

Presente y Futuro de las predicciones hidrológicas en la cuenca del Ebro

EL SISTEMA DE AYUDA A LA DECISIÓN DEL EBRO

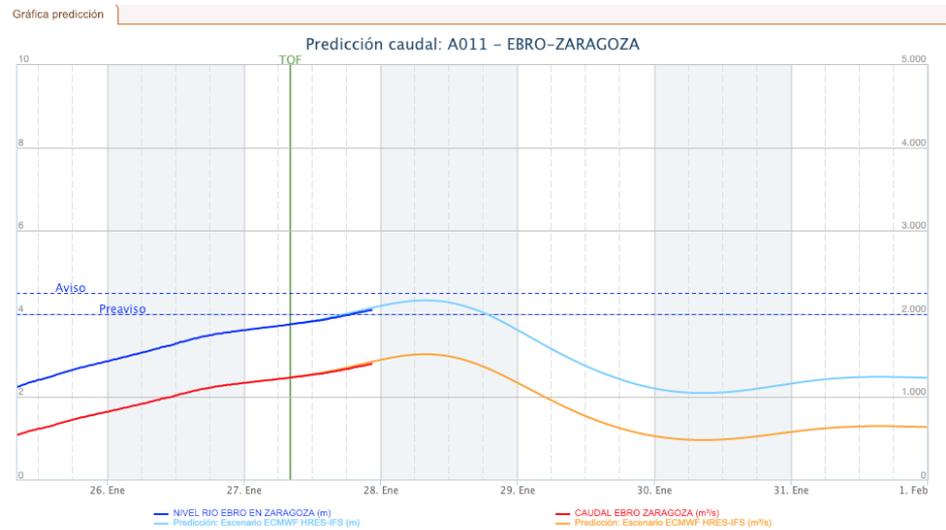
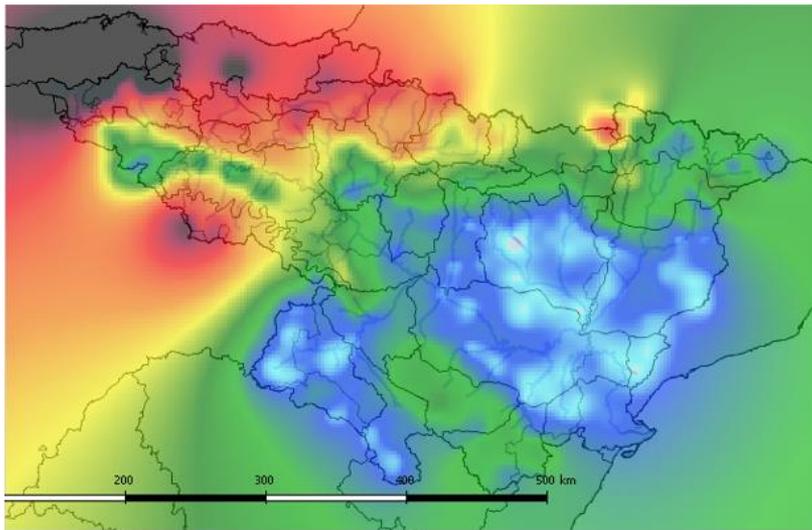
SMAGUA 2019

Zaragoza, 6 de febrero de 2019

José Adolfo Álvarez
Jefe de Servicio del SAIHEBRO
Confederación Hidrográfica del Ebro

Guillermo Pérez Dolset
Responsable de operación del SADEbro
UTE Ebro 2017

1. ¿QUÉ ES UNA PREDICCIÓN HIDROLÓGICA?
2. EL SISTEMA DE AYUDA A LA DECISIÓN DE LA CUENCA DEL EBRO (SADEBRO)
3. GESTIÓN DE EMBALSES EN EPISODIOS REALES (AVENIDA EBRO ABRIL 2018)
4. GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE DE LAS PREDICIONES HIDROLÓGICAS
5. PREDICIONES HIDROLÓGICAS CUENCA EBRO: SITUACIÓN ACTUAL Y RETOS FUTUROS
6. CONSEJOS PARA EL USO DE LAS PREDICIONES HIDROLÓGICAS





PREDICCIÓN
determinística

PROBABILÍSTICA

riesgo
UMBRALES
protección civil
AVISOS
peligro

SADEBRO

MODELIZACIÓN

meteorología

hidrología

1. ¿QUÉ ES UNA PREDICCIÓN HIDROLÓGICA?

1. TODOS ESTAMOS FAMILIARIZADOS CON LAS **PREDICCIONES METEOROLÓGICAS** Y ESTAMOS ACOSTUMBRADOS A CONSULTARLAS EN DIFERENTES MEDIOS
2. HOY EN DÍA TODAS SE BASAN EN **MODELOS METEOROLÓGICOS MATEMÁTICOS** QUE SIMULAN EL COMPORTAMIENTO DE LA ATMÓSFERA Y, PARTIENDO DE SU ESTADO ACTUAL, PREDICEN SU EVOLUCIÓN CON UN HORIZONTE DE VARIOS DÍAS
3. EN ESPAÑA LAS PREDICCIONES METEOROLÓGICAS OFICIALES LAS ELABORA LA **AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA (AEMET)**, AUNQUE HAY MULTITUD DE ENTES PÚBLICOS Y PRIVADOS, NACIONALES O EXTRANJEROS, QUE PRODUCEN Y SIRVEN SUS PROPIAS PREDICCIONES

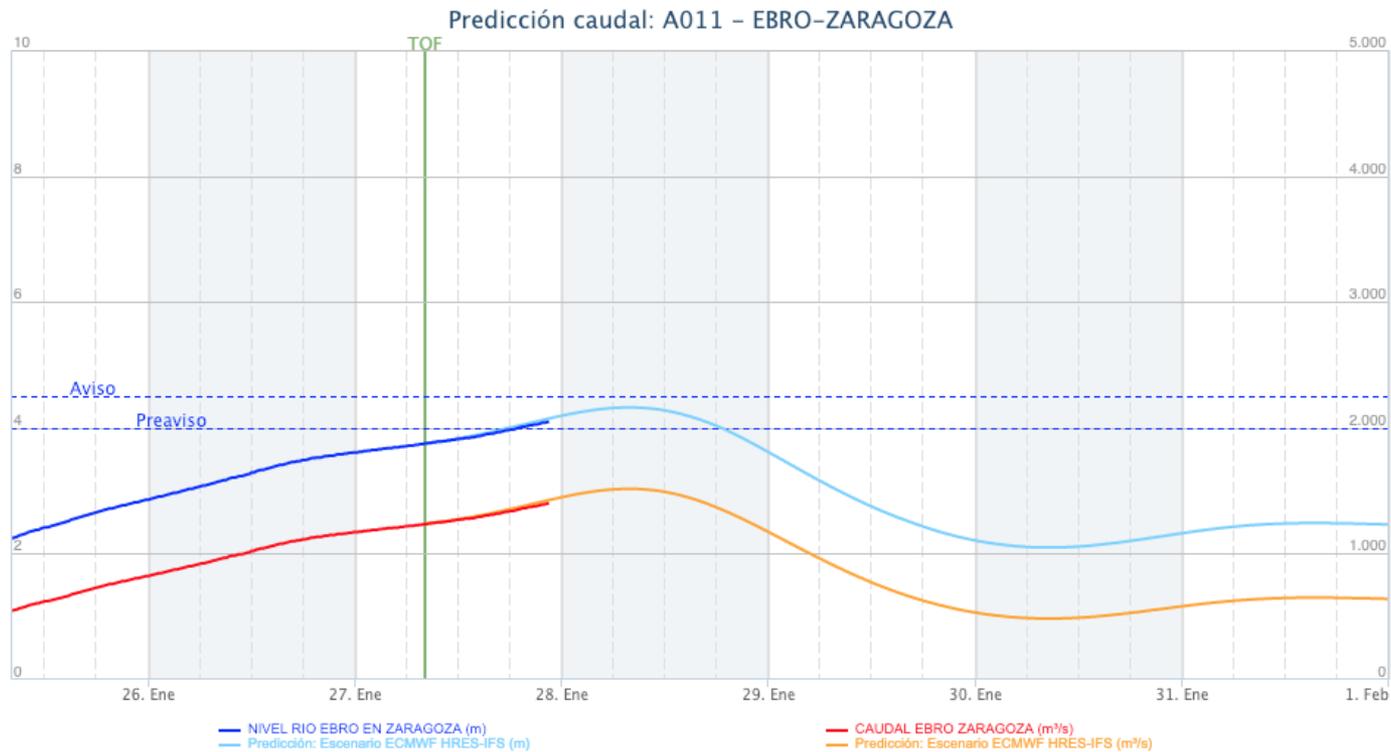


jue 31	vie 01		sáb 02		dom 03	lun 04	mar 05	mié 06
18-24 h 14°C	00-06 h 11°C	06-12 h 14°C	12-18 h 10°C	18-24 h 6°C	00-12 h	12-24 h	00-12 h	12-24 h
Probabilidad de precipitación								
55%	80%	0%	45%	25%	80%	65%	15%	0%
Cota de nieve a nivel de provincia (m)								
1900	1600	1100		800	700	400	300	1500
Temperatura mínima y máxima (°C)								
5 / 17		6 / 15		4 / 10		3 / 9		2 / 14
Dirección y velocidad del viento (km/h)								
SE 10	SO 10	SO 15	O 30	O 15	NO 40	NO 30	NO 30	O 10
Índice ultravioleta máximo								
2		1		1		2		2
Avisos: Ribera del Ebro de Zaragoza								
●		●		●				

1. ¿QUÉ ES UNA PREDICCIÓN HIDROLÓGICA?

4. UNA **PREDICCIÓN HIDROLÓGICA** INTENTA PREDECIR LA **EVOLUCIÓN DE LOS NIVELES Y/O CAUDALES** A LO LARGO DE LOS DISTINTOS TRAMOS FLUVIALES DE UNA CUENCA

Gráfica predicción



1. ¿QUÉ ES UNA PREDICCIÓN HIDROLÓGICA?

5. AL IGUAL QUE LAS PREDICCIONES METEOROLÓGICAS, LAS PREDICCIONES HIDROLÓGICAS SE BASAN EN **MODELOS MATEMÁTICOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS** QUE SIMULAN EL CICLO HIDROLÓGICO DEL AGUA SOBRE UNA CUENCA. PARA ELLO SE PRECISA CONOCER EL ESTADO ACTUAL DE LA CUENCA (PRECIPITACIONES Y CAUDALES) Y LAS PREDICCIONES METEOROLÓGICAS PARA LOS PRÓXIMOS DÍAS. **BÁSICAMENTE CONVIERTEN PRECIPITACIONES EN CAUDALES**

6. SALVO LAS PERSONAS QUE ESTÁN MUY RELACIONADAS CON LOS RÍOS (GESTORES DEL AGUA O INFRAESTRUCTURAS FLUVIALES, PRODUCTORES HIDROELÉCTRICOS, SERVICIOS DE PROTECCIÓN CIVIL) EL RESTO DE **LA POBLACIÓN NO ESTÁ FAMILIARIZADA** CON ESTE TIPO DE PREDICCIONES, NO ES CONOCEDORA DE QUE EXISTEN O NO SABE INTERPRETARLAS CUANDO TIENE QUE CONSULTARLAS (AVENIDAS)

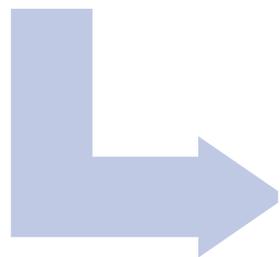
7. EN ESPAÑA LAS PREDICCIONES HIDROLÓGICAS OFICIALES LAS ELABORAN LAS **CONFEDERACIONES HIDROGRÁFICAS**, QUE SON LOS ORGANISMOS ENCARGADOS DE LA GESTIÓN DE LAS AGUAS DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS. A DÍA DE HOY **SÓLO LA C.H. EBRO PUBLICA PREDICCIONES HIDROLÓGICAS**. NO EXISTEN OTROS ENTES PÚBLICOS O PRIVADOS QUE PUBLIQUEN PREDICCIONES HIDROLÓGICAS PARA LA CUENCA DEL EBRO

1. ¿POR QUÉ SE ELABORAN PREDICCIONES HIDROLÓGICAS EN LA CUENCA DEL EBRO?

