

# LA FÓRMULA DEL SAD EBRO

# ÍNDICE

- INTRODUCCIÓN
- EXCIPIENTES EN LA FÓRMULA DEL SADEBRO
- FUNCIONES, APORTACIONES Y EVOLUCIÓN
- INCERTIDUMBRES ALREDEDOR DEL SADEBRO
- EJEMPLOS DE USO
- COLABORACIÓN CON PROTECCIONES CIVILES Y MUNICIPIOS
- CONCLUSIONES

# DATOS BÁSICOS DE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



La Cuenca del Ebro tiene una superficie de 87.500 km<sup>2</sup> y una aportación anual de 14.000 hm<sup>3</sup>. En el territorio hay nueve comunidades autónomas, además de dos países Andorra y Francia.



Estaciones que componen el SAIHEbro

# Esquema de funcionamiento del sistema de modelización SAD

## Entrada de datos al sistema



**Datos quinceminutales SAIH**  
(aforos, embalses, pluviómetros y termómetros).

**Predicciones meteorológicas**  
Procedentes de distintas fuentes.

- Modelo HARMONIE-0.025° de la AEMet.
- Modelo determinista ECMWF(IFS)-0.1° del ECMWF.
- Modelo GFS-0.25° de la NOAA.
- Modelo WRF-0.03° del GFA - Universidad de León.

**Maniobras de explotación previstas**  
o que se desea simular, en el conjunto de embalses de la Cuenca del Ebro.

## Operación de los modelos integrados en el sistema

Tratamiento de la información a cargo del simulador principal del SAD

Principales modelos:

- Hidrológicos
- Hidráulicos de propagación
- De gestión de presas



## Publicación de las predicciones

Los técnicos del SADEbro publican diariamente las predicciones de caudal en los aforos de la cuenca y otros resultados complementarios, de uso interno en la página web [www.saihebro.com](http://www.saihebro.com)

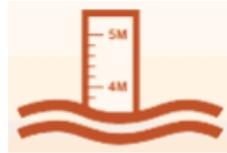


## ¿POR QUÉ TENEMOS UN SISTEMA DE AYUDA A LA DECISIÓN?

El Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, asigna al **Comité Permanente como el Órgano de información y asesoramiento de las autoridades competentes en materia de protección civil en las emergencias por inundaciones**. Para cumplir con este cometido se debe apoyar en herramientas como el SAIH y el SAD.

Para que el sistema SAD funcione en modo operativo es necesario añadir a la fórmula genérica una serie de **“EXCIPIENTES”**, particularizados para cada CH, y que permitan la **integración, explotación y uso de los resultados (caudales previstos)**, en la gestión de los episodios de avenida.

# EXCIPIENTE N°1.- INTEGRACIÓN DE LA RED SAIH



Aforos en río



Pluviómetros



Embalses



Termómetros



Sistemas de riego



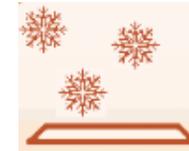
Estaciones  
Meteorológicas



Gestión  
Medioambiental



Calidad de Agua



Telenivómetros



Centrales  
Hidroeléctricas



Piezómetros

Imprescindible que los distintos, servicios, áreas y unidades de las CH's consideren como **UNA HERRAMIENTA** a su disposición y la integren en su uso diario

## EXCIPIENTE N°2.- SERVICIO 24h



Disponer de un **SERVICIO DE 24h/365d**  
CENTRO DE PROCESO DE CUENCA

## EXCIPIENTE N°3.- EXPLOTACIÓN DEL SAD

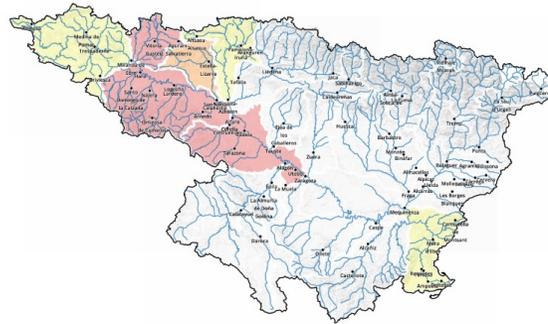
- Asignar **UN EQUIPO DE TECNICOS** a la explotación del SAD



# EXCIPIENTE N°4 HERRAMIENTAS PARA INFORMAR Y AVISAR



[www.saihebro.com](http://www.saihebro.com)



RIESGO ACTUAL    RIESGO PREVISTO

**CUENCA DEL EBRO**  
Avisos actuales observados a las 18:25 h. de 11-12-2021

ZONAS CON RIESGOS ACTIVOS	
EBRO_(EMB.FLIX-TORTOSA)	■
ZADORRA_BAJO	■
ARAQUIL_BAJO	■
ARGA_ALTO	■

hidroavisos

COORDINACIÓN  
CON PROTECCIONES CIVILES  
CON GESTORES DE PRESAS



## DEFINIR

- ZONAS DE AVISO
- UMBRALES DE AVISO
- DESTINATARIOS DE LOS AVISOS

## EXCIPIENTE N°5.- OPERACIÓN DEL SAD

Decisiones importantes que se tomaron en la puesta en marcha

- **EL SAD SE EJECUTA TODOS LOS DÍAS DEL AÑO** (lunes a viernes y festivos con riada)
- EL EQUIPO SAD **SE INTEGRA EN EL CPC Y “ESCUCHA”** todo lo que le pasa a la red SAIH, se empapa del conocimiento del personal que explota los embalse, está en contacto permanente con los técnicos del área de hidrología.
- EL EQUIPO SAD ES EL **CONTACTO CON LOS ORGANISMOS DE PROTECCIÓN CIVIL** para explicarles la evolución del evento y conocer de primera mano los efectos que causan las riadas.

