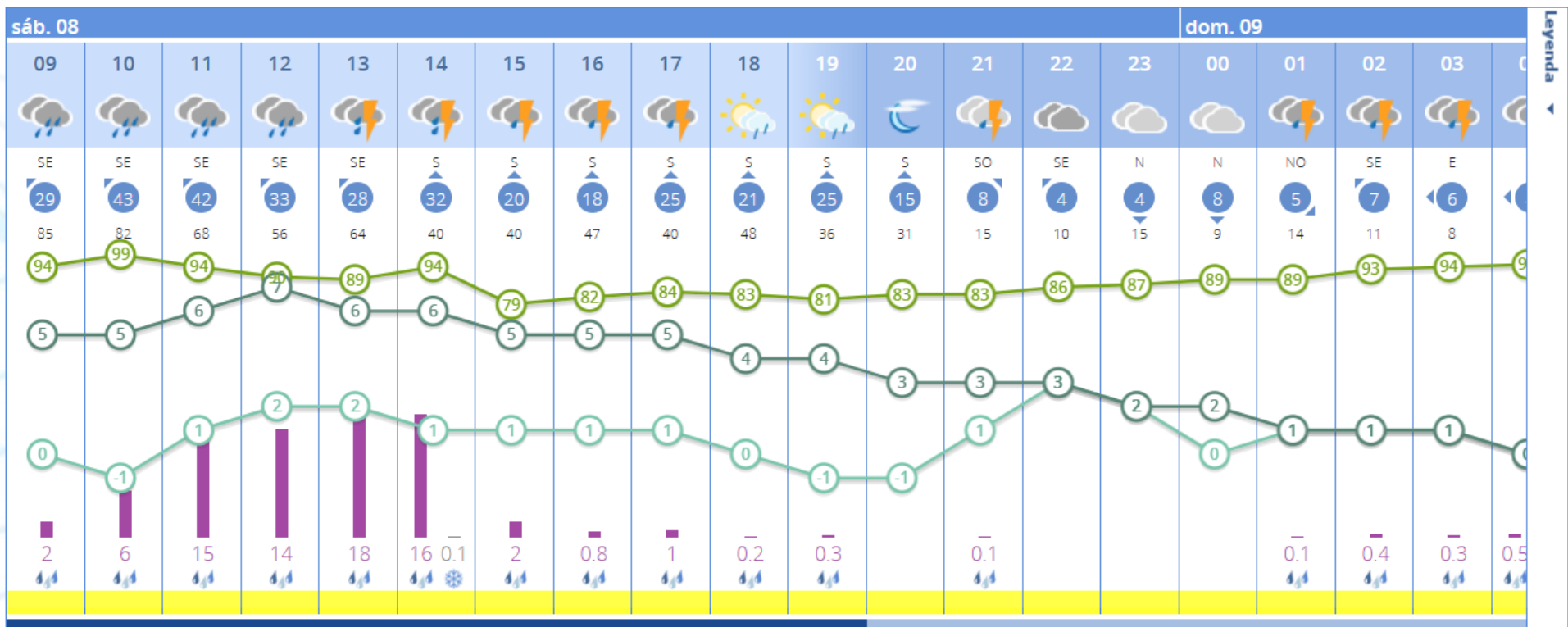
Latitud: 40° 54' 20" N - **Longitud:** 3° 52' 51" O - **Posición:** Ver localización

Zona de avisos: Sierra de Madrid

Descargar XML de la predicción por horas de Rascafría

XML

☒ Humedad relativa (%) ☒ Sensación térmica (°C) ☒ Temperatura (°C)



ENTRENAMIENTO

Realización de simulacros de manera periódica, y mantenimiento de todo el equipamiento (sensores, compuestas, válvulas, etc.) en perfecto estado, para garantizar que todo funcionará cuando sea necesario.



De: Francisco Díaz, Juan Pablo de <jpdefrancisco@canal.madrid>
Enviado el: martes, 28 de noviembre de 2023 10:23
Para: Soriano Roncero, Carmen Marta <cmsoriano@canal.madrid>
Asunto: **SIMULACRO** presa de Navacerrada y ETAP

ESTO ES UN SIMULACRO

Se ha declarado escenario 2 de emergencia de la presa de Navacerrada. Como la seguridad de la presa está comprometida se ha activado el Plan de emergencia interior de la ETAP y se ha desalojado la ETAP.

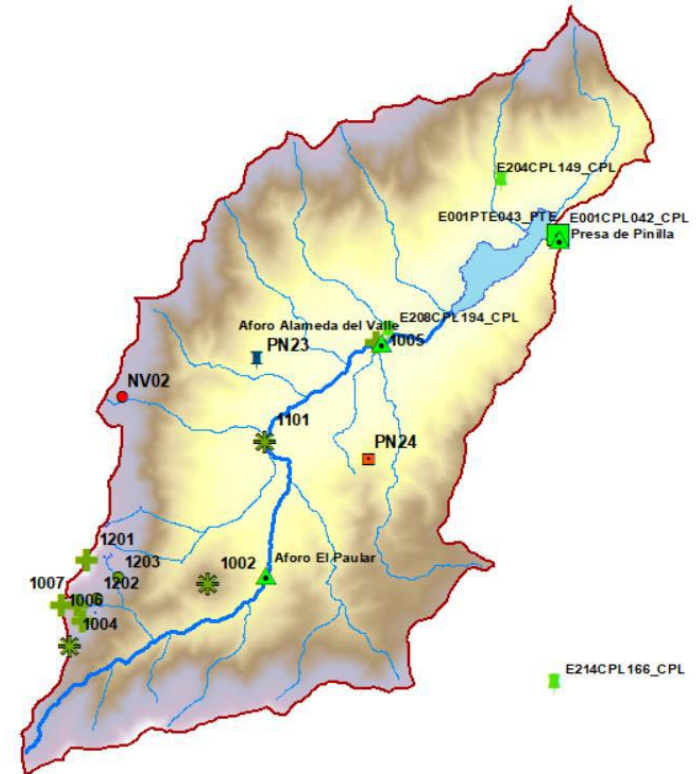
Un saludo

Juan Pablo de Francisco Díaz
Jefe de Área de Explotación de Presas y Pozos
Teléfono: 915 45 10 96; 650 910 948
Dirección: C/Santa Engracia, 125 – 28003, Madrid