1. POR LA VISIÓN DE FUTURO DE UN GRUPO DE FUNCIONARIOS CON GANAS DE **MODERNIZAR Y MEJORAR LA GESTIÓN DEL AGUA**
2. PORQUE SI LA METEOROLOGÍA HACE AVANCES EN LA PREDICCIÓN METEOROLÓGICA Y LA PRECIPITACIÓN ES EL RECURSO QUE TIENEN QUE GESTIONAR LAS CONFEDERACIONES, POR QUÉ NO VAMOS A **SER CAPACES DE HACER TAMBIÉN PREDICCIONES HIDROLÓGICAS**
3. PORQUE NOS AYUDAN A **MEJORAR LA GESTIÓN DE LAS PRESAS** Y DE LOS RECURSOS DISPONIBLES, SOBRE TODO PENSANDO EN LOS EPISODIOS DE RIADAS
4. PORQUE PODEMOS **ADELANTAR LOS AVISOS, EN UN EVENTO DE AVENIDA CON INUNDACIONES**, A LOS ORGANISMOS DE PROTECCIÓN CIVIL Y AL PÚBLICO EN GENERAL
5. A FINALES DE 2002 SE IMPLEMENTA LA PRIMERA VERSIÓN DEL **SISTEMA DE AYUDA A LA DECISIÓN**, HOY CONOCIDO COMO **SADEBRO**, QUE ES EL SISTEMA ENCARGADO DE ELABORAR LAS PREDICCIONES HIDROLÓGICAS. EN EL AÑO 2005 COMIENZAN A HACERSE PÚBLICAS EN LA WEB www.saihebro.com

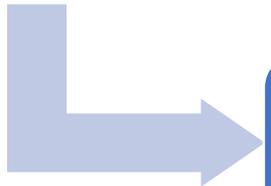
1970-2000
LAS PRIMERAS
PREDICCIONES
CASTEJÓN- ZARAGOZA

- Se apoyaban en la información que cada observador mandaba por telegrama al Área de Hidrología y Cauces y en la experiencia de los técnicos de la Comisaría de Aguas.



1997
SAIHEBRO

- Se empieza a recibir de forma continua información en tiempo real de lo que esta pasando a nivel meteorológico y hidrológico



2003
SADEBRO

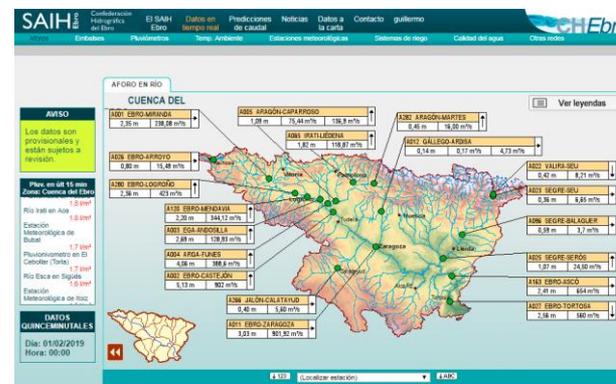
- El sistema SAD nos permite facilitar información de los caudales previstos en las próximas 72 horas en todas las estaciones de aforo

1. EL SAIH DEL EBRO

EL SISTEMA AUTOMÁTICO DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA (**SAIHEBRO**) ESTA CONFORMADO POR UNA RED DE **1000 ESTACIONES** AUTOMÁTICAS DISTRIBUIDAS POR LA CUENCA DEL EBRO QUE ENVÍAN MÁS DE **10000 DATOS, CADA 15 MINUTOS**, AL CENTRO DE CONTROL UBICADO EN LAS OFICINAS DE LA CHE EN ZARAGOZA.

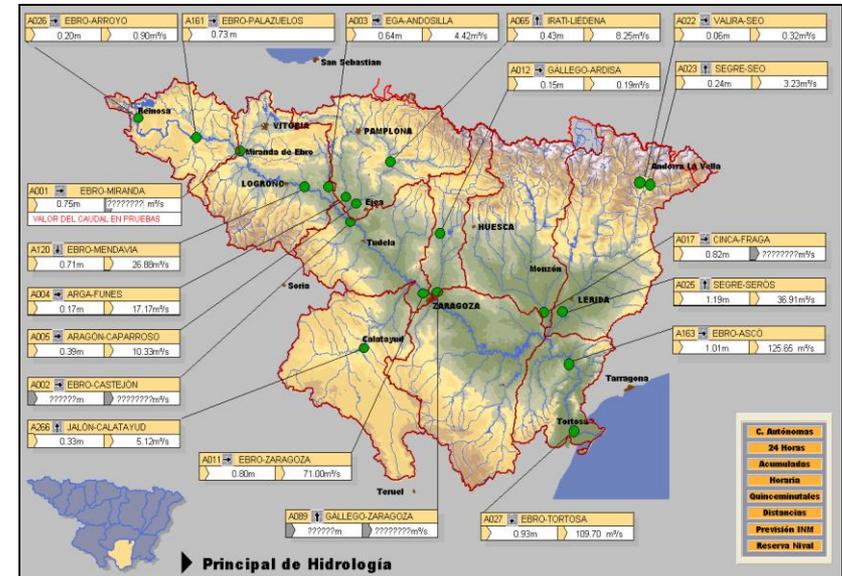
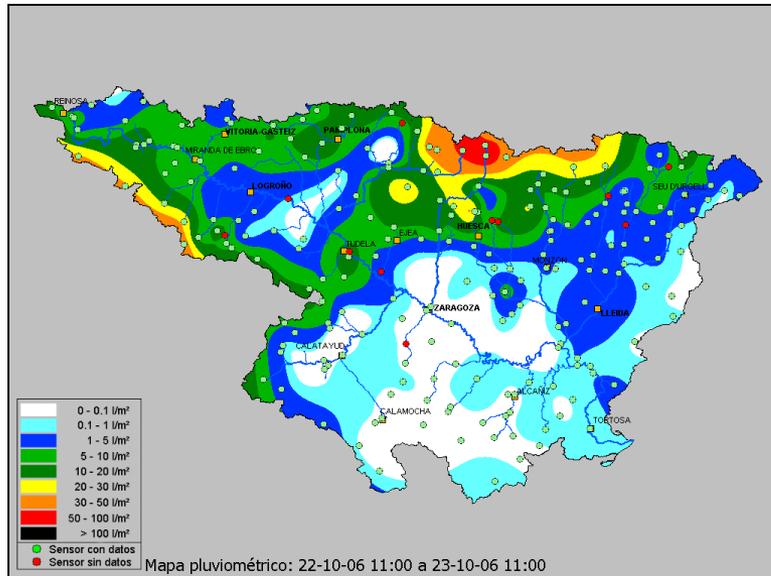
LA RED ESTÁ DISEÑADA PARA **“VIGILAR”** AL EBRO Y RESULTA FUNDAMENTAL PARA GESTIONAR LA CUENCA DEL EBRO Y SUS INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS (EMBALSES, CANALES...), TANTO EN SITUACIONES DE AVENIDA, COMO EN SITUACIONES DE ESCASEZ DEL RECURSO. POR ESTE MOTIVO EL CENTRO DE CONTROL OPERA **24 HORAS AL DÍA, 365 DÍAS AL AÑO**.

- PLUVIÓMETROS (350)
- TERMÓMETROS (200)
- AFOROS EN RÍO (250)
- AFOROS EN CANAL (300)
- EMBALSES (85)
- CENTRALES HIDROELÉCTRICAS (65)
- ESTACIONES METEOROLÓGICAS (45)
- TELENIVÓMETROS (15)



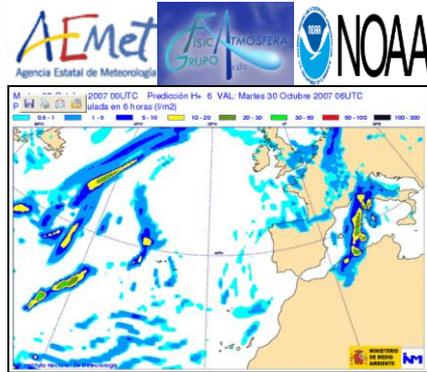
www.saihebro.com

LA RED SAIH NOS PERMITE CONOCER, **EN TIEMPO REAL**, CUAL ES EL ESTADO HIDROMETEOROLÓGICO ACTUAL DE LA CUENCA E INCLUSO PERMITE **CIERTA CAPACIDAD DE PREDICCIÓN**



La experiencia en el uso del SAIH pone de manifiesto la necesidad de completarlo con un **SISTEMA DE AYUDA A LA DECISIÓN (SAD)** que proporcione información de la **RESPUESTA HIDROLÓGICA FUTURA** de la cuenca ante un **FENÓMENO METEOROLÓGICO ADVERSO PREVISTO**

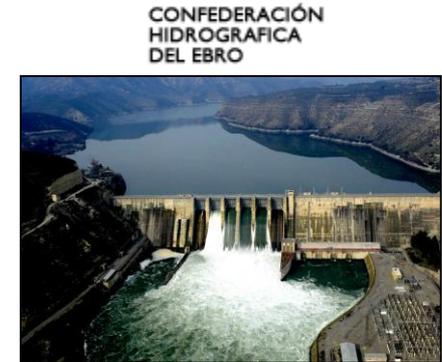
2. SISTEMA DE MODELIZACIÓN DE LA CUENCA DEL EBRO (SADEBRO)



Previsiones meteorológicas modelos HARMONIE, WRF, GFS, IFS...