## FUNCIONES ACTUALES DEL SADEbro

**SERVICIO DE PREDICCIÓN HIDROLÓGICA (SPH).** elaborar diariamente una predicción hidrológica con los caudales esperados durante los próximos días en las estaciones de aforo.

**SERVICIO DE VIGILANCIA HIDROLÓGICA (SVH).** el objeto de esta vigilancia es mantenerse atento a cualquier síntoma que indique que se pueda estar gestando una crecida en algún punto de la cuenca del Ebro.

**SERVICIO DE CONSULTORÍA HIDROLÓGICA (SCH).** Proporciona apoyo técnico a los distintos departamentos de la CHEbro en numerosas cuestiones relacionadas con la hidrología, la gestión de las avenidas y la gestión de los recursos hídricos.

# APORTACIONES DEL SAD A LA CHEBRO

## AYUDA A LA “CALIDAD” DE LA INFORMACIÓN

- de las curvas de gasto en las estaciones de aforo,
- de los pluviómetros que no funcionan correctamente
- de los sensores que han enviado un dato erróneo o no ha enviado datos

## AYUDA A LAS DISTINTAS UNIDADES DE LA CHE EN LA GESTIÓN DE LOS EVENTOS. (CÓMITE PERMANENTE)

LA AYUDA A LA OPTIMIZACIÓN DE LA RED SAIH ya que detecta la carencia de instrumentación en determinadas zonas o el exceso en otras.

## EVOLUCIONES EN BASE A LA EXPERIENCIA (2000-2003-2022)

En los comienzos solo se empleaban los modelos meteorológicos (HIRLAM), hidrológicos (NAN Y ASTER) e hidráulicos (MIKE 11)

**SE HAN INCORPORANDO DISTINTOS MODELOS, TANTO METEOROLÓGICOS COMO HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS**

Partiendo de ejecutar el SAD para toda la cuenca como un único territorio y de forma manual **ESTAMOS TRABAJANDO EN GESTIONAR CADA ZONA CON EL PRODUCTO MÁS INDICADO (MODELOS BIDIMENSIONALES, MODULOS PARA EMBALSES CON TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN PEQUEÑOS Y EJECUCIÓN EN AUTOMÁTICO)**

Partiendo de que la lluvia observada infraestima la precipitación, **ESTAMOS TRABAJANDO EN COMBINAR DATOS RADAR Y DATOS OBSERVADOS PARA USARLO COMO DATO DE ENTRADA AL SAD**

## INCERTIDUMBRES Y CERTIDUMBRES DEL SAD

- Las predicciones meteorológicas con las que se alimenta el SAD provienen de modelos meteorológicos deterministas a corto plazo (48 o 72 horas) y a medio plazo (10 días) y con una resolución espacial (mallas entre 3x3 y 16x16 km) que **no les permite precisar en qué cuenca se van a producir las lluvias ni la cuantía exacta** ya que te facilitan la información para una región geográfica que no tiene en cuenta la red hidrográfica.
- La información observada de la medida de la precipitación que facilita la red SAIH, sobre todo con temperaturas bajas y en forma de nieve, **tiende a infravalorar las lluvias observadas.**
- ¿Cómo podemos conseguir que el modelo y dé resultados cercanos a la realidad?. **Son necesarios datos de eventos históricos de episodios de avenida, cosa que no es posible en algunas cuencas bien por falta de estaciones para obtener los datos o por falta de episodios.**

## INCERTIDUMBRES Y CERTIDUMBRES DE LOS DATOS OBSERVADOS

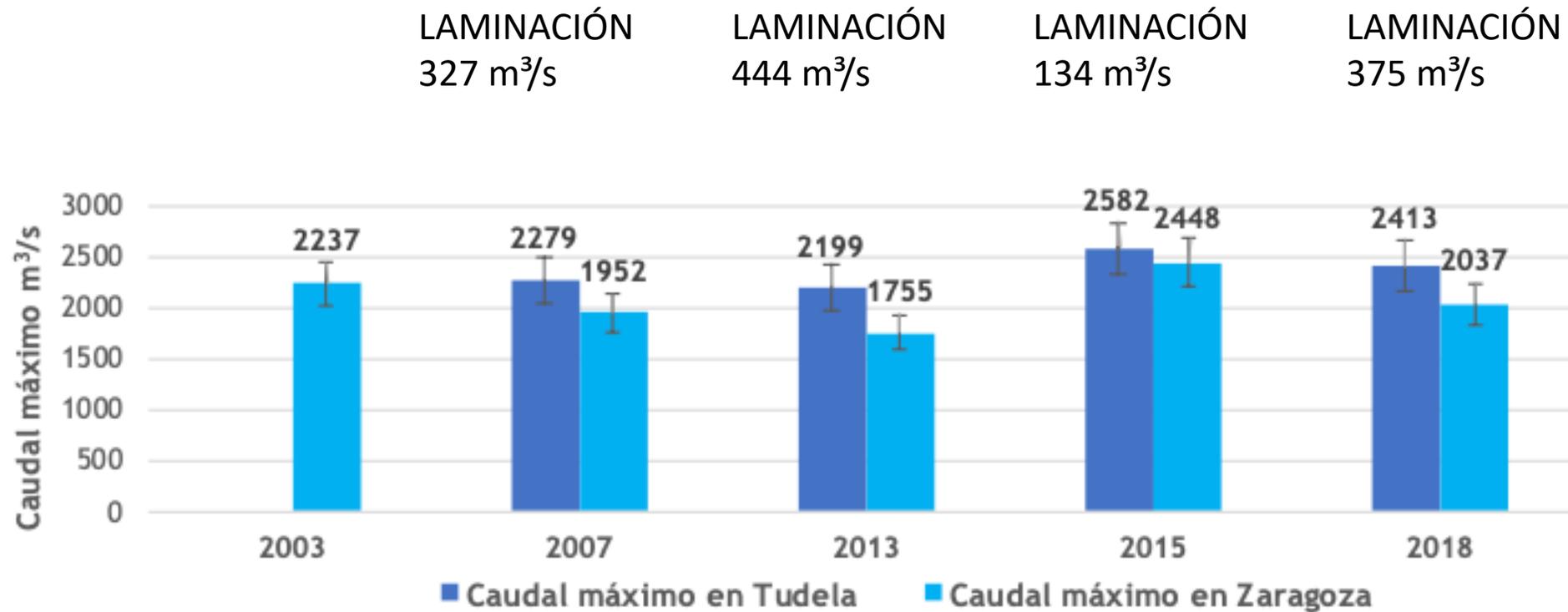
- En un evento recogimos 60 mm en 24 horas y el caudal de la estación subió a 1.000 m<sup>3</sup>/s y sabemos que esos 1.000 m<sup>3</sup>/s tardaron en llegar a la siguiente estación de aguas abajo 30 horas. **¿podemos entender que esto será siempre así?**
- Sabemos que se inunda una población siempre que el nivel ha alcanzado un altura de 4,00 m, pero en cada episodio el caudal nos han dado un valor distinto **¿si el SAD nos da una previsión de caudal, a qué altura lo asigno?**