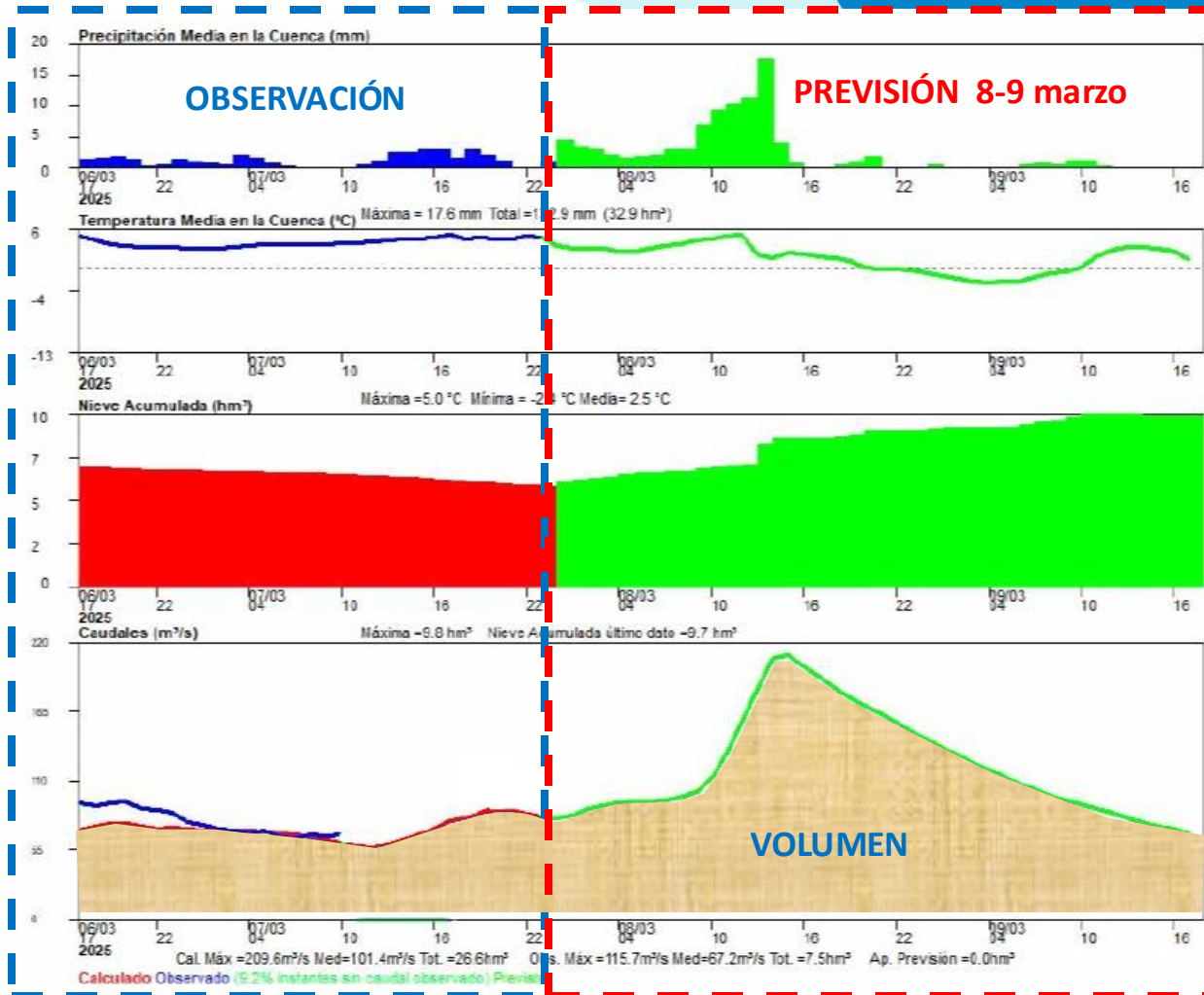
HERRAMIENTAS DE AYUDA A LA DECISIÓN

Modelos hidrológicos de simulación y previsión.

Alimentados a partir de datos meteorológicos e hidrológicos y calibrados con situaciones reales.



MODELO ASTER CUENCA DE PINILLA



3 ¿Cómo lo hemos hecho?

PROFESIONALIDAD

CRONOLOGÍA

4-3-25 situación de crecida

8-3-2025 avenida severa en el Lozoya

8-3-2025 escenarios 0 y 1 en la presa del Villar y escenario 0 en la presa del Atazar

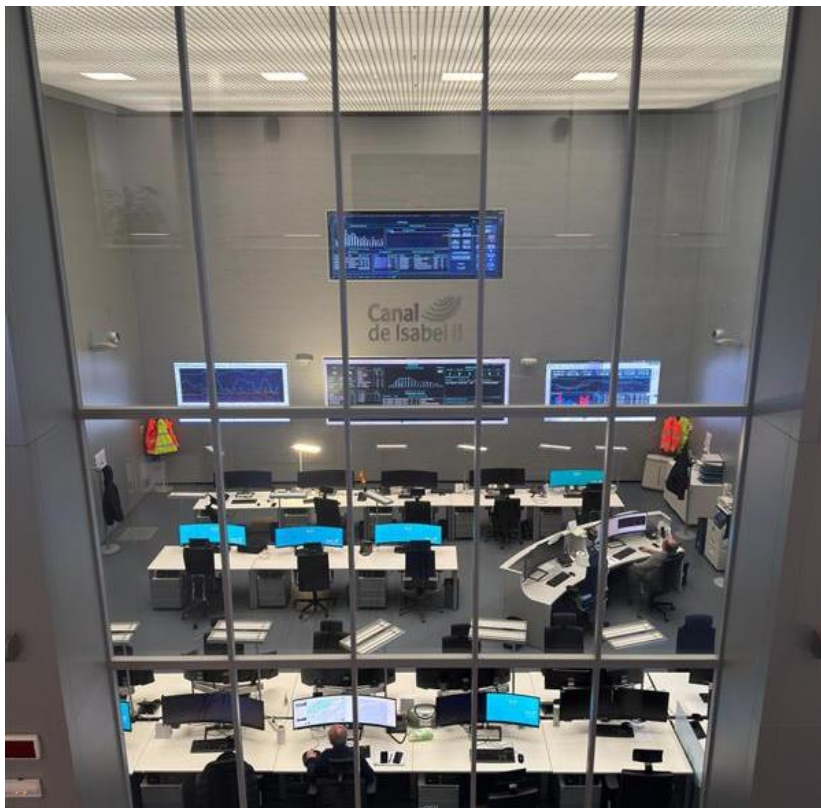
9-3-2025 fin de escenarios de emergencia en el Lozoya

22-3-2025 escenario 0 en la presa de Manzanares

2-6-2025 fin de situación de crecida



CENTRO DE CONTROL DE CANAL



Centro principal de gestión de la emergencia

Funciones:

- Supervisión en tiempo real (24x7 365 días)
- Coordinación y control de la correcta ejecución y evolución de las maniobras de vertidos
- Validación y publicación de los datos

Adicionalmente:

- La Dirección de Explotación de las presas se realiza desde el Centro de Control
- Hay presencia permanente del personal operativo de Canal
- Se habilitan las grabaciones de las llamadas entrantes y salientes en el centro de control
- Se realizar boletines de balances de embalses según evolución

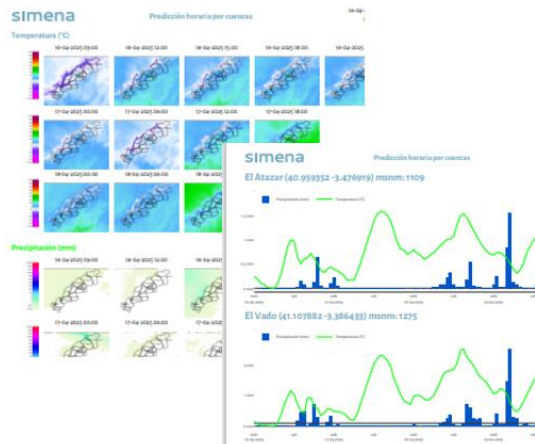
ALARMAS EN LA GESTIÓN DE AVENIDAS

IT-0179 Establece los criterios y procedimientos a seguir en la explotación y mantenimiento de las presas en Canal de Isabel II