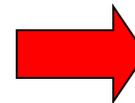
Datos hidrológicos en tiempo real



Maniobras de vertido previstas en embalses



SISTEMA DE MODELIZACIÓN SADEBRO

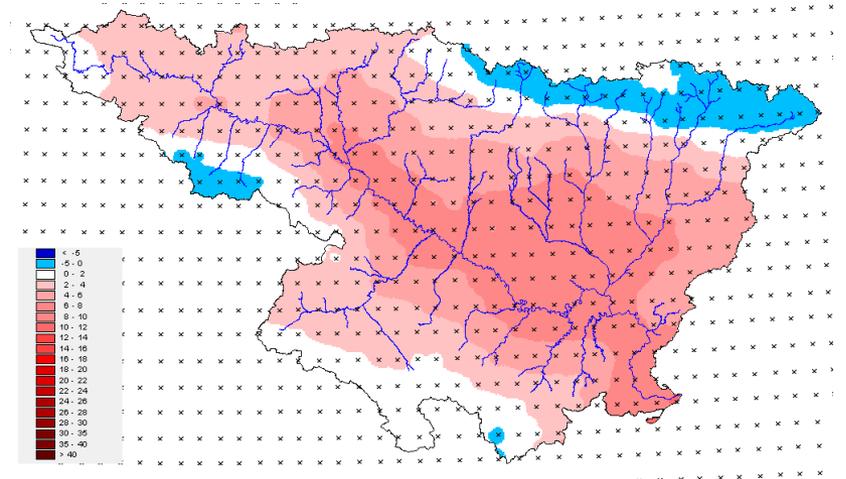
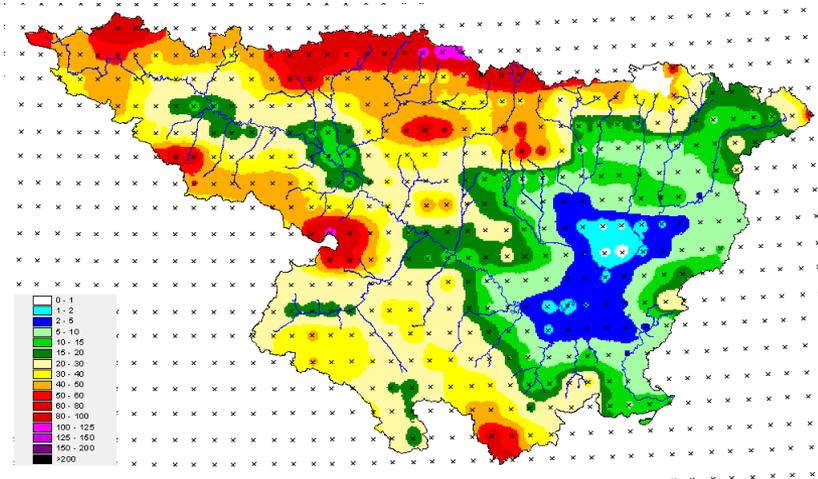
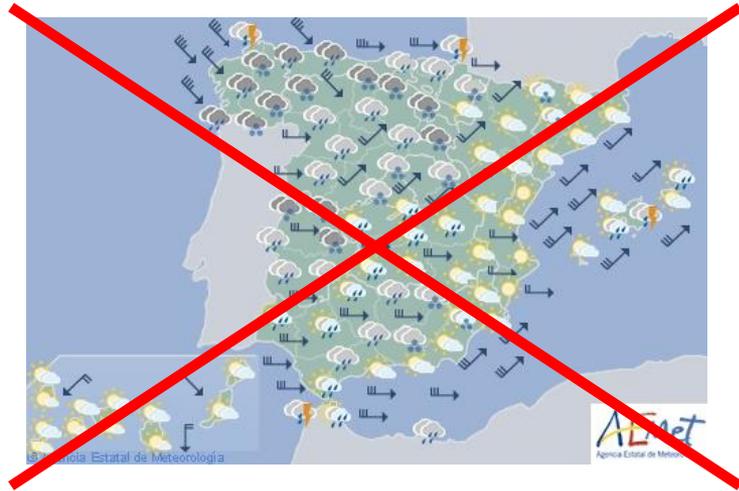


Caudales previstos
www.saihebro.com

2. EL SISTEMA DE AYUDA A LA DECISIÓN DE LA CUENCA DEL EBRO (SADEBRO)

PREDICCIONES METEOROLÓGICAS

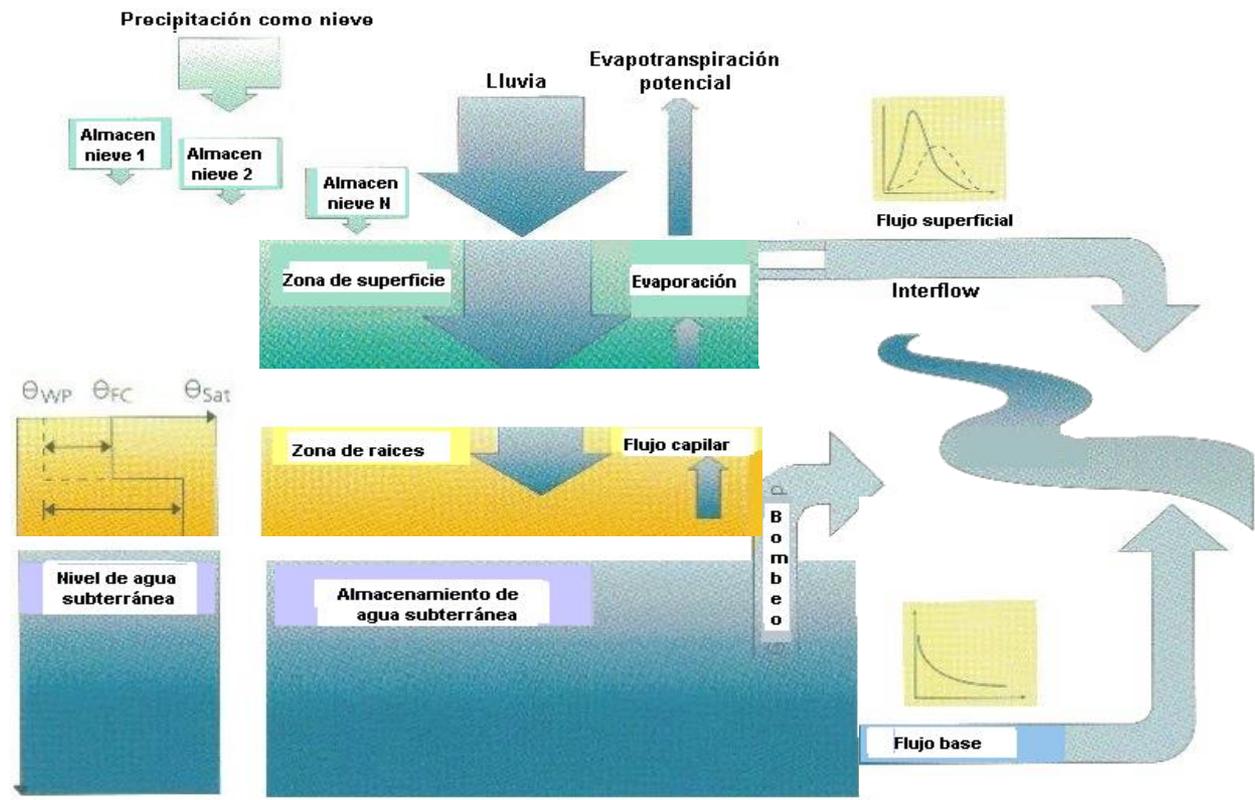
DEBEN SER PREDICCIONES NUMÉRICAS DE TIPO RÁSTER: **UN RÁSTER DE PRECIPITACIONES Y UN RÁSTER DE TEMPERATURAS** GENERADOS POR MODELOS METEOROLÓGICOS. LA RESOLUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL Y EL HORIZONTE DE LA PREDICCIÓN METEOROLÓGICA PUEDE VARIAR SEGÚN LOS MODELOS.



2. EL SISTEMA DE AYUDA A LA DECISIÓN DE LA CUENCA DEL EBRO (SADEBRO)

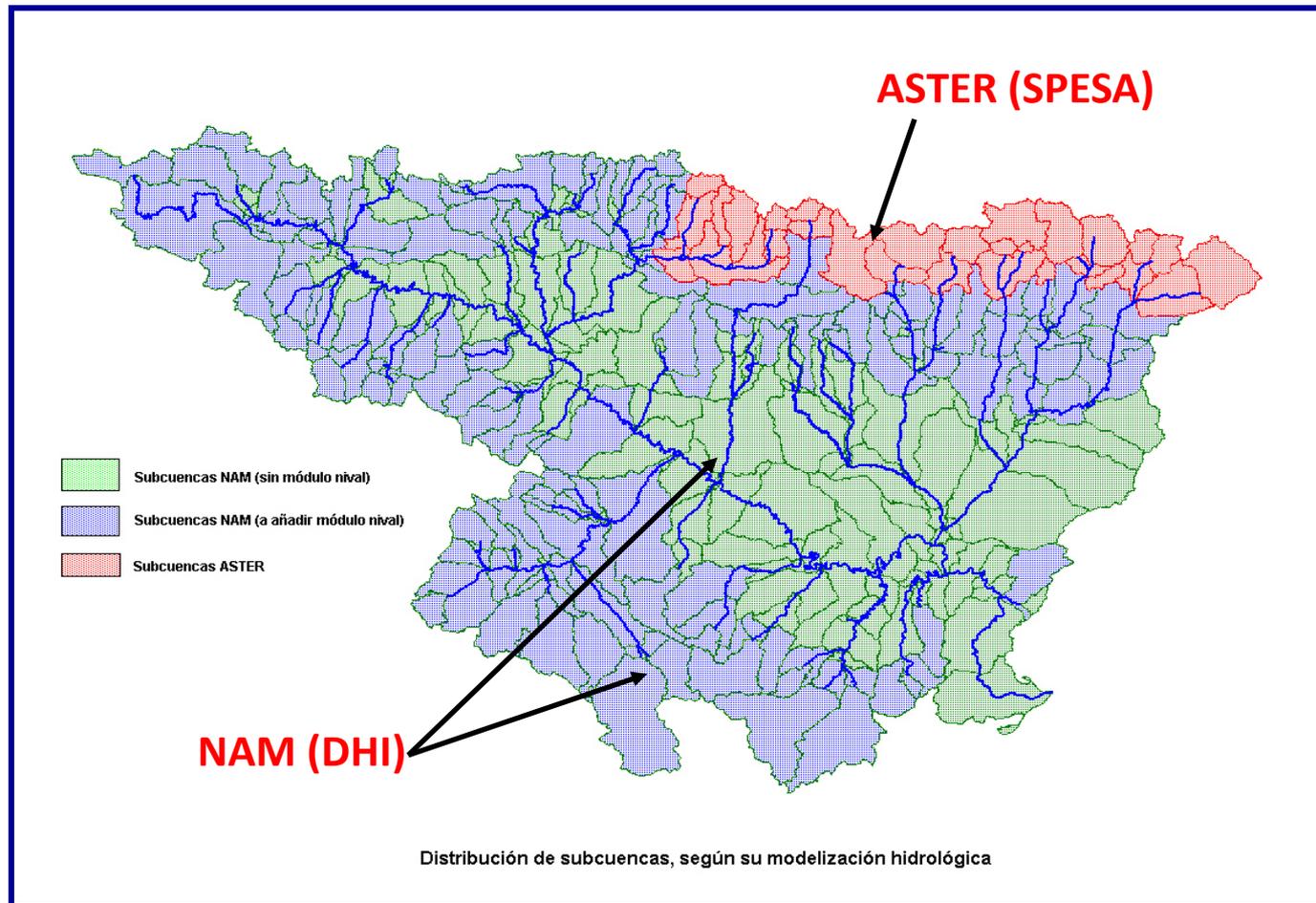
Modelización Hidrológica: PRECIPITACIÓN > ESCORRENTÍA