### LAS RESPUESTAS GENERAN INCERTIDUMBRE

**SI QUE TENEMOS UNA CERTIDUMBRE; CADA RIADA ES DISTINTA** aunque los niveles y caudales estén en un mismo orden de magnitud. ¿por qué?

Volumen del hidrograma, tiempo de transito, duración del evento, estado del freático, tipo de terrenos por dónde circula la avenida, si han ocurrido eventos anteriores hace poco.

# INCERTIDUMBRES Y CERTIDUMBRES DE LOS DATOS OBSERVADOS



# INCERTIDUMBRES Y CERTIDUMBRES DEL SAD

## ACCIONES QUE PUEDEN HACER DISMINUIR LA INCERTIDUMBRE

I N C E R T I D U M B R E	HERRAMIENTA	INCERTIDUMBRE		FUTURO
	PREVISIÓN METEOROLÓGICA	ESPACIAL Y DE CANTIDAD	MAYOR SI SE HACE A MÁS DE 2/3 DÍAS	PREVISIÓN PROBABILISTA
	DATOS PRECIPITACIÓN	IMPORTANTE	MAYOR EN FENÓMENOS VIENTO Y NIEVE > 40%	NUEVAS TÉCNICAS DE MEDICIÓN
	DATOS NIVELES (RÍOS, EMBALSES)	MUY PEQUEÑA		MEDIR SIN CONTACTO CON EL AGUA
	DATOS CAUDALES	A TENER EN CUENTA	SOBRE 20%	MEDIR VELOCIDADES EN CONTINUO

# INCERTIDUMBRES Y CERTIDUMBRES DEL SAD

A PESAR DE LA INCERTIDUMBRE ¿ES ÚTIL LA INFORMACIÓN?

I N F O R M A C I Ó N	¿PARA QUIÉN?	¿CÓMO USARLA Y PARA QUÉ?			
	PARTICULARES	ELABORANDO SU PROPIA PLAN DE INUNDACIONES	PRACTICANDO Y REVISANDO LAS MEDIDAS DE SU PLAN	CONOCIENDO LA HISTORIA DE LOS DATOS EN EPISODIOS ANTERIORES  LECCIONES APRENDIDAS DE CADA EPISODIO	USANDO LA INFORMACIÓN DE LA CHE CON PRECAUCIÓN Y ANTE LA INCERTIDUMBRE PONIENDOSE DEL LADO DE LA SEGURIDAD  LA INFORMACIÓN ES ÚTIL, PERO NECESITA QUE LA SIGAMOS LA EVOLUCIÓN DÍA A DÍA
	AYUNTAMIENTO PROTECCIÓN CIVIL MUNICIPAL	ELABORANDO PLAN MUNICIPAL ANTE INUNDACIONES	VALIDANDO Y DEFINIENDO UMBRALES DE AVISO		
	PROTECCIÓN CIVIL AUTONÓMICA	IDENTIFICANDO PUNTOS “NEGROS” Y ASOCIARLOS CON LOS DATOS OBSERVADOS	COORDINANDO A LOS DISTINTOS ACTORES		