Protocolo de avisos. Paso de explotación ordinaria a avenidas

ESCENARIO	ALARMA
CRECIDA	ALARMA DE SITUACIÓN DE CRECIDA (ASC)
AVENIDA SEVERA	AVISO DE AVENIDA SEVERA (cm/hora) subida embalse (AVS)
AVENIDA	ALARMA DE AVENIDA (m3/s) Q vertido (ADA)
ESCENARIO 0 MÁXIMO UMBRAL	MÁXIMO UMBRAL HISTÓRICO. Escenario 0 (MUS)
ESCENARIO 0 LLUVIAS INTENSAS	AVISO LLUVIAS INTENSAS (mm/día) (LLI)
UMBRALES CHT	SUPERADO 90% CAPACIDAD EMBALSE (SCE)
UMBRALES CHT	SUPERADO 80% CAPACIDAD EMBALSE Y APORTACION (SCA)
LS SOBRE COTA (ZEM)	ALARMA DE LS2 (90% CAP.) Y LS1 (80% CAP.) *ANEXO 3

Datos de meteorología y previsiones



The screenshot displays the COTA EMBASE SINILLA software interface. On the left, a table titled "Caudales Generales" (General Flows) lists various flow measurements:

Measurement	Value
Q. Entrada	12,677 m³/s
Volumen	31,674 hm³
Q. Aliviaderos	6,029 m³/s
Q. Vertido	16,619 m³/s
Qs NEX	4,00 m³/s

Below the table, a vertical bar chart shows the "Altura total" (Total Height) as 1087.28 m. To the right, a hydrograph plot shows the "E00HEM002_ZEM" (Elevation) over time. The plot includes a red line representing the elevation and a blue area representing the flow. The x-axis shows dates from 01.01.2017 to 12.01.2017. The y-axis shows elevation in meters (m). The plot is titled "COTA EMBASE SINILLA".