IMPORTANTE: CALIBRACIÓN DEL MODELO



2. EL SISTEMA DE AYUDA A LA DECISIÓN DE LA CUENCA DEL EBRO (SADEBRO)

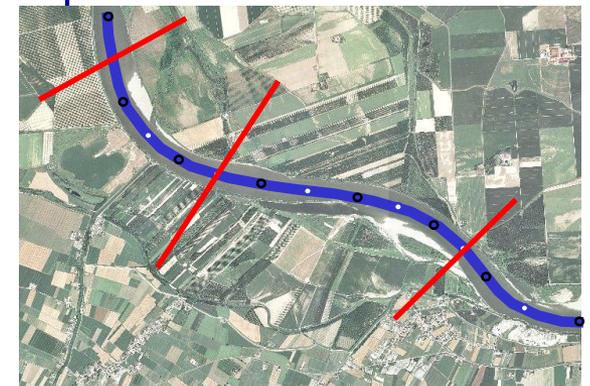
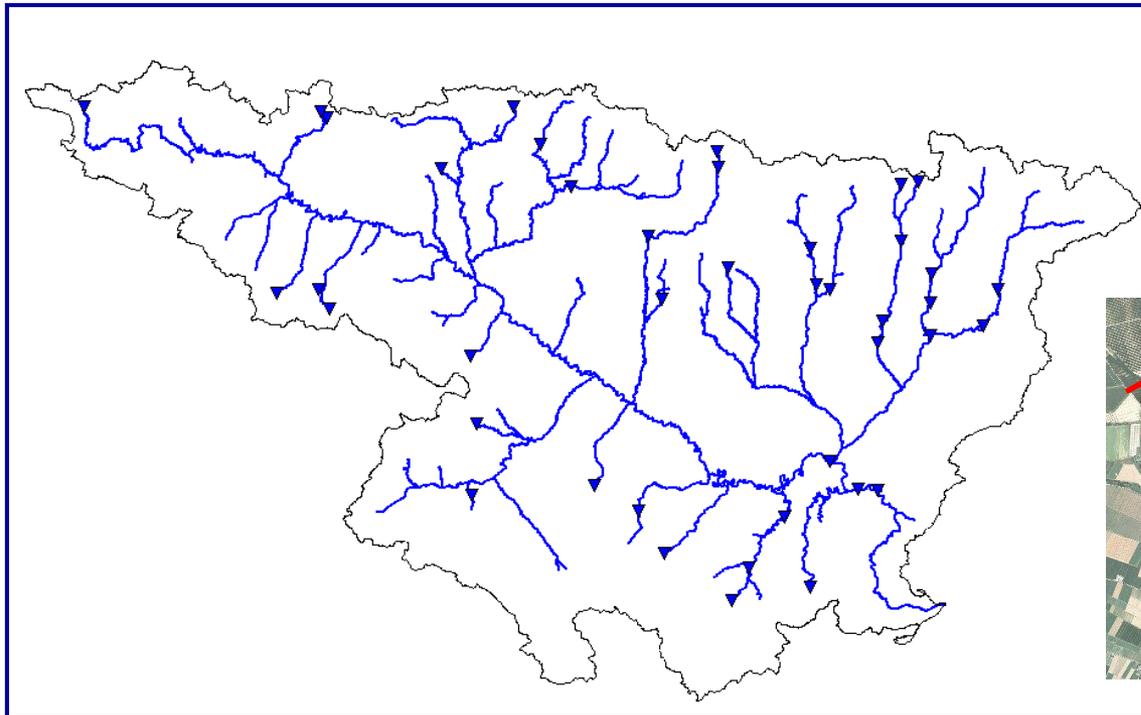
Modelización Hidrológica: **MODELO EN CONTINUO** DESDE 1997



2. EL SISTEMA DE AYUDA A LA DECISIÓN DE LA CUENCA DEL EBRO (SADEBRO)

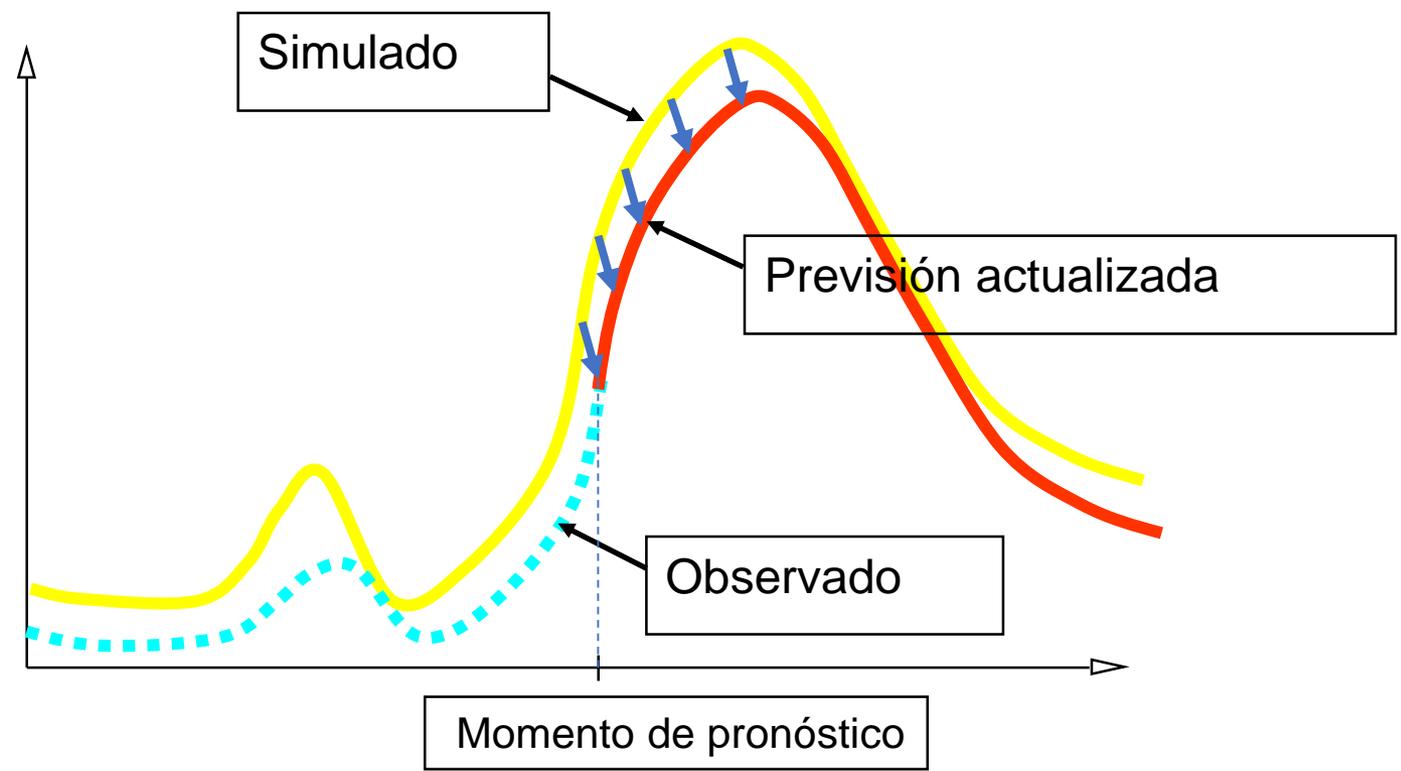
Modelización Hidráulica: **TRANSMITE LAS ESCORRENTÍAS** DE LAS SUBCUENCAS

- **5000 km** DE RÍO MODELIZADOS
- **MIKE11 (DHI) 1D** Y **MUSKINGUM**
- MUY IMPORTANTE: **CALIBRACIÓN DEL MODELO**



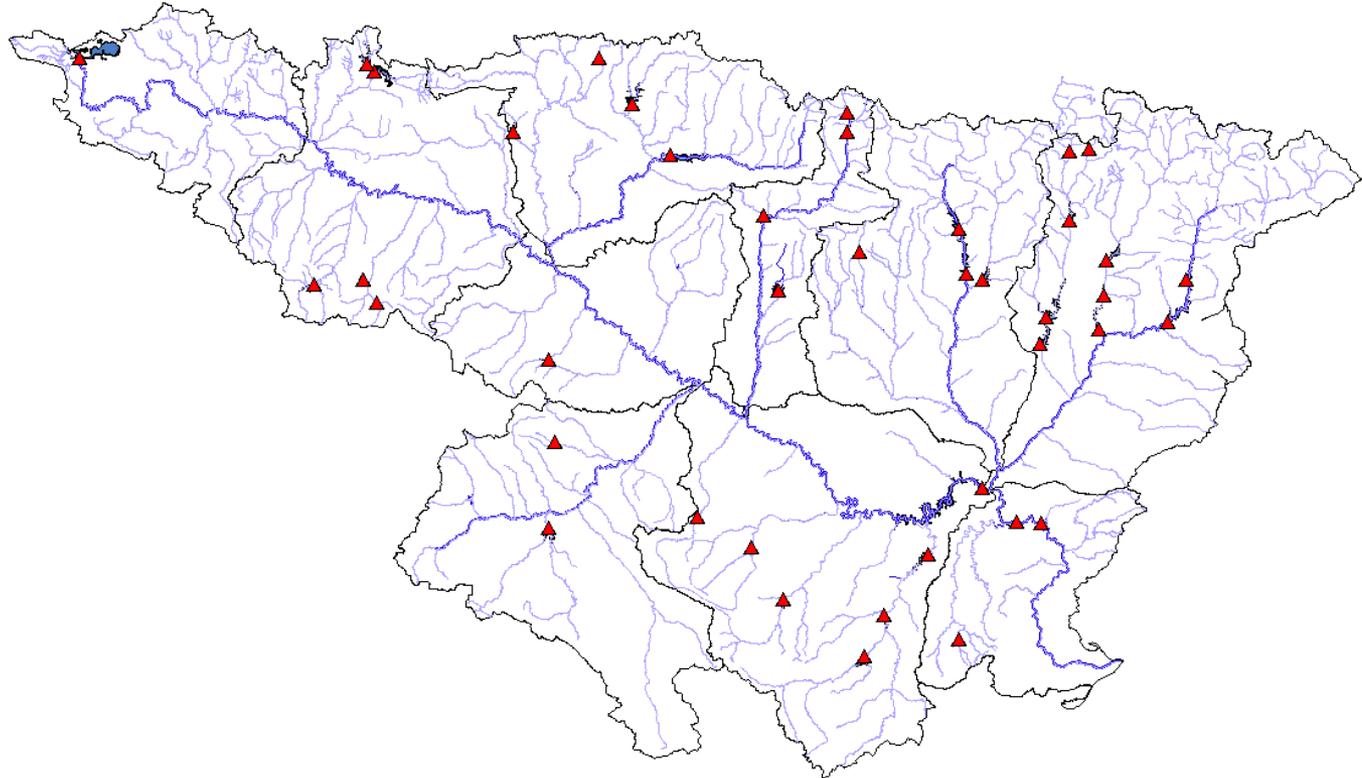
2. EL SISTEMA DE AYUDA A LA DECISIÓN DE LA CUENCA DEL EBRO (SADEBRO)

Modelización Hidráulica: HERRAMIENTA DE **CORRECCIÓN DEL CAUDAL** SIMULADO A PARTIR DEL CAUDAL OBSERVADO