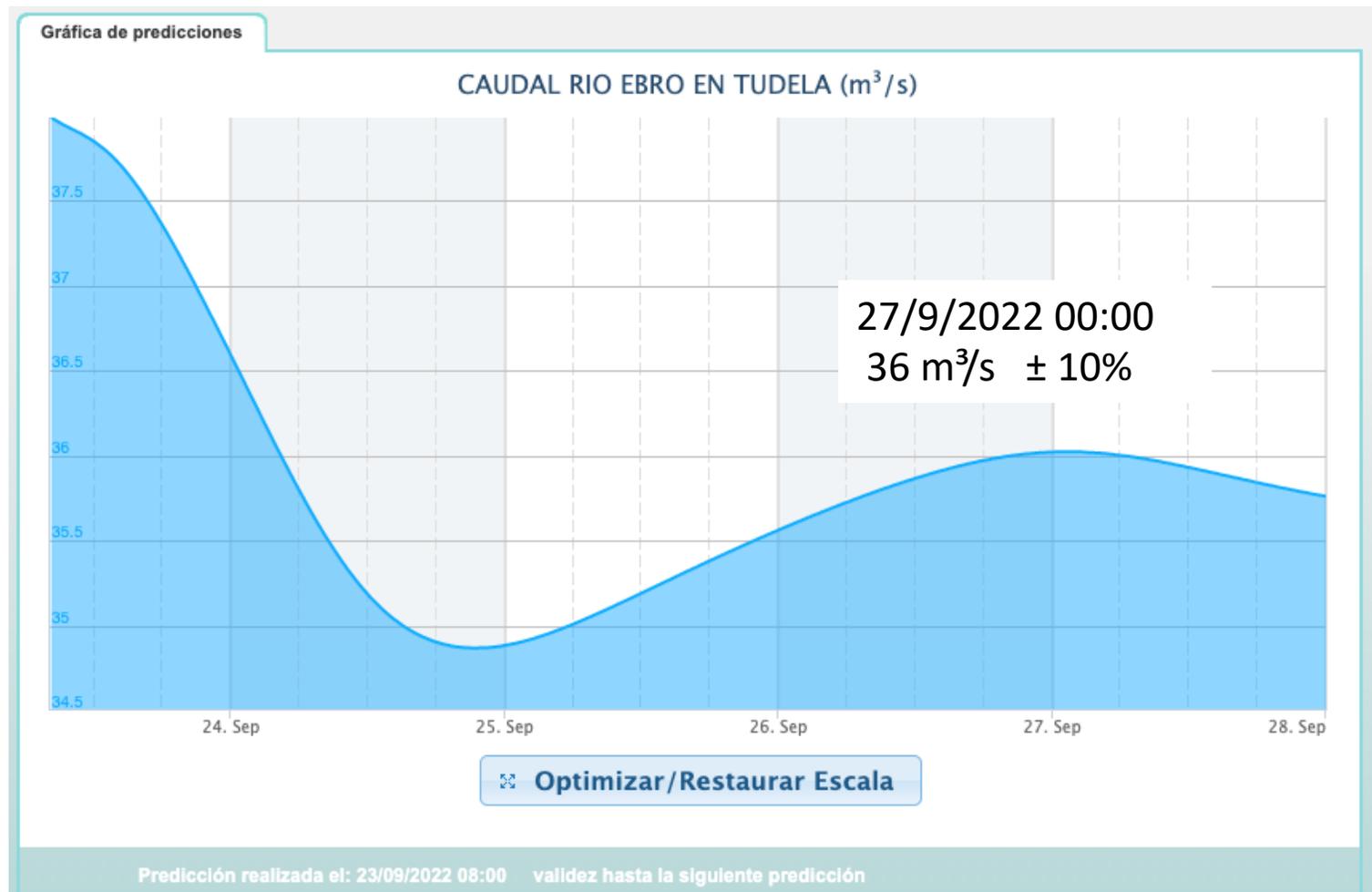
# INCERTIDUMBRES Y CERTIDUMBRES DEL SAD

¿CÓMO REPRESENTAMOS ACTUALMENTE LA INCERTIDUMBRE?

Desde la puesta en marcha del SADEbro se están utilizando predicciones meteorológicas deterministas y por lo tanto nuestra predicción de caudales también lo es.

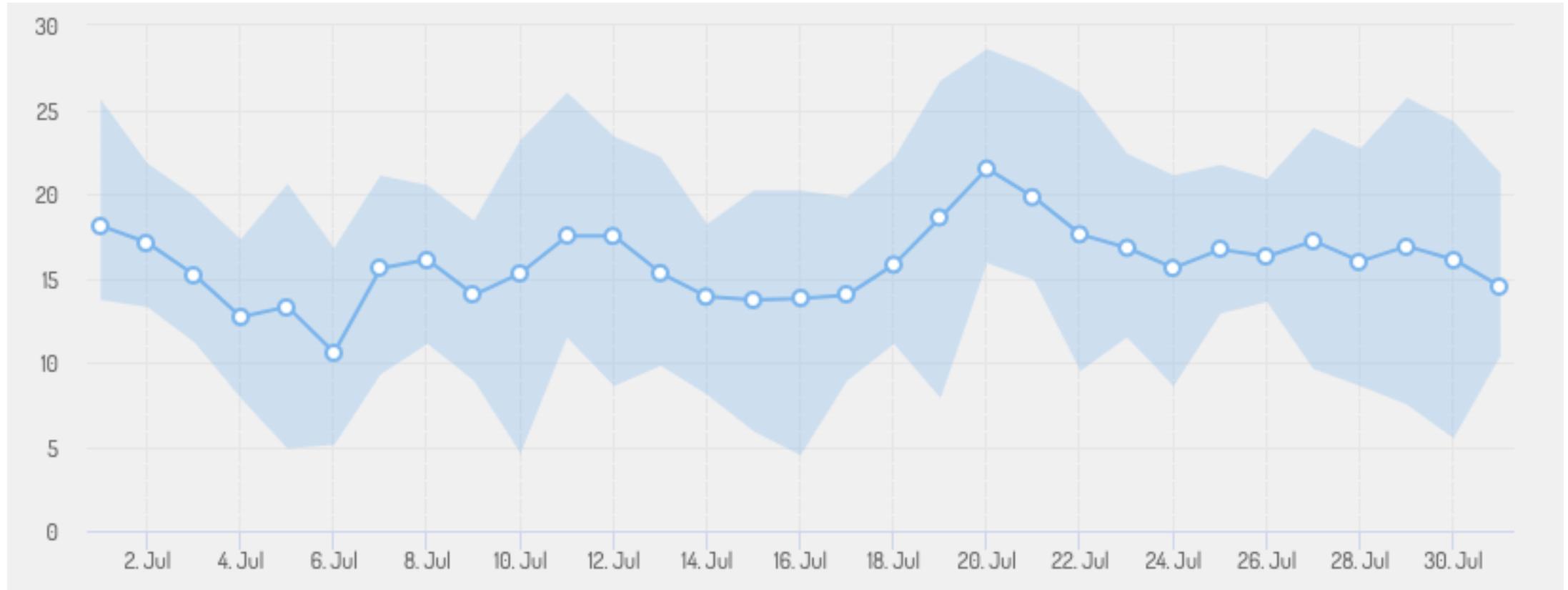
Esto significa que la representación del hidrograma de caudales sea también determinista.