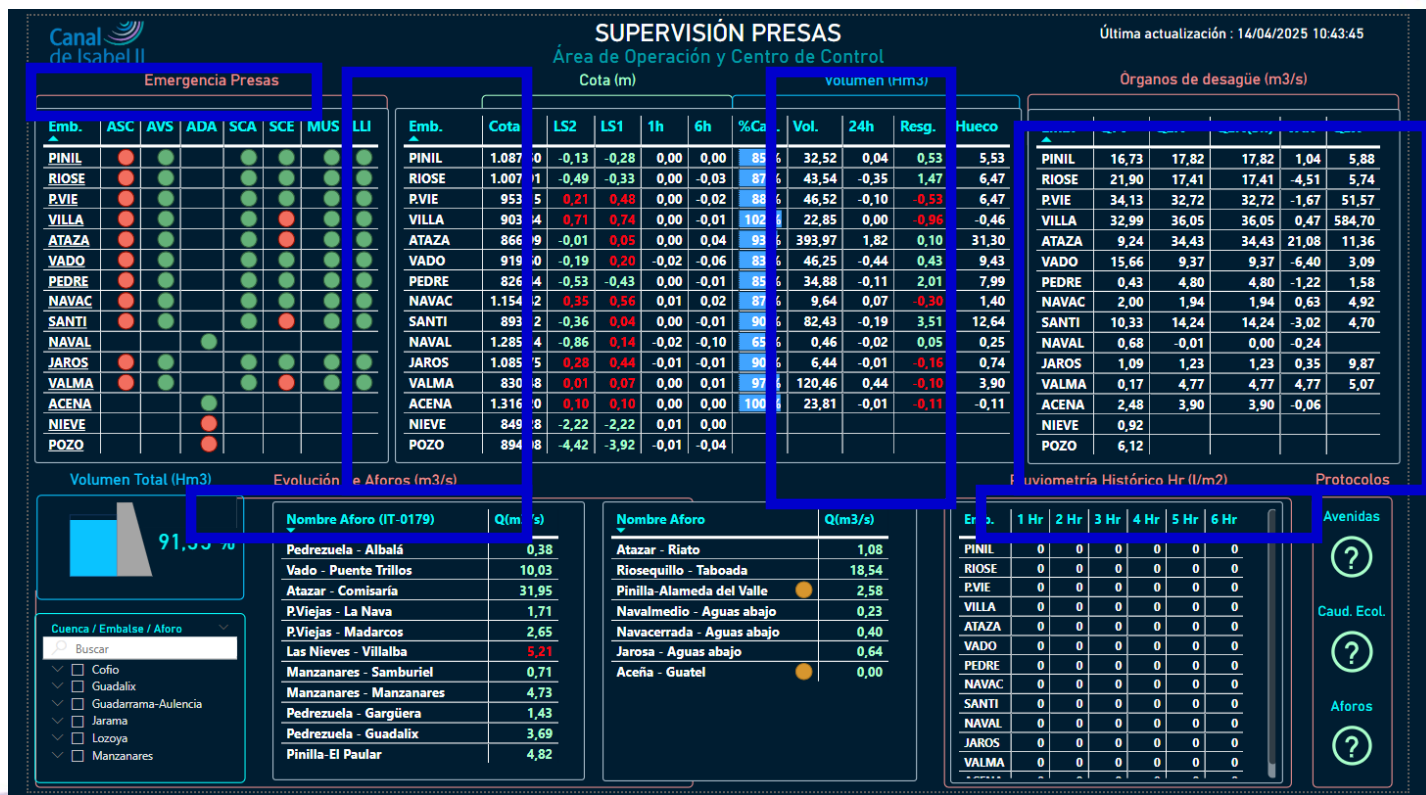


		Estado de afloros						
			costa	L22	L25	Alameda	Caudal	Tm
+	Piedra El Pual	2022090102	04/06/2012 22:57:04	0,00	0,00	0,00	LAMTE 03/09/2012	10,36
+	Piedra Manantial de Vado	2022090102	04/06/2012 22:57:04	0,00	0,00	0,00	LAMTE 03/09/2012	25,08
+	Rioquejale - Toboqui	2022090102	04/06/2012 23:02:01	1,00	0,00	0,00	DN	00,10
+	Puerto - Mochimbo	2022090102	04/06/2012 23:02:01	0,00	0,00	0,00	DN	00,10
+	Pisapinto - La Nierva	2022090102	04/06/2012 23:05:57	0,00	0,00	0,00	DN	0,00
+	Aguila - Ruto	2022090102	04/06/2012 23:05:57	0,00	0,00	0,00	DN	0,00
+	Atenas - Villalobos	2022090102	04/06/2012 23:15:51	0,00	0,00	0,00	DN	0,00
+	Vado - Puente Trillo	2022090102	04/06/2012 23:00:03	1,00	0,00	0,00	LAMTE 03/09/2012	32,73
+	Pedernales - Abasco	2022090102	04/06/2012 23:04:49	0,00	0,00	0,00	DN	1,75
+	Pedernales - Abasco	2022090102	04/06/2012 23:04:49	0,00	0,00	0,00	LAMTE 03/09/2012	25,08
+	Pedernales - Gibraltar	2022090102	04/06/2012 23:04:54	0,00	0,00	0,00	LAMTE 03/09/2012	12,04
+	Mazaneras - Manantales	2022090102	04/06/2012 23:04:54	0,00	0,00	0,00	LAMTE 03/09/2012	1,81
+	San Carlos - San Carlos	2022090102	04/06/2012 23:04:54	0,00	0,00	0,00	LAMTE 03/09/2012	1,81
+	La Nierva - Villafra	2022090102	04/06/2012 23:04:55	0,00	0,00	0,00	LAMTE 03/09/2012	26,08
+	San Carlos - San Carlos	2022090102	04/06/2012 23:04:55	0,00	0,00	0,00	LAMTE 03/09/2012	1,81
+	Jarama - Aguas abajo	2022090102	04/06/2012 23:05:17	0,00	0,00	0,00	DN	1,46
+	Nuevecerca - Aguas abajo	2022090102	04/06/2012 23:05:51	0,00	0,00	0,00	DN	1,73

[illegible]

The screenshot shows the 'Análisis de datos' (Data Analysis) window in the 'Análisis de datos' (Data Analysis) section. The window displays a line graph showing the 'Energía (J)' (Energy (J)) versus 'Tiempo (s)' (Time (s)). The graph shows a sharp peak in energy at approximately 0.05 seconds, reaching a maximum value of about 1000 J. The energy then drops and remains relatively stable around 100 J for the rest of the time period shown. The graph is overlaid with a blue curve representing the 'Energía (J)' and a red curve representing the 'Potencia (W)'. The 'Potencia (W)' curve shows a sharp peak at the same time as the energy peak, reaching a maximum value of about 1000 W. The 'Energía (J)' curve shows a sharp peak at the same time as the energy peak, reaching a maximum value of about 1000 J. The 'Potencia (W)' curve shows a sharp peak at the same time as the energy peak, reaching a maximum value of about 1000 W. The 'Energía (J)' curve shows a sharp peak at the same time as the energy peak, reaching a maximum value of about 1000 J. The 'Potencia (W)' curve shows a sharp peak at the same time as the energy peak, reaching a maximum value of about 1000 W.

SUPERVISION EN TIEMPO REAL



Cuadro de mando de supervisión de presas

COORDINACION Y SEGUIMIENTO DE EJECUCION DE MANIOBRAS DE VERTIDOS

De: Francisco Díaz, Juan Pablo de
Enviado el: viernes, 7 de marzo de 2025 13:29
Para: CPC Responsables
CC: Soriano Roncero, Carmen Marta; Galán Martín, David; González-Vizcaíno Escribano, Alberto; Labrador Sánchez, Tomás; García Díez, José Luis; Trullas Jimeno, Patricia; Muñoz Tabuena, David; Martín Fernández, Óscar; Sánchez Varela, Miguel Ángel; Cifuentes Del Val, José Luis; Benito Martínez, María Belén; Rodrigo Rodríguez, Verónica; Vera González, Eva María; Martín Garrido, María Isabel
Asunto: RE: Maniobras en presas.

Buenos días
Se deben hacer las siguientes maniobras

Presa de Pinilla:

- Aumentar el vertido por el aliviadero hasta un caudal de 75 m³/s.

Muchas gracias y un saludo

Juan Pablo de Francisco Díaz
Jefe de Área de Explotación de Presas y Pozos
Teléfono: 915 45 10 96; 650 910 948
Dirección: C/Santa Engracia, 125 – 28003, Madrid



Cálculo de la apertura para el caudal a desaguar



PINILLA				
COTA	1086,93 m			
VOLUMEN	30,25 hm3			
ORGANO DE DESAGÜE	EQUIPO	APERTURA EN CENTIMETROS	PORCENTAJE APERTURA	CAUDAL (m3/s)
DESAGÜE FONDO	COMP 1	0	0,0	0,037
DESAGÜE FONDO	COMP 2	0	0,0	0,037
ORGANO DE DESAGÜE	EQUIPO	APERTURA EN GRADOS	RECORRIDO CADENA EN CENTIMETROS	CAUDAL (m3/s)
ALIVIADERO	COMP 1	11,20	52,2	25,04
ALIVIADERO	COMP 2	11,20	52,2	25,04
ALIVIADERO	COMP 3	11,20	52,2	25,04
TOTAL				75,18
SOLO SE PUEDEN MODIFICAR LAS CELDAS EN ROJO				

Registro de las maniobras en GAYTA

Dirección Instalaciones

Instalaciones:

Tipo: **ADUCCION** Instalación: **PRESA DE PINILLA**

☒ Ubicado ☐ Incierto

Municipio: **LOZOYA**

Complemento: **ALVIADERO**

Trabajo:

Red Afectada: ☒ Abastecimiento ☐ Saneamiento ☐ Automatización

Solicitado por: **OPERACION CENTRO DE CONTROL** Asignado a: **OPERACION CENTRO DE CONTROL**

Sector: Presión: Zona:

Tipo Trabajo: **MANIOBRAS DE ADUCCION** Estado: **EN CURSO**

Infraestructura: **RED DE ADUCCION** Aprobado por: **Jefe División**

Descripción Trabajo: **AUMENTAR VERTIDO POR ALVIADERO LAS 3 CUERTAS A 11,2º, 52,2 CM., CADA UNA PARA UN QT= 75M3/S**

Mensaje:

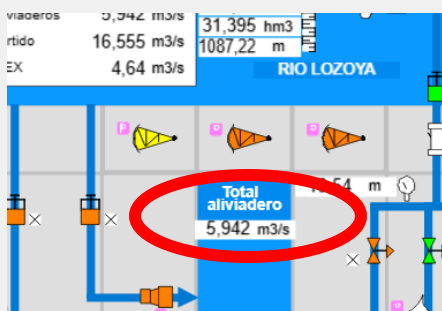
Fecha Caducidad: Hora Caducidad:

Previsto Iniciar: Fecha: **07/03/25** Hora: **14:00** Previsto Terminar: Fecha: **07/03/25** Hora: **14:30**

Actuaciones Asociados (1) Seguimiento Histórico

Número	Tipo	Descripción	Resultado	Observaciones	Avisos	Inicio	Fin	Emplazamiento	Complemento	Municipio	CP
88741/25	REGULAR PA...	AUMENTAR VERTIDO...	REALIZADO...		0	07/03/25 14:25	07/03/25 14:45	PRESA DE PINILLA ADUCCION	ALVIADERO	LOZOYA	CP

Supervisión de la correcta ejecución



Comunicación de la maniobra efectuada

Nota de Seguimiento:

Fecha: **07/03/25** Hora: **15:10** Comunicado por: _____

Observaciones:

ENVIADO SMS G12 T88740/25 MANIOBRAS DE ADUCCION PRESA DE PINILLA ADUCCION LOZOYA VARIACION DE VERTIDO EN PRESA DE PINILLA. QTOTAL VERTIDO= 75 M3/S (QANTERIOR=55 M3/S) (MENSAJE ENVIADO A LAS 15:10 HORAS)