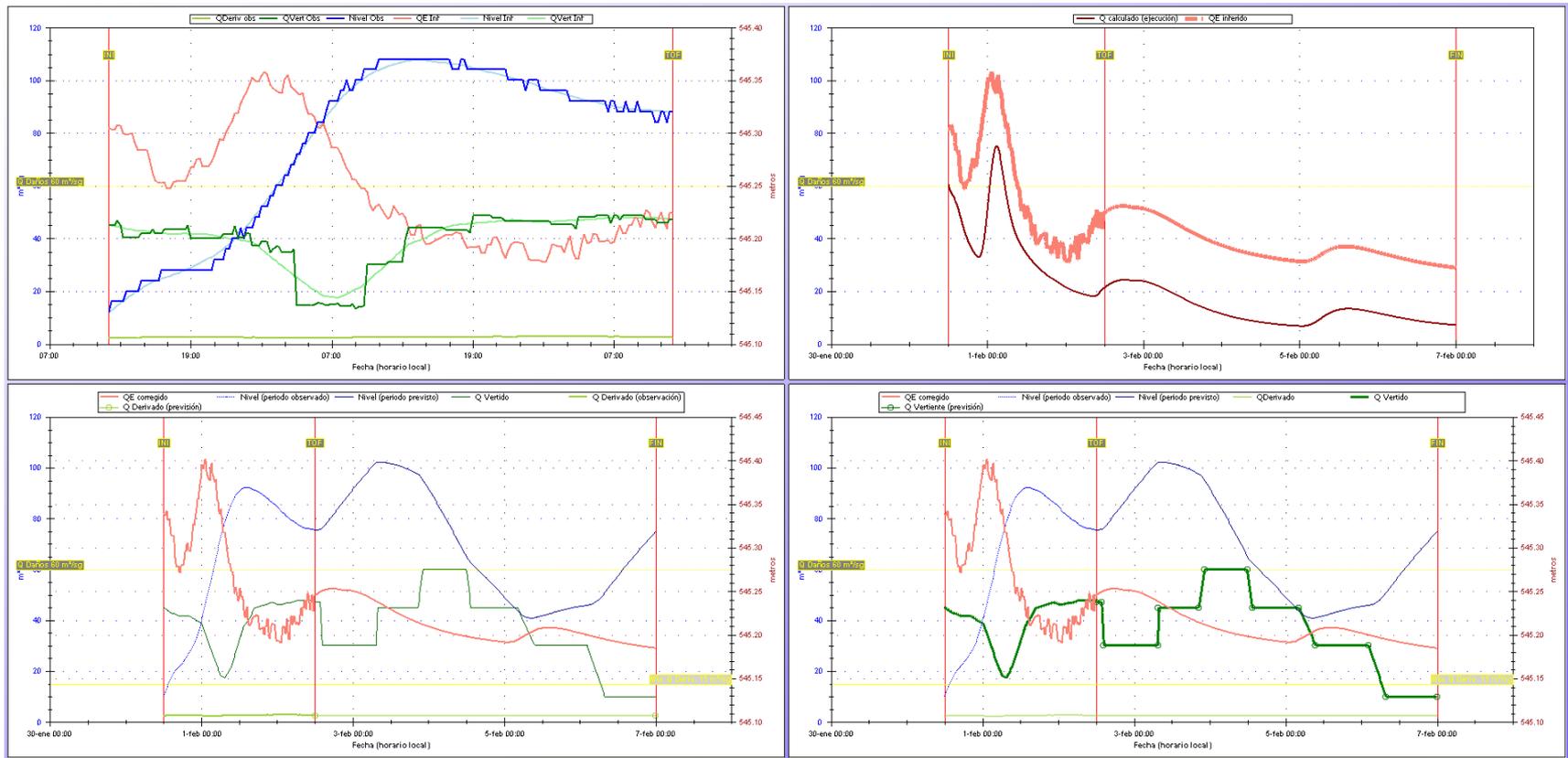
2. EL SISTEMA DE AYUDA A LA DECISIÓN DE LA CUENCA DEL EBRO (SADEBRO)

Modelización de Embalses: SIMULACIÓN DE LAS MANIOBRAS DE EXPLOTACIÓN DE LOS **41 EMBALSES PRINCIPALES**



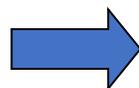
2. EL SISTEMA DE AYUDA A LA DECISIÓN DE LA CUENCA DEL EBRO (SADEBRO)

Modelización de Embalses: SIMULACIÓN DE LAS MANIOBRAS DE EXPLOTACIÓN DE LOS **41 EMBALSES PRINCIPALES**

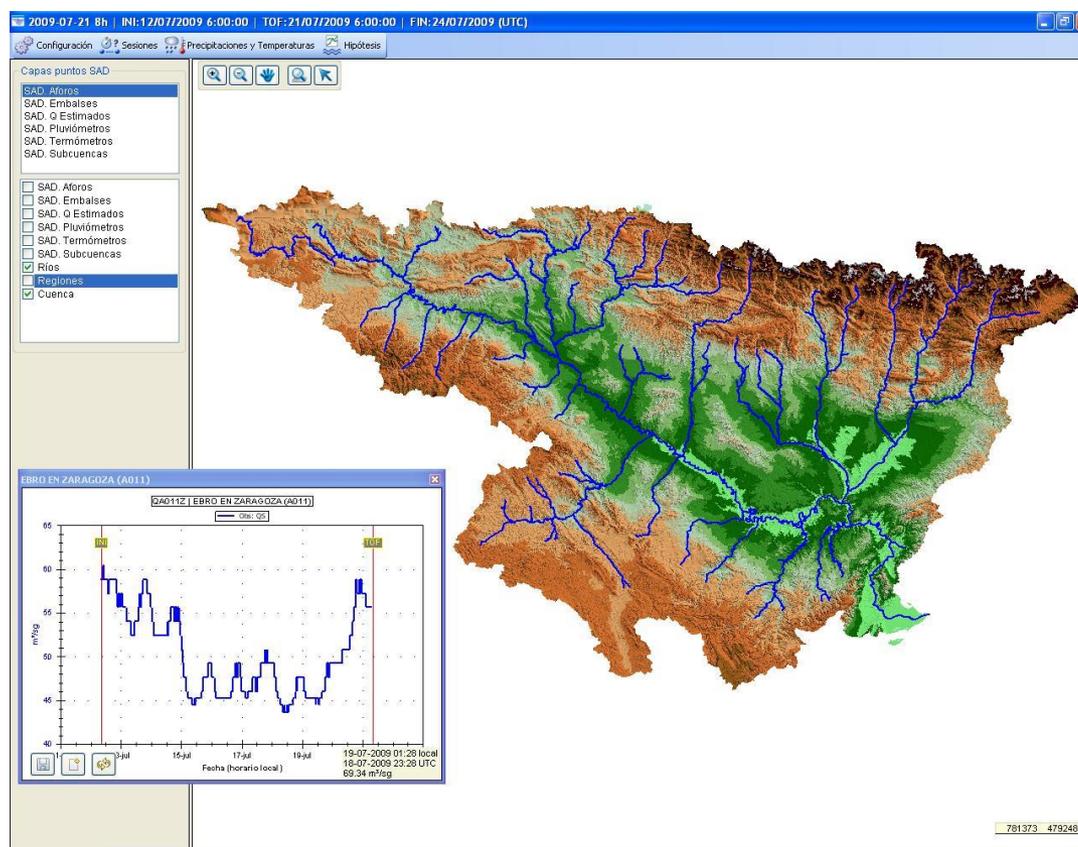


2. EL SISTEMA DE AYUDA A LA DECISIÓN DE LA CUENCA DEL EBRO (SADEBRO)

Entorno de trabajo del simulador principal:



DESARROLLO ESPECÍFICO PARA LA CHE SOBRE SOFTWARE OPENGIS Y GOBERNADO POR UNA BASE DE DATOS MySQL (INCLAM S.A.)



2. EL SISTEMA DE AYUDA A LA DECISIÓN DE LA CUENCA DEL EBRO (SADEBRO)

RESULTADOS DEL SADEBRO

MANIOBRAS DE VERTIDO ÓPTIMAS PARA LOS EMBALSES PRINCIPALES DE LA CUENCA EN FUNCIÓN DE DOS PREMISAS PRINCIPALES:

1. GARANTIZAR LA **SEGURIDAD DE LA PRESA**
2. **MINIMIZAR LOS CAUDALES FLUYENTES** AGUAS ABAJO DEL EMBALSE



2. EL SISTEMA DE AYUDA A LA DECISIÓN DE LA CUENCA DEL EBRO (SADEBRO)

RESULTADOS DEL SADEBRO

CAUDALES PREVISTOS EN ESTACIONES DE AFORO: www.saihebro.com
 ACOMPAÑADOS DE UN **TEXTO DESCRIPTIVO** DE LA SITUACIÓN
 HIDROMETEOROLÓGICA ACTUAL Y FUTURA

SAIH Ebro Confederación Hidrográfica del Ebro

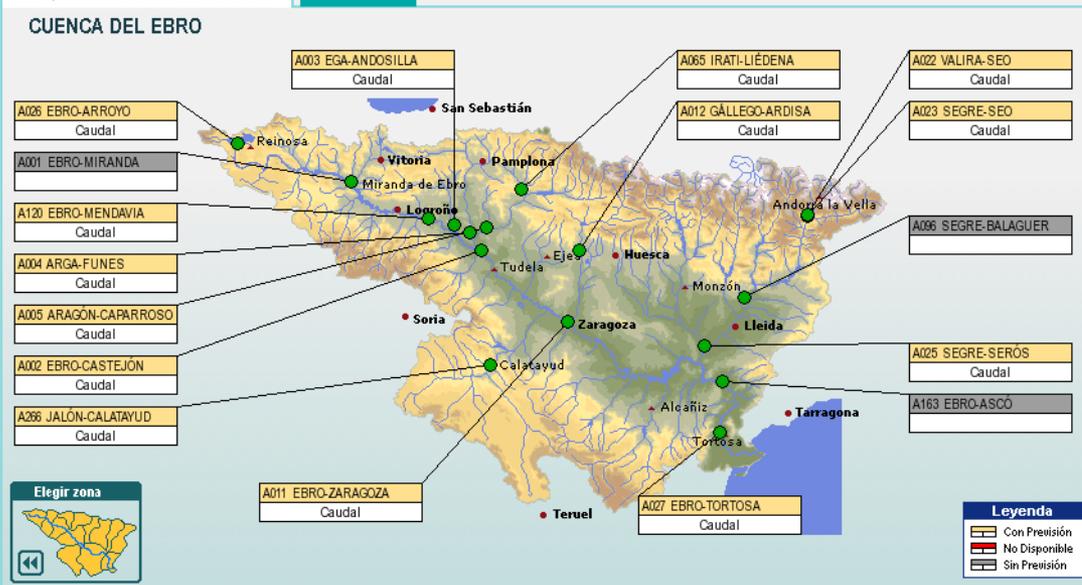
[El SAIH Ebro](#)
[Tiempo real](#)
[Previsiones](#)
[Informes](#)
[Noticias](#)
[Datos históricos](#)
[Contacto](#)
[Usuarios](#)

Principales estaciones con PREVISIONES
Comentarios

CUENCA DEL EBRO

AVISO

Los datos son provisionales y están sujetos a revisión.