Actualmente, y de forma genérica se añade al valor determinista un  $\pm 10\%$



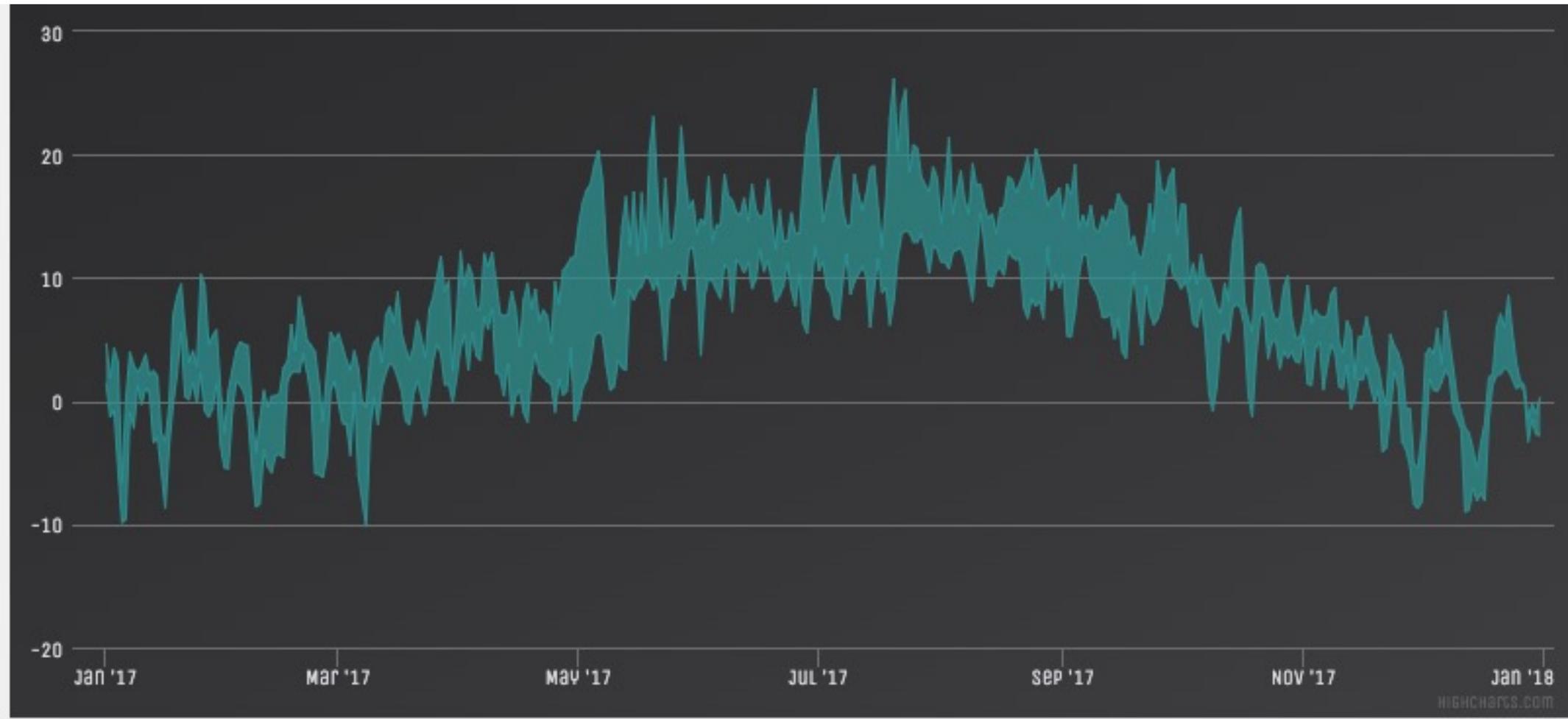
# INCERTIDUMBRES Y CERTIDUMBRES DEL SAD

¿CÓMO DEBEMOS REPRESENTAR LA INCERTIDUMBRE, PARA QUE SEA ENTENDIDA POR LOS USUARIOS?