Cerrar



CÁMARAS DE VÍDEO

Doble función:

- Supervisión
- Comprobación de la correcta ejecución de las maniobras



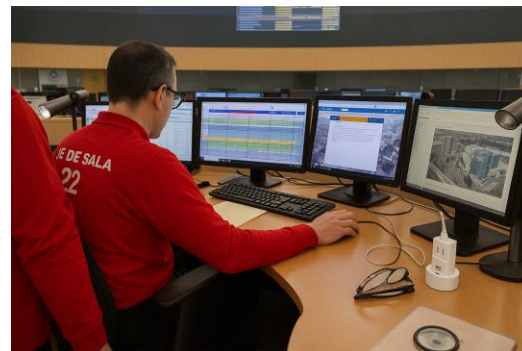
COORDINACIÓN - INUNCAM

- Reuniones diarias (1 o 2 al día) – INUNCAM
- Comunicación constante con CH Tajo y 112
- Prioridad: seguridad de la presa
- Minimizar afecciones en ríos - Evitar coincidencia de desembalses con cuencas propias

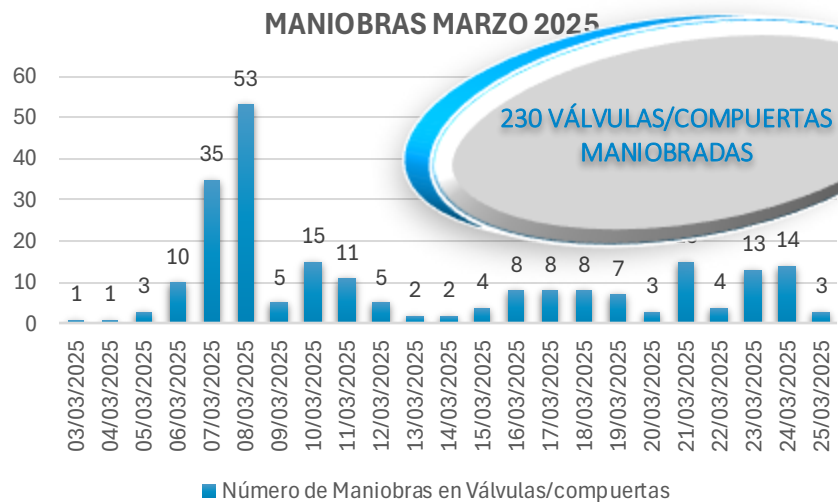
03 MARZO 2025

Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
		ACTIVACIÓN				1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31	DESACTIVACIÓN				