A003 EGA-ANDOSILLA	Caudal
A065 IRATI-LIÉDENA	Caudal
A022 VALIRA-SEO	Caudal
A025 EBRRO-ARROYO	Caudal
A012 GÁLLEGO-ARDISA	Caudal
A023 SEGRE-SEO	Caudal
A001 EBRRO-MIRANDA	Caudal
A0120 EBRRO-MENDAVIA	Caudal
A004 ARGA-FUNES	Caudal
A005 ARAGÓN-CAPARROSO	Caudal
A002 EBRRO-CASTEJÓN	Caudal
A096 SEGRE-BALAGUER	
A266 JALÓN-CALATAYUD	Caudal
A011 EBRRO-ZARAGOZA	Caudal
A025 SEGRE-SEROS	Caudal
A027 EBRRO-TORTOSA	Caudal
A163 EBRRO-ASCÓ	

Elegir zona

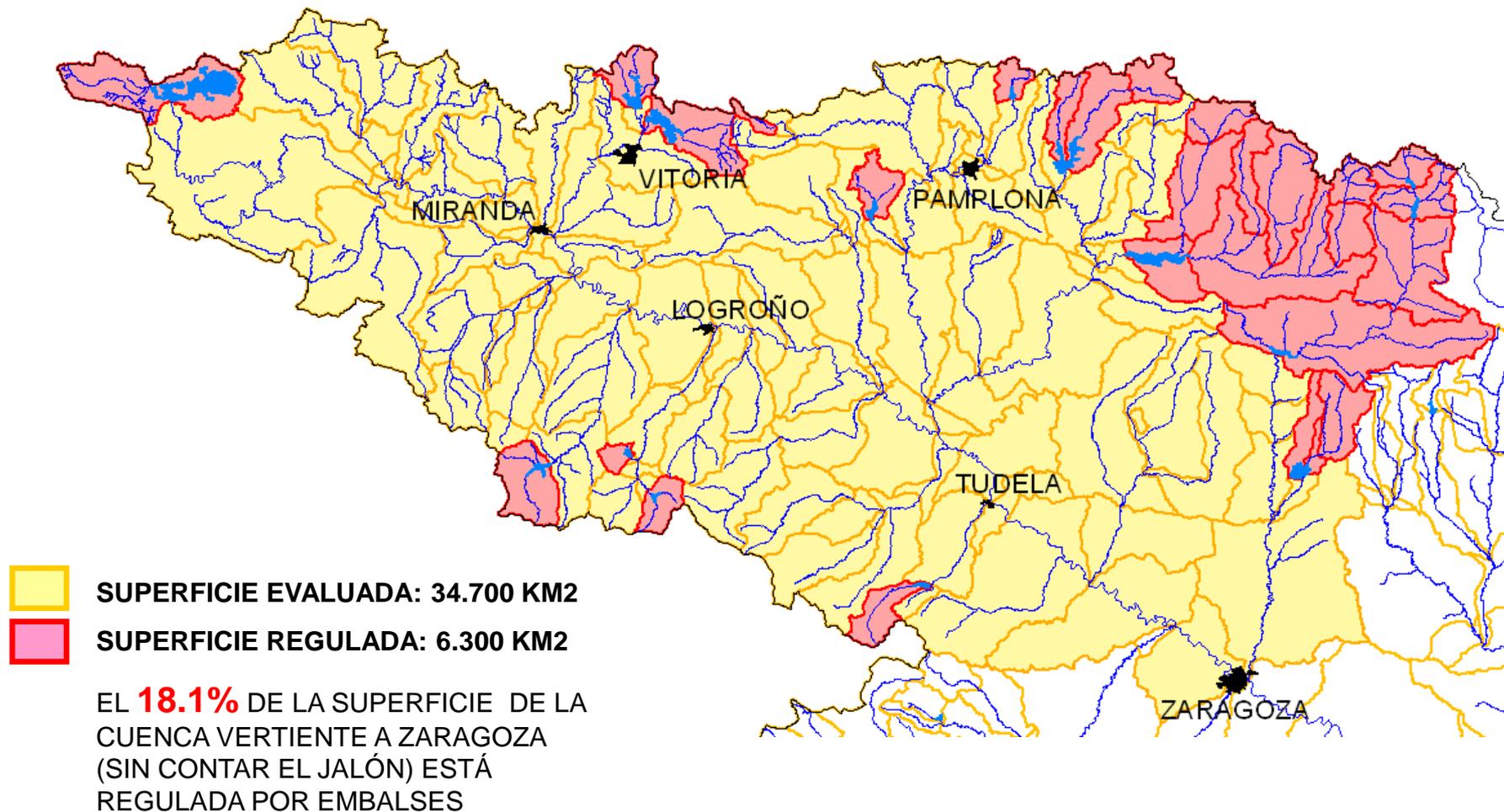


Legenda

- Con Previsión
- No Disponible
- Sin Previsión

PREVISIÓN REALIZADA EL: 23/09/2009 08:00 VALIDEZ HASTA EL: 26/09/2009 02:00

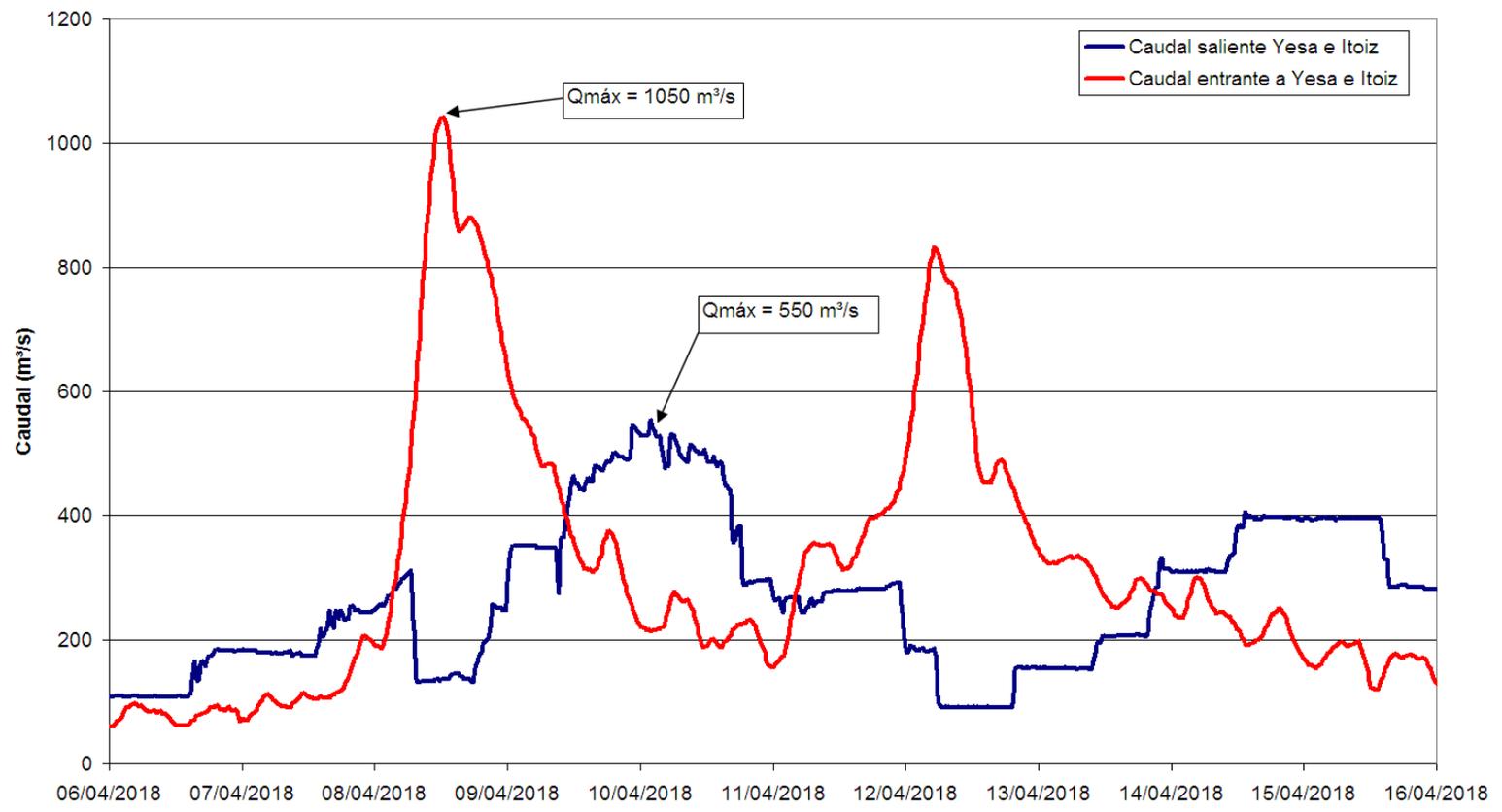
3. GESTIÓN DE EMBALSES EN EPISODIOS REALES (AVENIDA EBRO ABRIL 2018)



3. GESTIÓN DE EMBALSES EN EPISODIOS REALES (AVENIDA EBRO ABRIL 2018)

SAIH Ebro Confederación Hidrográfica del Ebro

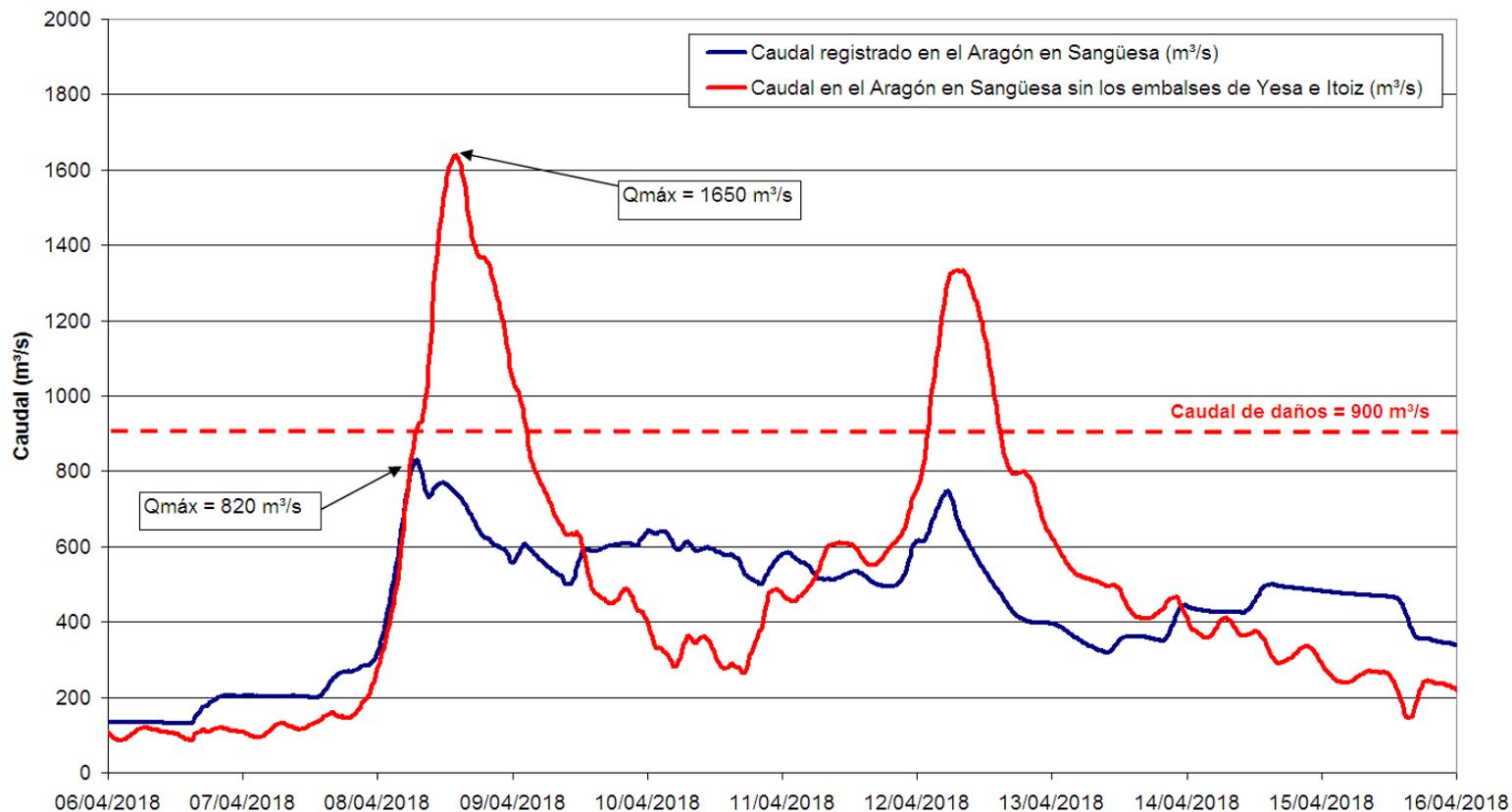
Caudal entrante y saliente de Yesa e Itoiz (analizados conjuntamente)