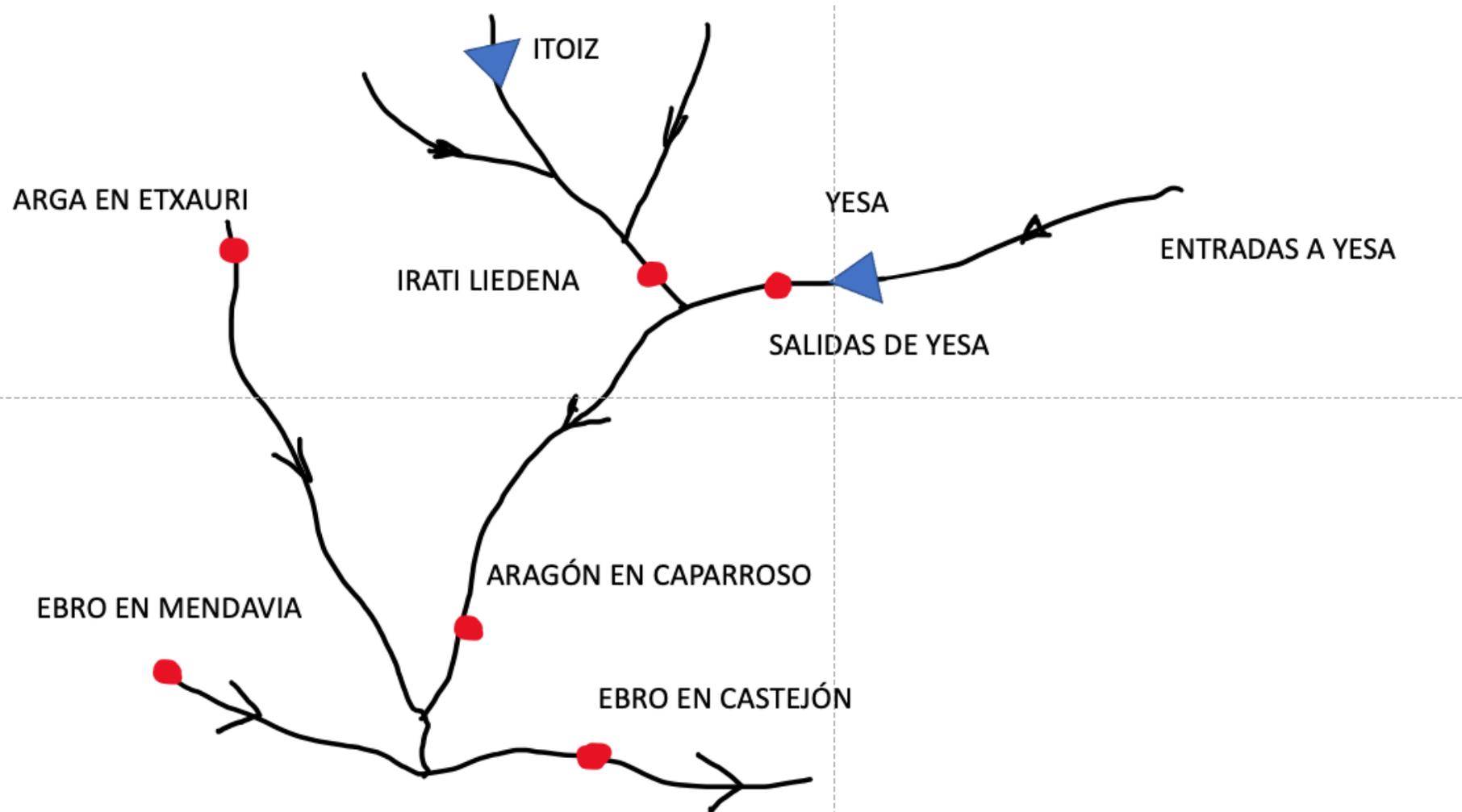


# INCERTIDUMBRES Y CERTIDUMBRES DEL SAD

¿CÓMO DEBEMOS REPRESENTAR LA INCERTIDUMBRE, PARA QUE SEA ENTENDIDA POR LOS USUARIOS?



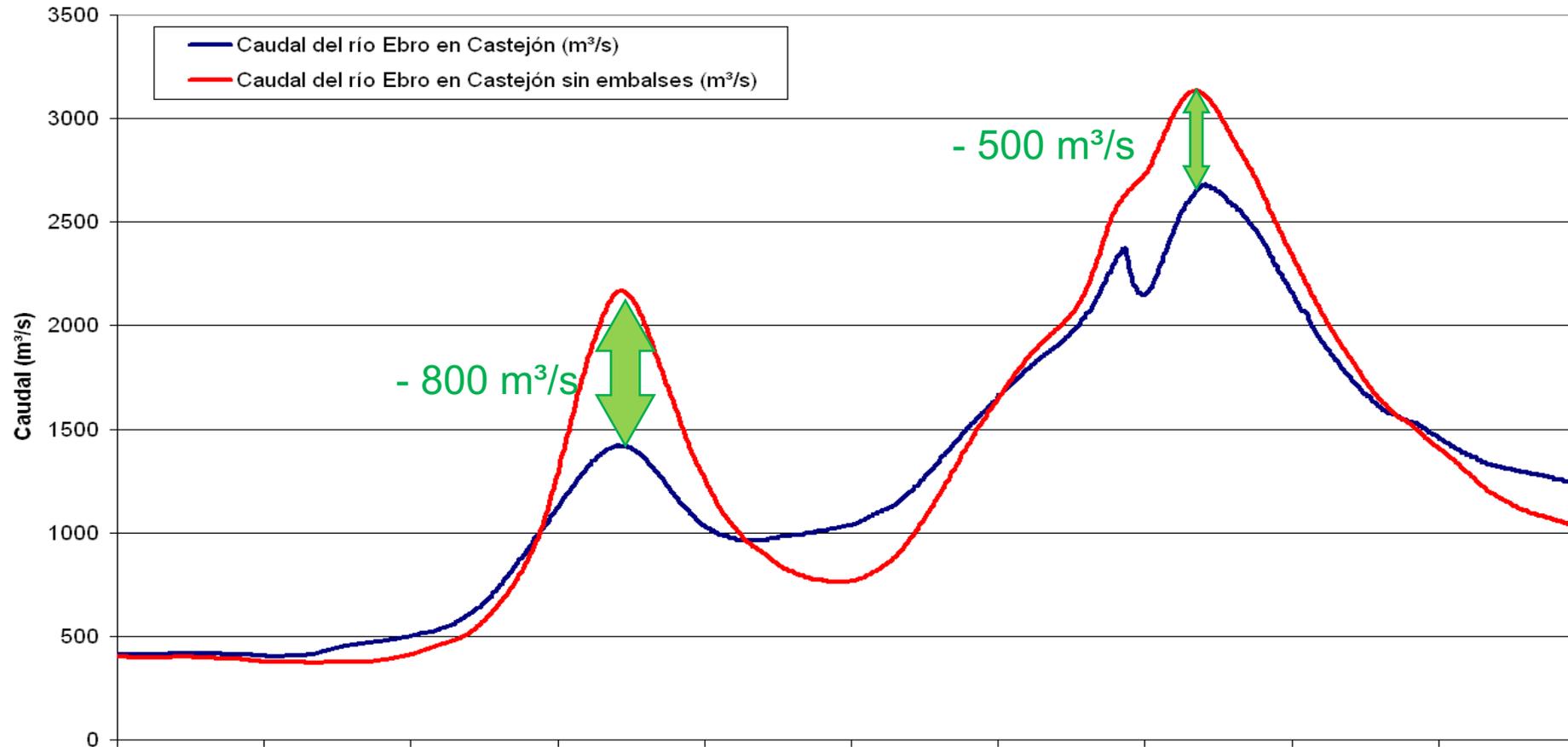
# EJEMPLOS DE USO DEL SAD EN LA GESTIÓN DE EMBALSES