SITUACIÓN
OPERATIVA 1



DATOS OPERATIVOS

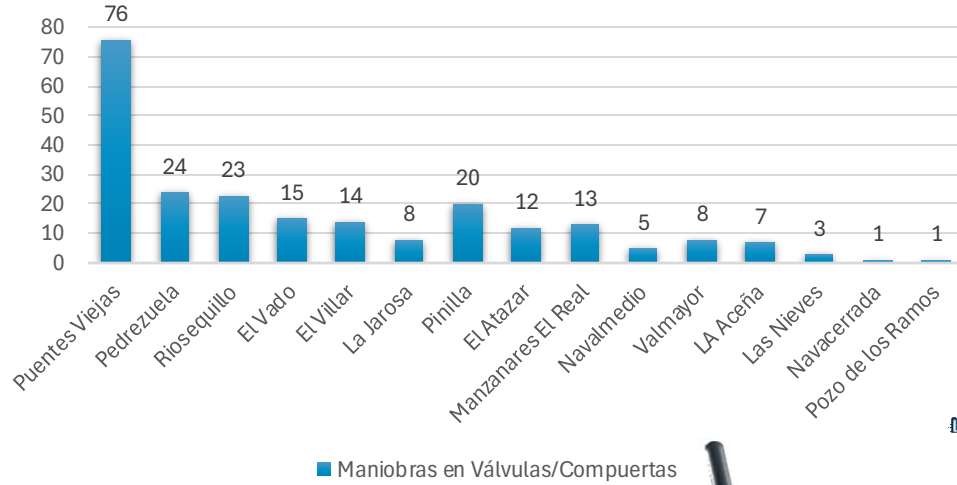


- ❑ Importancia del mantenimiento
- ❑ Maniobras periódicas

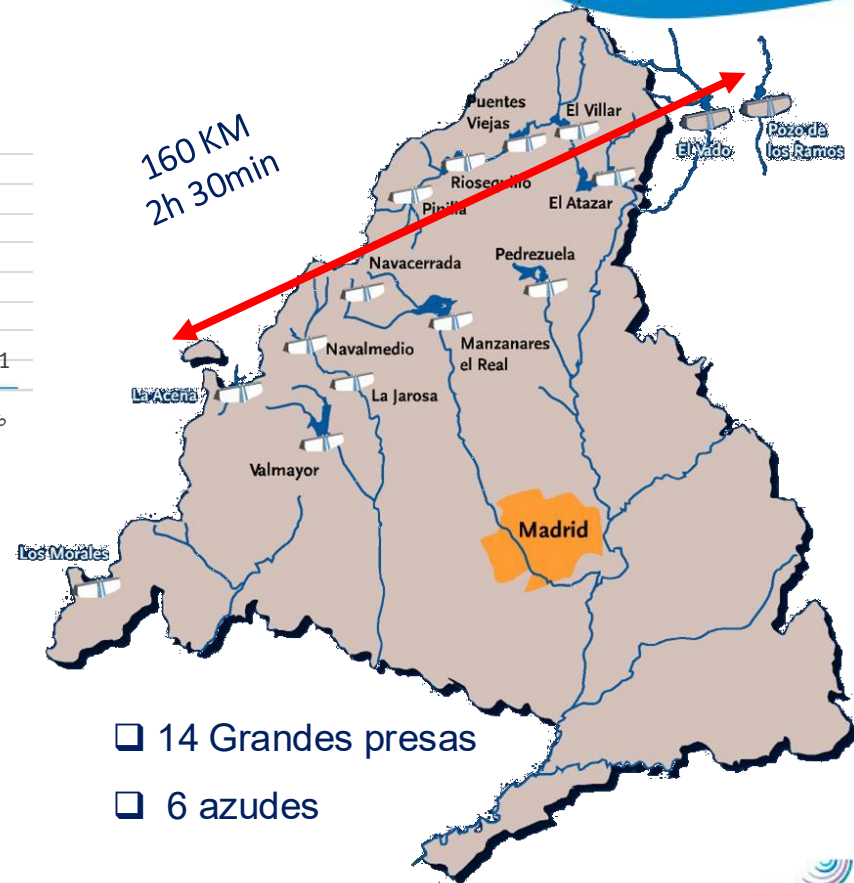


EQUIPOS IMPLICADOS

MANIOBRAS POR INFRAESTRUCTURA MARZO 2025

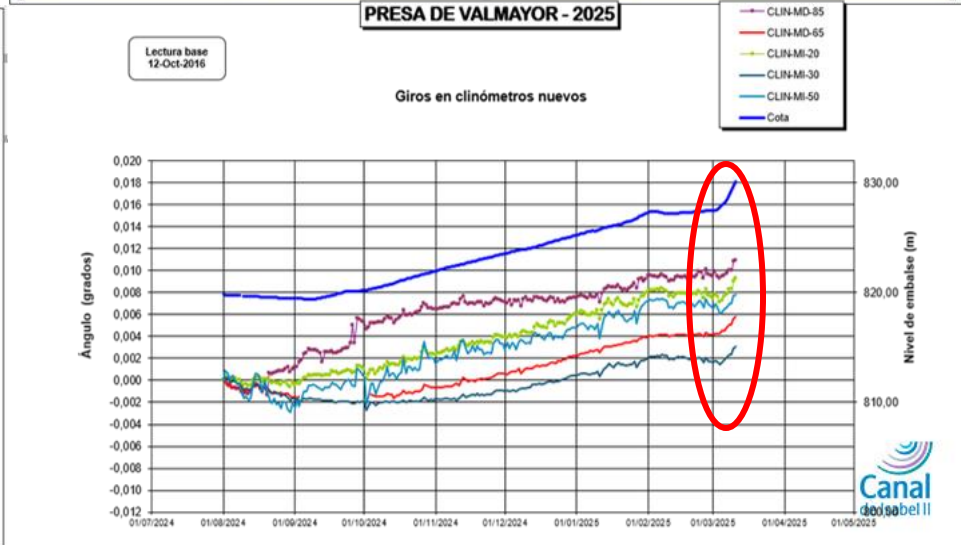
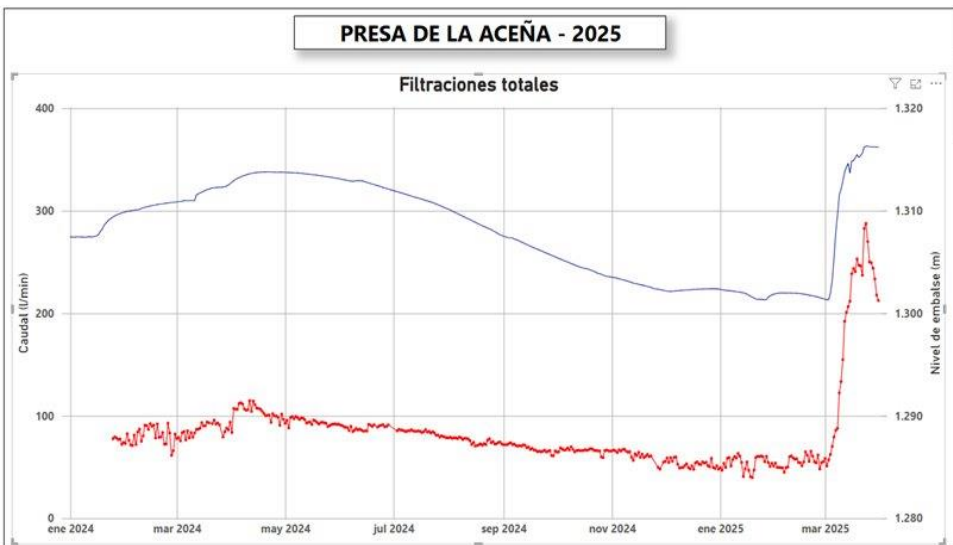
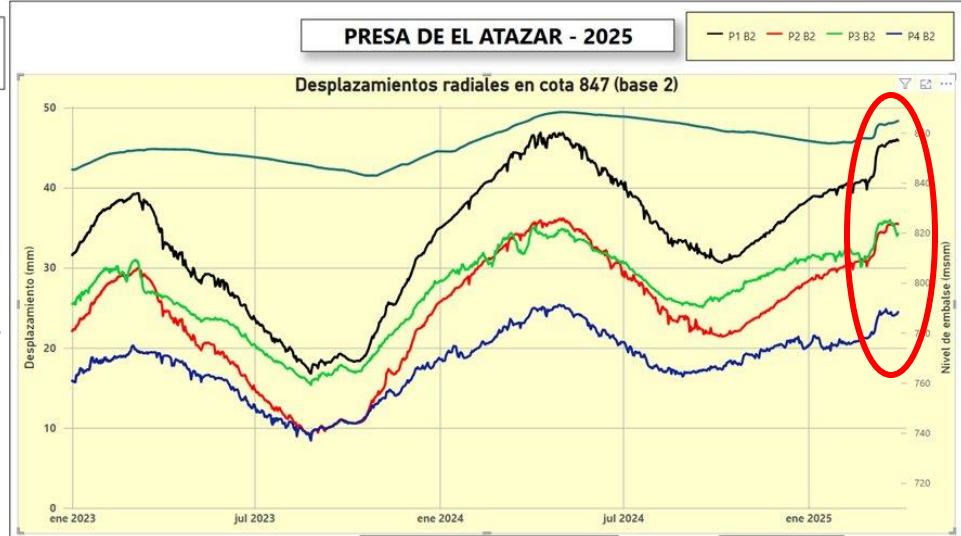
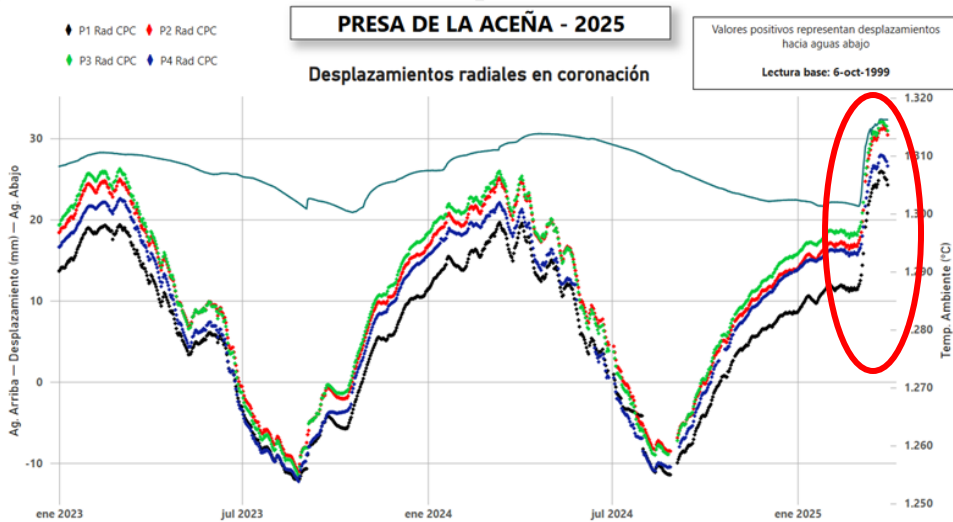