3. GESTIÓN DE EMBALSES EN EPISODIOS REALES (AVENIDA EBRO ABRIL 2018)

SAIH Ebro Confederación Hidrográfica del Ebro

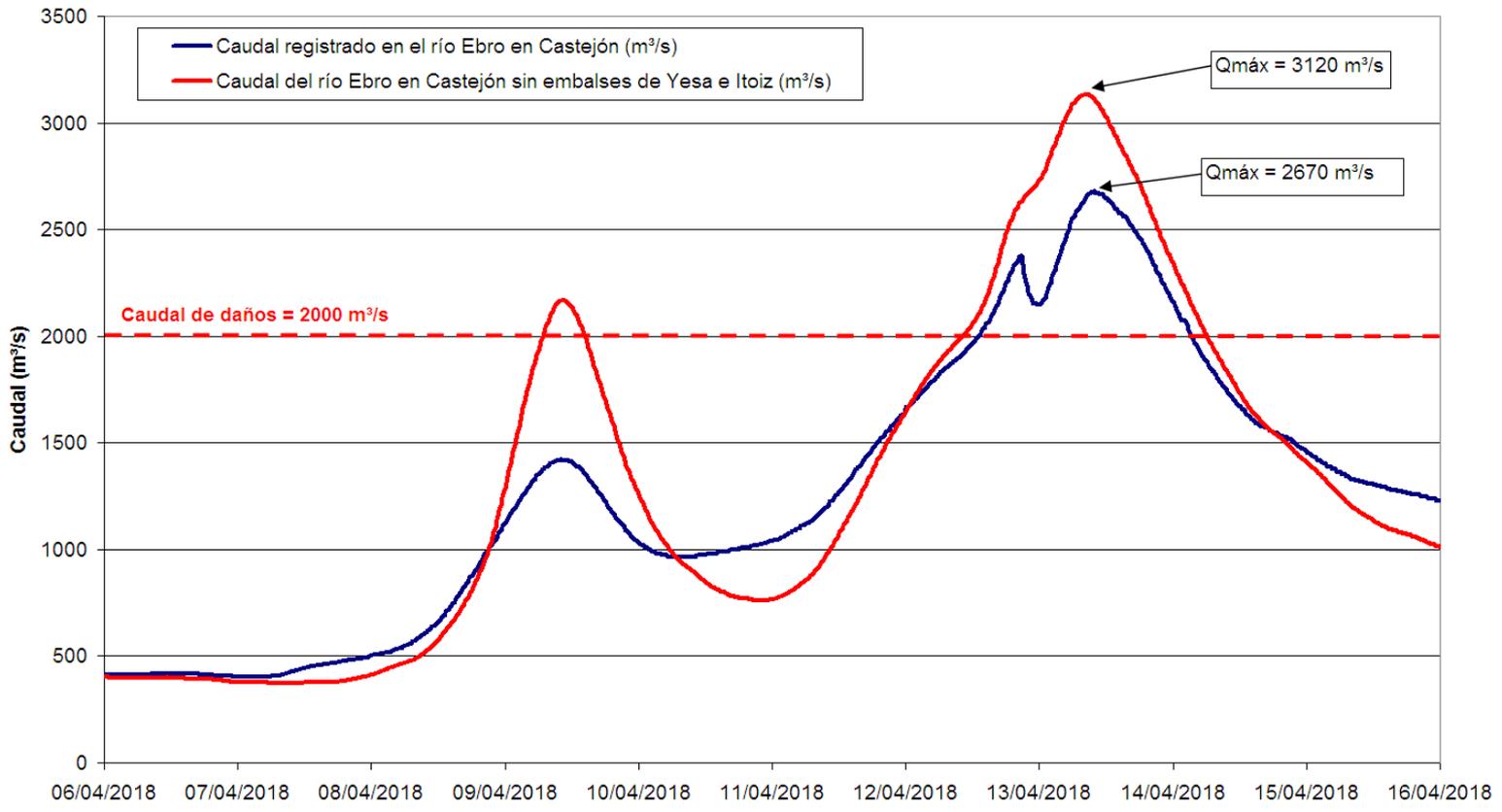
Caudal del Aragón en Sangüesa con embalses y sin embalses de Yesa e Itoiz



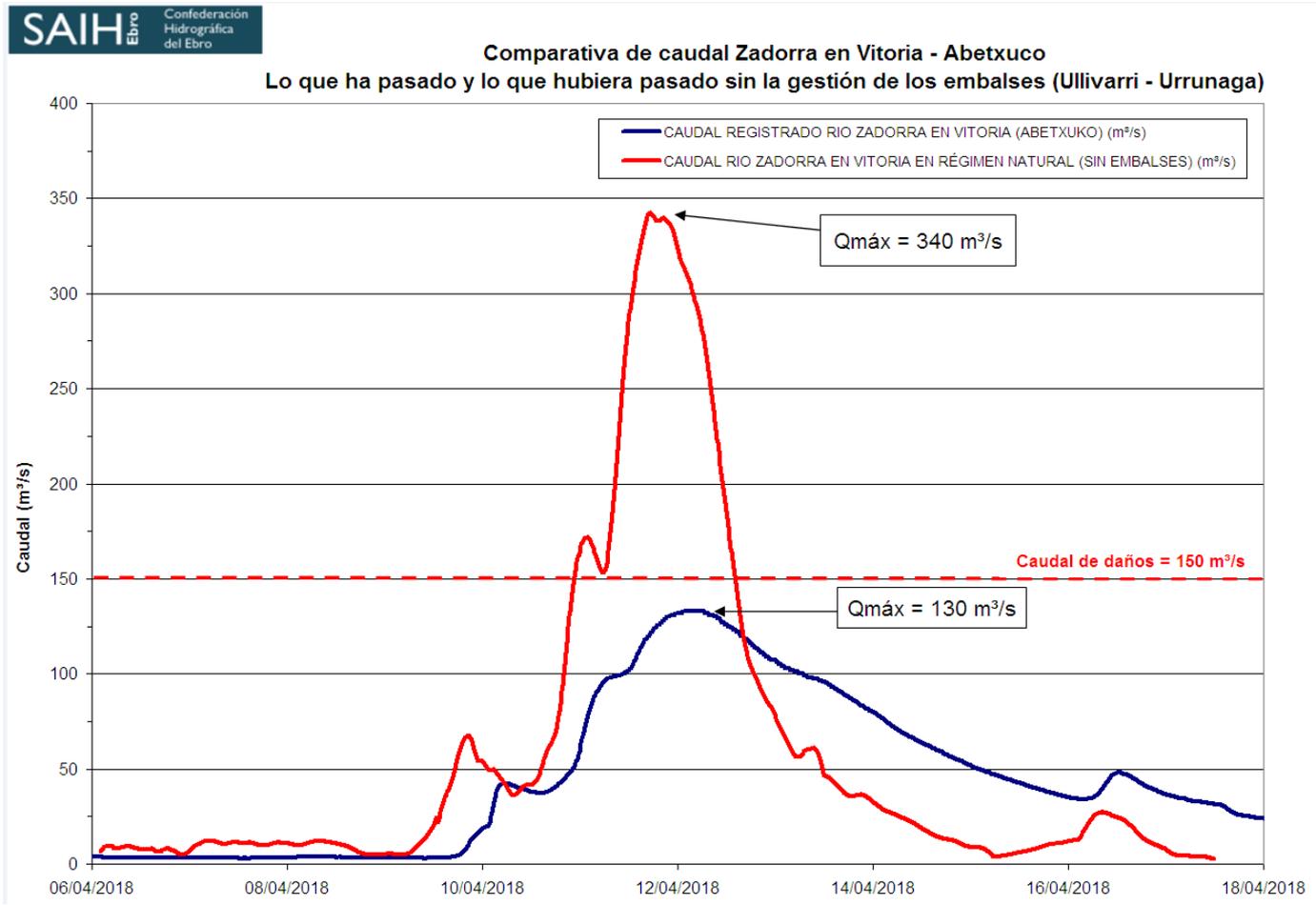
3. GESTIÓN DE EMBALSES EN EPISODIOS REALES (AVENIDA EBRO ABRIL 2018)

SAIH Ebro Confederación Hidrográfica del Ebro

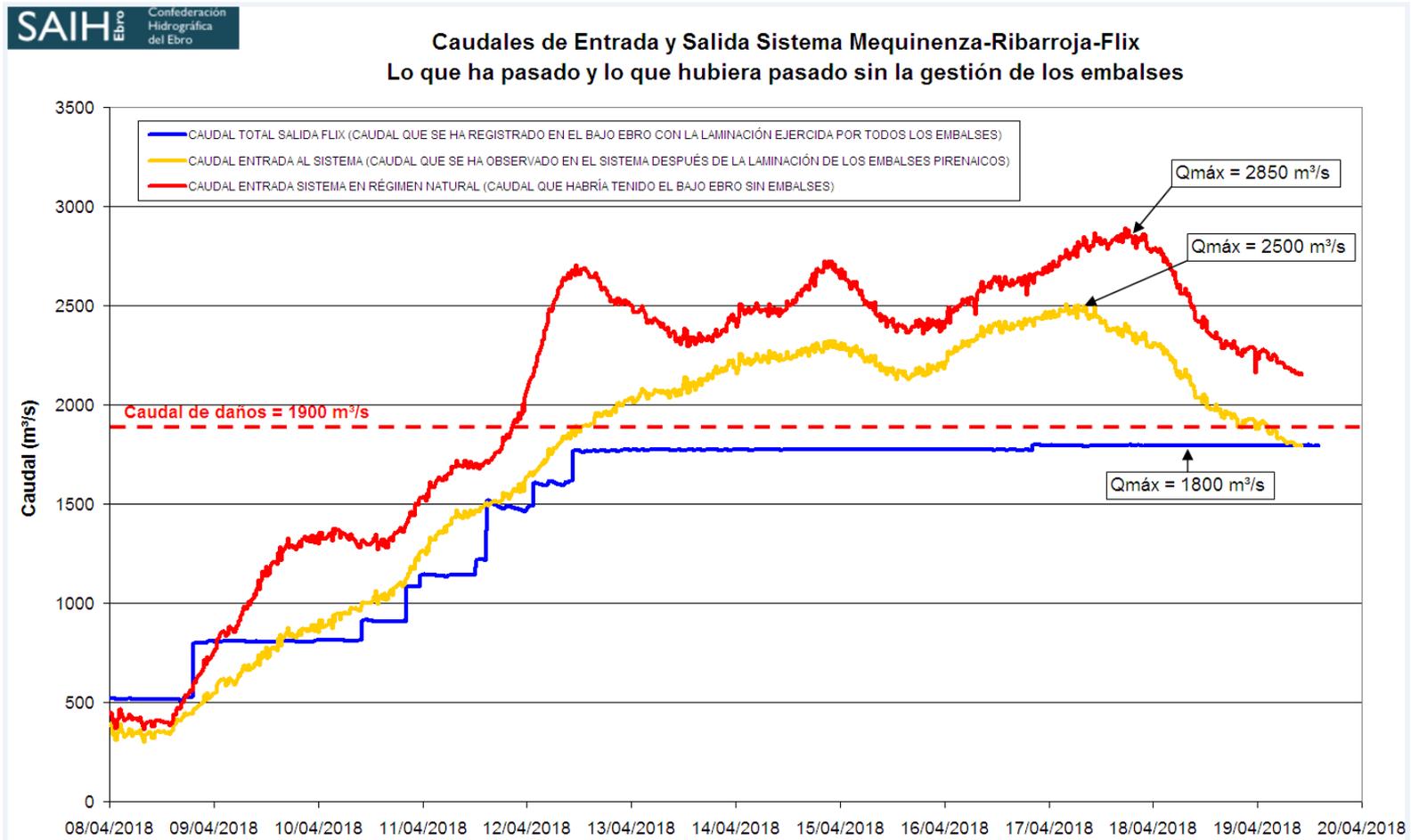
Caudal del Ebro en Castejón con embalses y sin embalses de Yesa e Itoiz