LA PREDICCIÓN FACILITADA POR EL SAD CON UNA BUENA GESTIÓN DE LAS PRESAS PERMITEN LAMINACIONES IMPORTANTES

# EJEMPLOS DE USO DEL SAD EN LA GESTIÓN DE EMBALSES

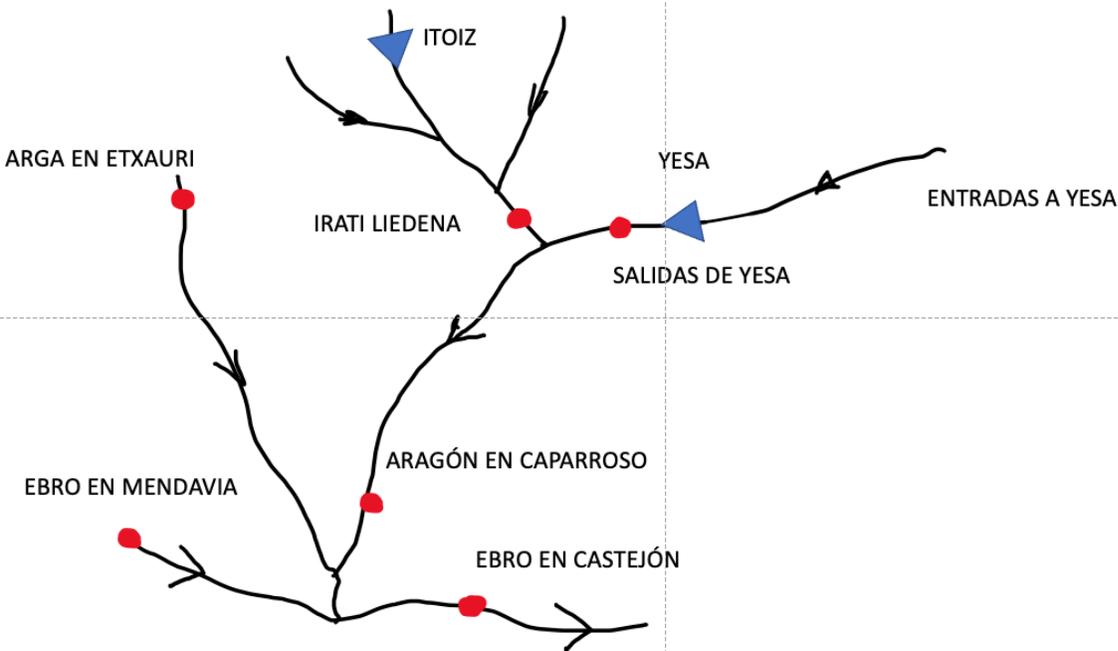
Caudal en el Ebro en Castejón con embalses y sin embalses de Yesa e Itoiz



LA PREDICCIÓN FACILITADA POR EL SAD CON UNA BUENA GESTIÓN DE LAS PRESAS PERMITEN LAMINACIONES IMPORTANTES

# ¿QUÉ PUEDE HACER UN EMBALSE EN AVENIDAS CON LA INFORMACIÓN DEL SAD?

Con el SAD podemos tener una estimación del caudal de entrada previsto, y tomar la decisión de **RETENER TODO EL CAUDAL QUE ENTRA, MINIMIZANDO LOS CAUDALES DE SALIDA**



Caudal entrada Yesa =  $350 \text{ m}^3/\text{s}$

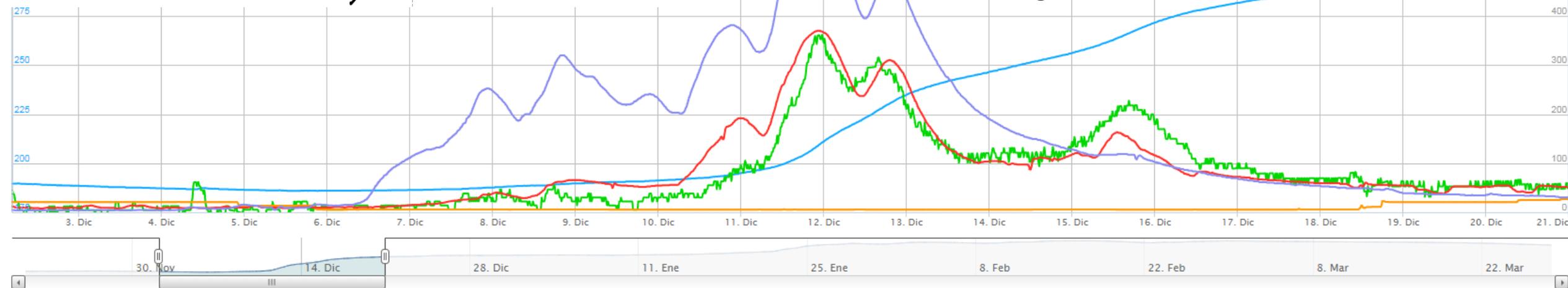
Caudal salida Yesa =  $5 \text{ m}^3/\text{s}$