□ Tiempo medio de ejecución de maniobras 1h



□ 14 Grandes presas

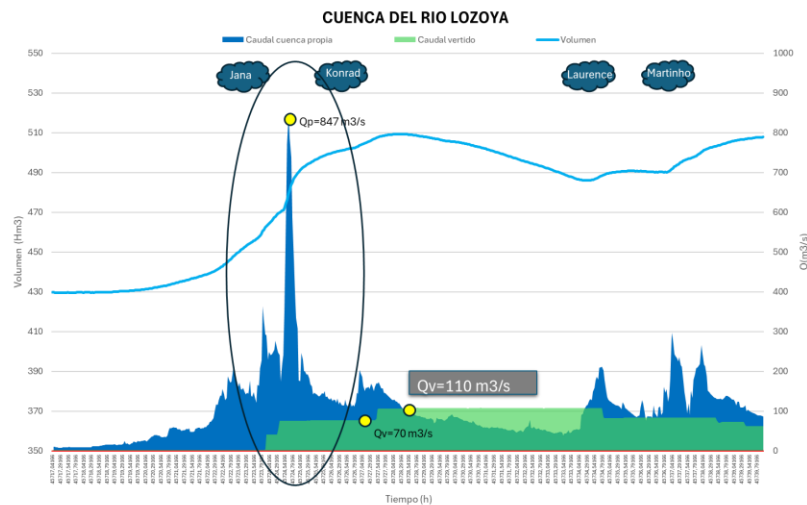
□ 6 azudes



ESCENARIOS ESPECÍFICOS

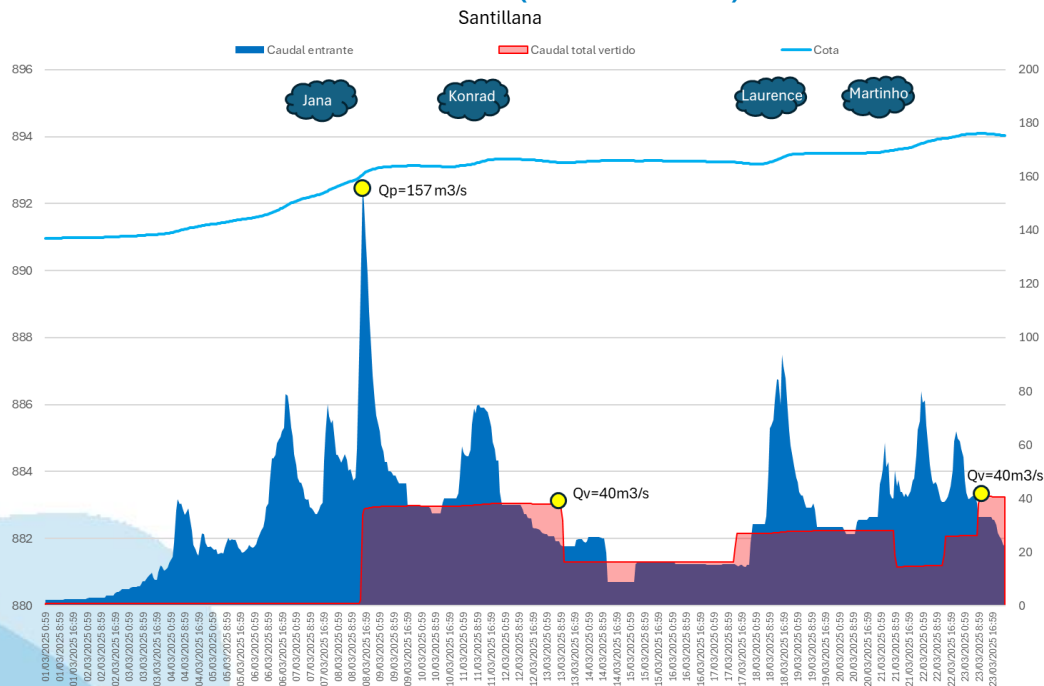
➤ Río Lozoya (7-9 marzo):

El Villar y Puentes Viejas abiertos al 100%

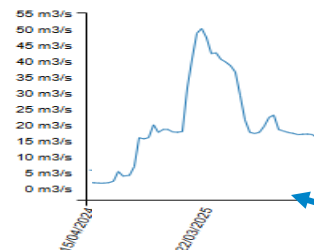
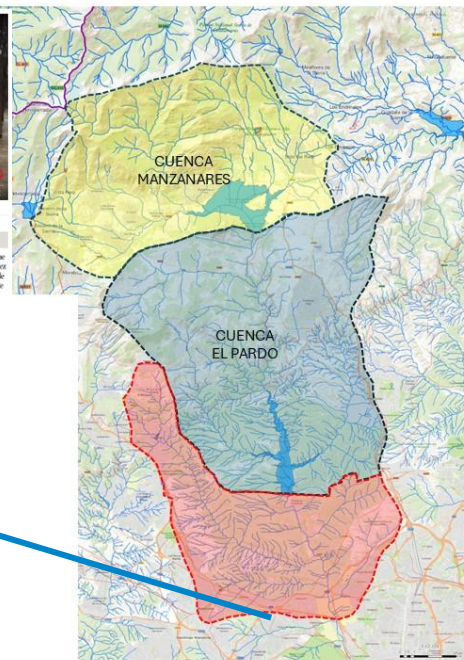


ESCENARIOS ESPECÍFICOS

➤ Río Manzanares (23 marzo):



La A-6 en alerta en Madrid por estar el río Manzanares a tan solo 80 centímetros del desborde



4 Y la calidad del agua ¿qué?

DIFÍCIL

EFECTOS SOBRE LA CALIDAD DE AGUA BRUTA

- Incremento significativo de turbidez, materia orgánica, manganeso y contaminación microbiológica.

54%

Agua bruta Turbidez

Cuenca Lozoya:

- Bodonal: $\Delta 218\%$
- Torrelaguna: $\Delta 216\%$

Cuenca Guadarrama:

- La Jarosa: $\Delta 97\%$

28%

Carbono Orgánico Total

Cuenca Lozoya:

- Colmenar: $\Delta 16\%$
- Bodonal: $\Delta 84\%$
- Torrelaguna: $\Delta 56\%$

Cuenca Guadarrama:

- La Jarosa: $\Delta 32\%$

19%

Agua bruta Manganeso

Cuenca Lozoya:

- Colmenar: $\Delta 65\%$
- Bodonal: $\Delta 40\%$
- Torrelaguna: $\Delta 49\%$

Cuenca Guadarrama:

- La Jarosa: $\Delta 55\%$

61%

Agua bruta microbiología

Incremento tasa positivos:

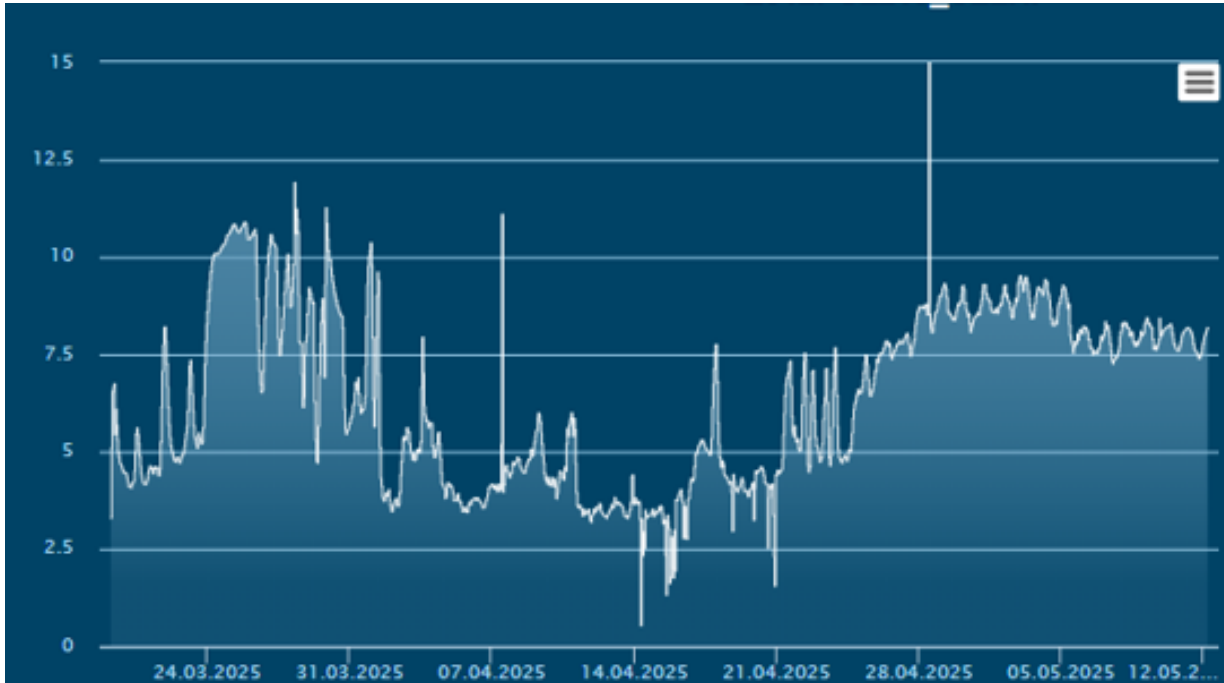
Clostridium: $\Delta 62\%$

E. coli: $\Delta 54\%$

Virus:

Colifagos somáticos: $\Delta 76\%$

CANTIDAD DE MATERIA ORGÁNICA.



- Absorbancia 254 nm: Indicador de materia orgánica.
- Incremento debido a las lluvias por arrastres del terreno.
- Mayor demanda de oxidantes (cloro y ozono)

CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA ORGÁNICA. REACTIVIDAD.

ANTES DE LAS LLUVIAS

- Sustancias húmicas: Ácidos fúlvicos de origen mezcla: algas (embalse) y suelo (humus).
 - peso molecular medio y
 - absorbancia específica media.
- Se retienen bien por coagulación.

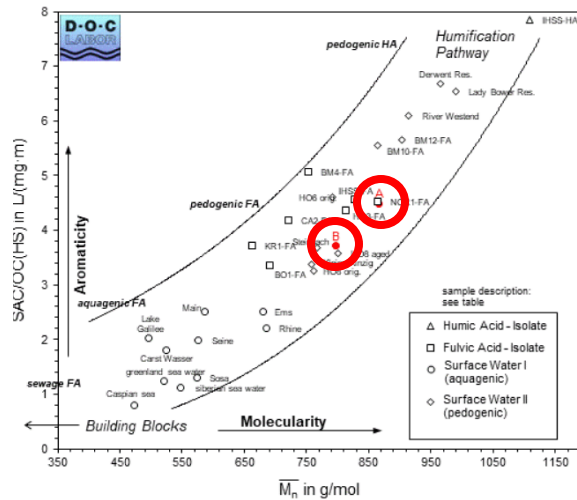
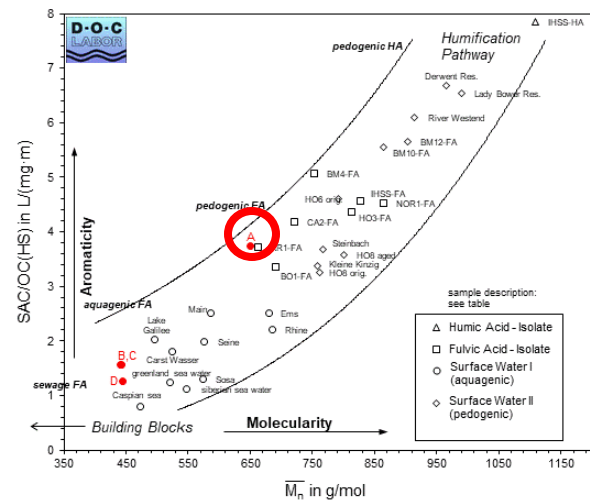
DURANTE LAS LLUVIAS

- Sustancias húmicas: Ácidos fúlvicos de origen suelo (humus) por los arrastres.
 - peso molecular alto y
 - absorbancia específica media-alta.
- Se retienen bien por coagulación.
- Muy reactivos con el cloro libre.

Cambio sustancial en la naturaleza de la materia orgánica.

Para evitar generación de subproductos (especialmente ácidos haloacéticos)

- Potenciar la coagulación.
- Modificación de tiempo de contacto con cloro libre.



INCREMENTO DOSIS DE REACTIVOS

40%

Coagulantes

Especialmente debido al incremento de la turbidez y la materia orgánica en agua bruta.

En 2 ETAP fue necesario cambiar tipo de coagulante: de sulfato de alúmina a policloruro de aluminio.

33%

Oxígeno para ozono.

Cuenca Lozoya:

- Pinilla.

Cuenca Guadarrama:

- Valmayor.

Cuenca Alberche:

- Pelayos.

21%

Cloro

Incremento en precloración para:

- garantizar desinfección primaria y
- satisfacer incremento de demanda de cloro.

Cambio del punto de dosificación para bajar el tiempo de contacto y generar menos subproductos.

32%

COSTE

Coagulantes: reducción de materia orgánica, turbidez y posible presencia de protozoos.

Oxidantes: reducción de materia orgánica (absorbancia a 254 nm) precursora de subproductos de desinfección.

Desinfectantes: eliminación de microorganismos.

INCREMENTO DE COSTE DE REACTIVOS

EFFECTO DE LAS AVENIDAS

INCREMENTO DE COSTE DE REACTIVOS

Coagulantes: reducción de materia orgánica, turbidez y posible presencia de protozoos.

Oxidantes: reducción de materia orgánica (absorbancia a 254 nm) precursora de subproductos de desinfección.

Desinfectantes: eliminación de microorganismos.

32 %

5 ¡¡¡Hay que explicarlo!!!

TANSPARENCIA

COMUNICACIÓN

Publicación actualizada de los desembalses en la web corporativa



[Redacted] Espectaculares las imágenes y enorme el trabajo de Canal de Isabel II 🙌🙌🙌

2 sem 28 Me gusta Responder



[Redacted] Gracias por vuestro trabajo para todos nosotros 🙌🙌🙌

2 sem 2 Me gusta Responder



[Redacted] Es un orgullo trabajar en el canal de Isabel II y ser participe del buen estado de estos maravillosos embalses 🙌

2 sem 2 Me gusta Responder ...

EL MUNDO



tve

laSexta



ANTENA 3



TeleMadrid



LAS PRESAS NOS PROTEGEN