Volumen Yesa pasa de  $190$  a  $300 \text{ hm}^3$

Caudal laminado por Yesa =  $345 \text{ m}^3/\text{s}$

Caudal Irati en Liedena =  $360 \text{ m}^3/\text{s}$

Caudal Arga Etxauri =  $625 \text{ m}^3/\text{s}$

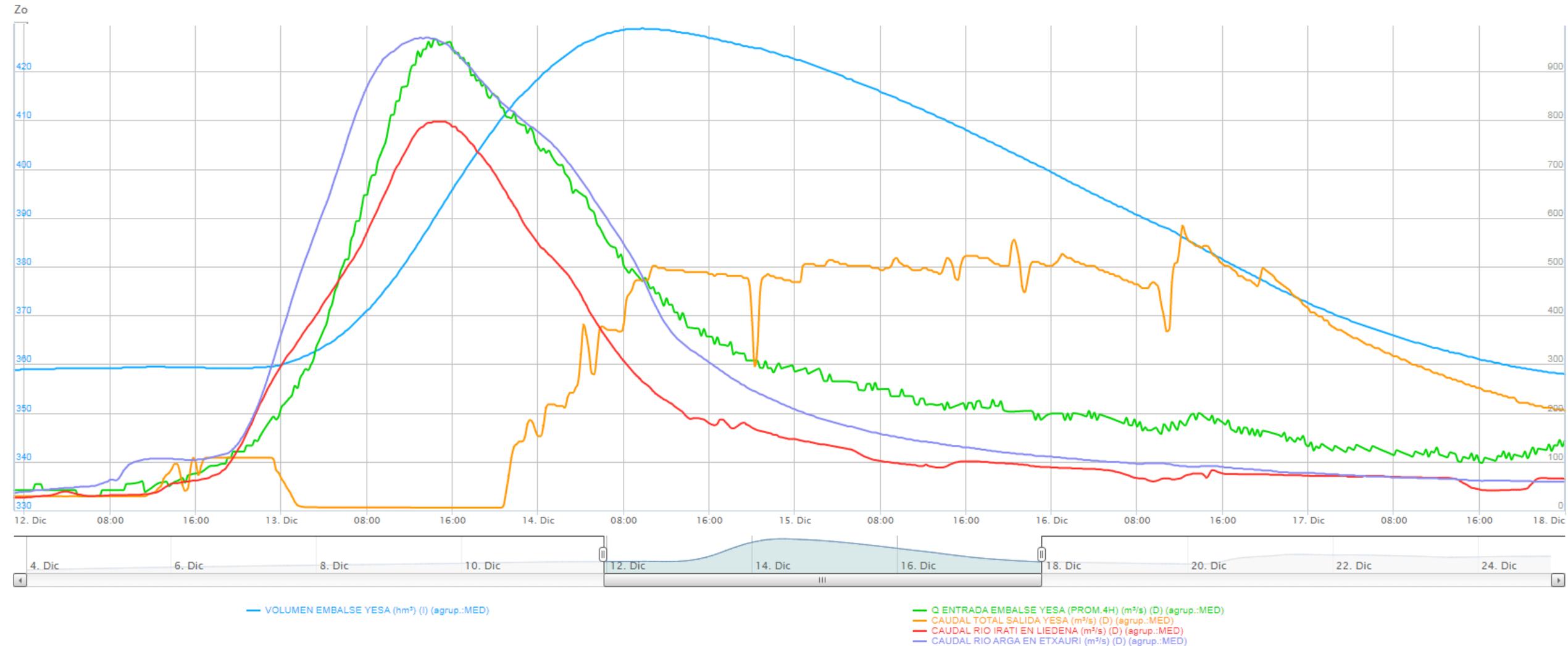


Episodio 12 diciembre de 2020

— Q ENTRADA EMBALSE YESA (PROM.4H) ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) (D) (agrup.:MED)  
— CAUDAL TOTAL SALIDA YESA ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) (D) (agrup.:MED)  
— CAUDAL RIO IRATI EN LIEDENA ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) (D) (agrup.:MED)  
— CAUDAL RIO ARGA EN ETXAURI ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) (D) (agrup.:MED)

# ¿QUÉ PUEDE HACER UN EMBALSE EN AVENIDAS CON LA INFORMACIÓN DEL SAD?

ADELANTAR AUMENTADO LOS CAUDALES DE SALIDA, ANTES DE QUE COMIENZE A LLOVER, PARA LUEGO CERRAR LA SALIDA DEL EMBALSE Y DEJAR PASAR LOS RÍOS QUE ESTÁN AGUAS ABAJO Y QUE NO ESTÁN REGULADOS



# COLABORACIÓN DE LA CHE CON PROTECCIONES CIVILES

SAIHEBRO activa evento cuando por OBSERVACIÓN O PREDICCIÓN SE SUPERAN UMBRALES en estaciones de aforo

SE EMITEN BOLETINES A PROTECCIONES CIVILES

Y

SE CONTACTA PERSONALMENTE CON LAS SALAS DE LOS 112

- LOS BOLETINES SE VAN ACTUALIZANDO SEGÚN VAN ENTRANDO NUEVAS ESTACIONES EN AVISO O HAY CAMBIOS EN LAS NUEVAS PREVISIONES METEOROLÓGICAS.
- SE PUEDE HACER UN SEGUIMIENTO DE LA EVOLUCIÓN EN NUESTRA PÁGINA WEB [www.saihebro.com](http://www.saihebro.com)
- SE PUEDE CONTACTAR CON NUESTROS TÉCNICOS DEL SAD

# COLABORACIÓN DE LA CHE CON LOS AYTOS NAVARROS



**NUNCA LLUEVE A GUSTO DE TODOS  
Y  
CUANDO NO LLUEVE, TAMPOCO ESTÁN TODOS A GUSTO**

**INVENTEMOS LA LLUVIA CON TALENTO**

**iii MIENTRAS LA LLUVIA SEA CAÓTICA  
NECESITAMOS  
SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA !!!**

José Adolfo Álvarez  
Confederación Hidrográfica del Ebro  
jaalvarez@chebro.es