3. GESTIÓN DE EMBALSES EN EPISODIOS REALES (AVENIDA EBRO ABRIL 2018)



3. GESTIÓN DE EMBALSES EN EPISODIOS REALES (AVENIDA EBRO ABRIL 2018)



3. GESTIÓN DE EMBALSES EN EPISODIOS REALES (AVENIDA EBRO ABRIL 2018)

ES NECESARIO HACER UNA LABOR PEDAGÓGICA DE CARA A LA OPINIÓN PÚBLICA PARA LUCHAR CONTRA LA **DESINFORMACIÓN Y LOS FALSOS MITOS** QUE EXISTEN EN RELACIÓN A LA GESTIÓN DE LAS PRESAS EN SITUACIONES DE AVENIDA

- **LAS PRESAS NO SON LAS CULPABLES DE LAS INUNDACIONES**

- EN OCASIONES LAS PRESAS PUEDEN **EVITAR COMPLETAMENTE LOS DAÑOS**, EN OTRAS LOS **REDUCEN** Y, EN EL PEOR DE LOS CASOS, CUANDO SU CAPACIDAD DE LAMINACIÓN SE VE SUPERADA Y LOS CAUDALES ENTRANTES SON IGUALES QUE LOS SALIENTES > SUS EFECTOS SON **NEUTROS** (CUENCA EN RÉGIMEN NATURAL)

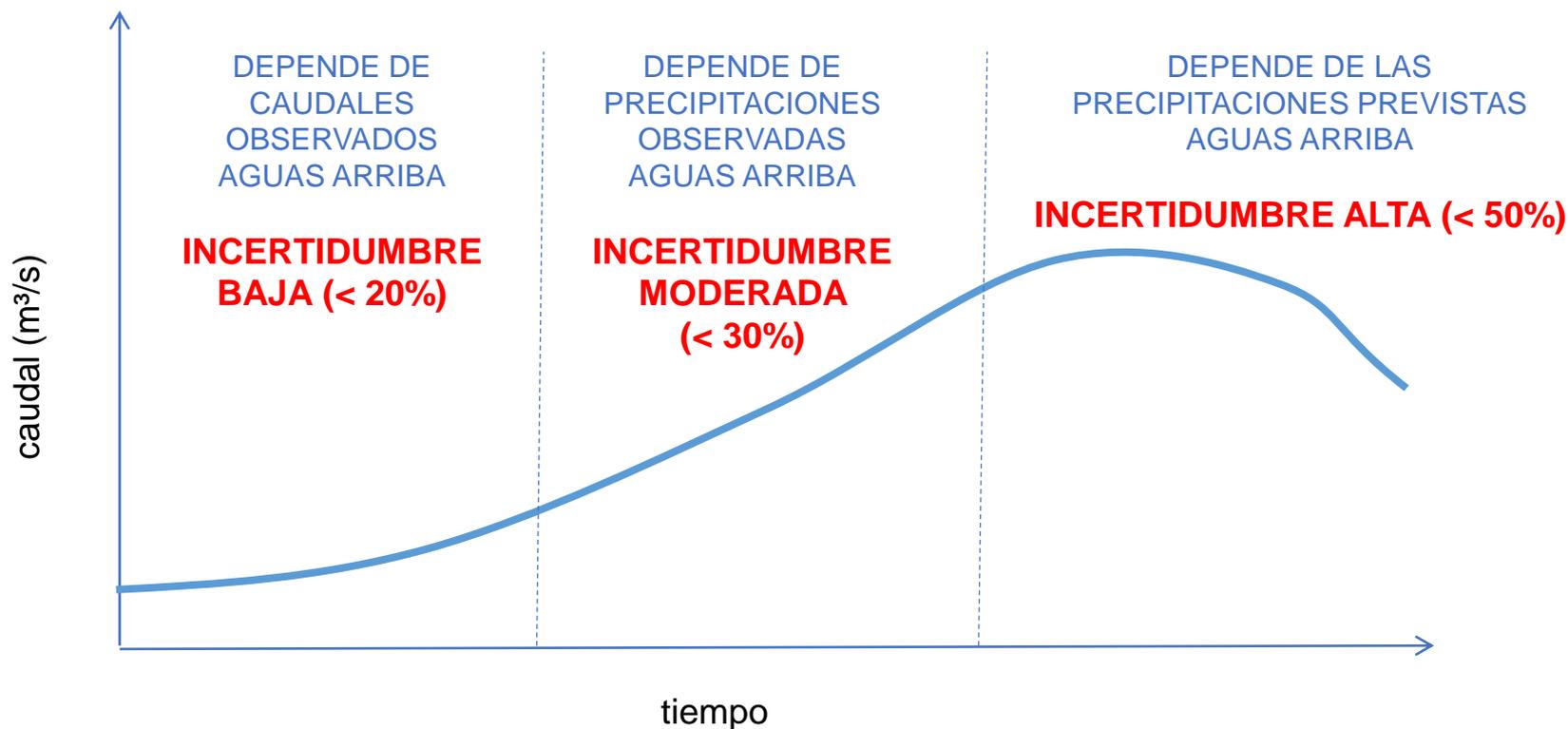
- **NO DEBEMOS DE PENSAR QUE LA SEGURIDAD ES TOTAL** POR EL HECHO DE TENER PRESAS AGUAS ARRIBA.

- HOY EN DÍA LOS VERTIDOS DE LAS PRESAS SE DISEÑAN CON LA AYUDA DE HERRAMIENTAS COMO **SAIHEBRO** Y **SADEBRO**. DESPUÉS DE UN ANÁLISIS DETALLADO, SE TOMA LA MEJOR DECISIÓN CON LOS DATOS DISPONIBLES

- ROTURAS DE PRESAS SON MUY **EXCEPCIONALES**

4. GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE DE LAS PREDICCIONES HIDROLÓGICAS

TODAS LAS PREDICCIONES HIDROLÓGICAS LLEGAN INMPLÍCITA UNA **INCERTIDUMBRE** QUE PUEDE SER BAJA O MUY ALTA EN FUNCIÓN DEL LUGAR Y EL MOMENTO.



4. GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE DE LAS PREDICCIONES HIDROLÓGICAS

INCERTIDUMBRE DE LAS PREDICCIONES HIDROLÓGICAS

↑ CUANTO **MAYOR SEA EL HORIZONTE** DE LA PREDICCIÓN.

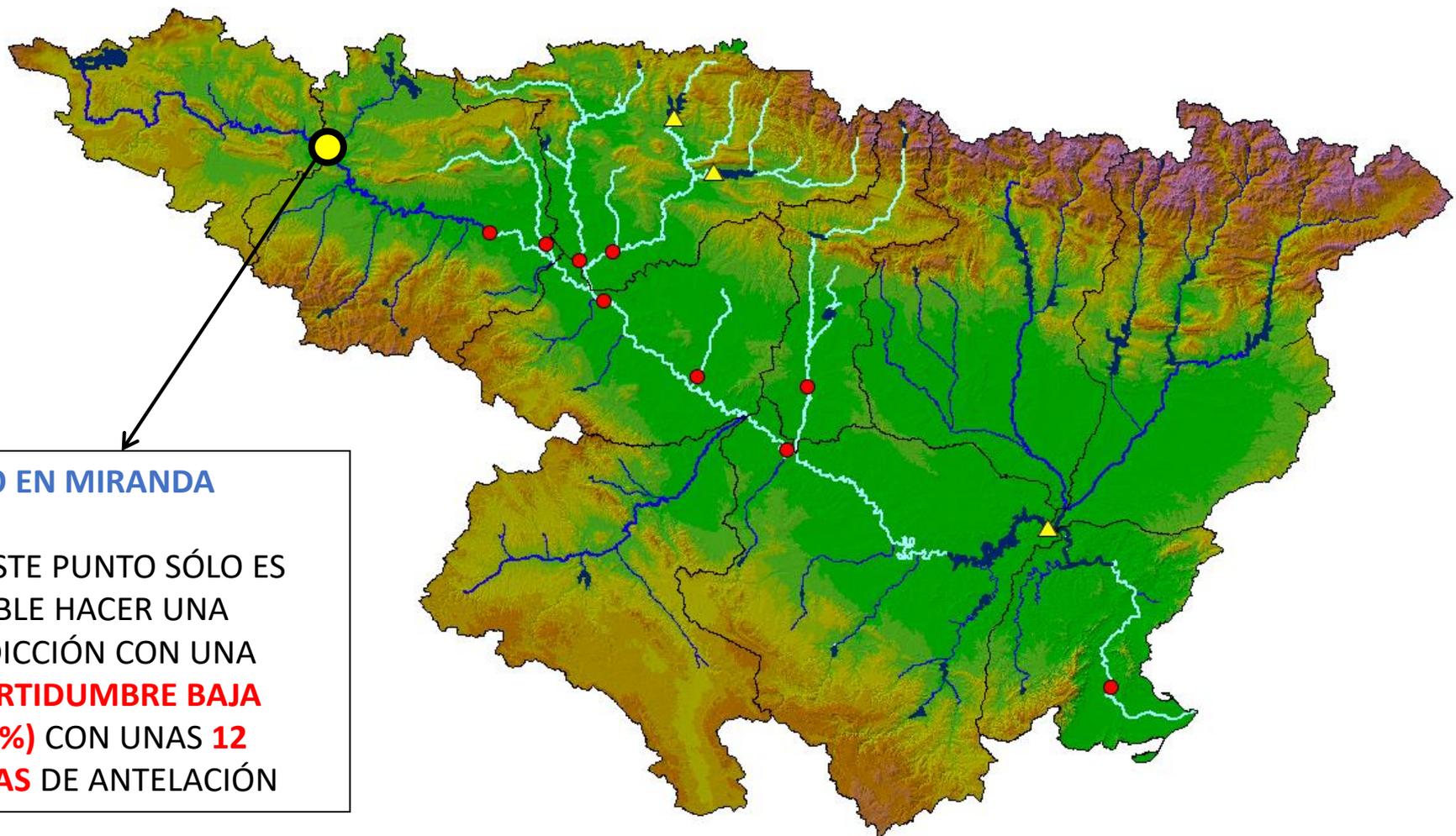
↑ EN LOS **TRAMOS ALTOS** DE LOS RÍOS.

↑ CUANTO MAYOR SEA LA **CONVECTIVIDAD** DE LAS PRECIPITACIONES . LAS TORMENTAS DE VERANO SON MUCHO MÁS DIFÍCILES DE PREVER QUE LOS SISTEMAS FRONTALES.

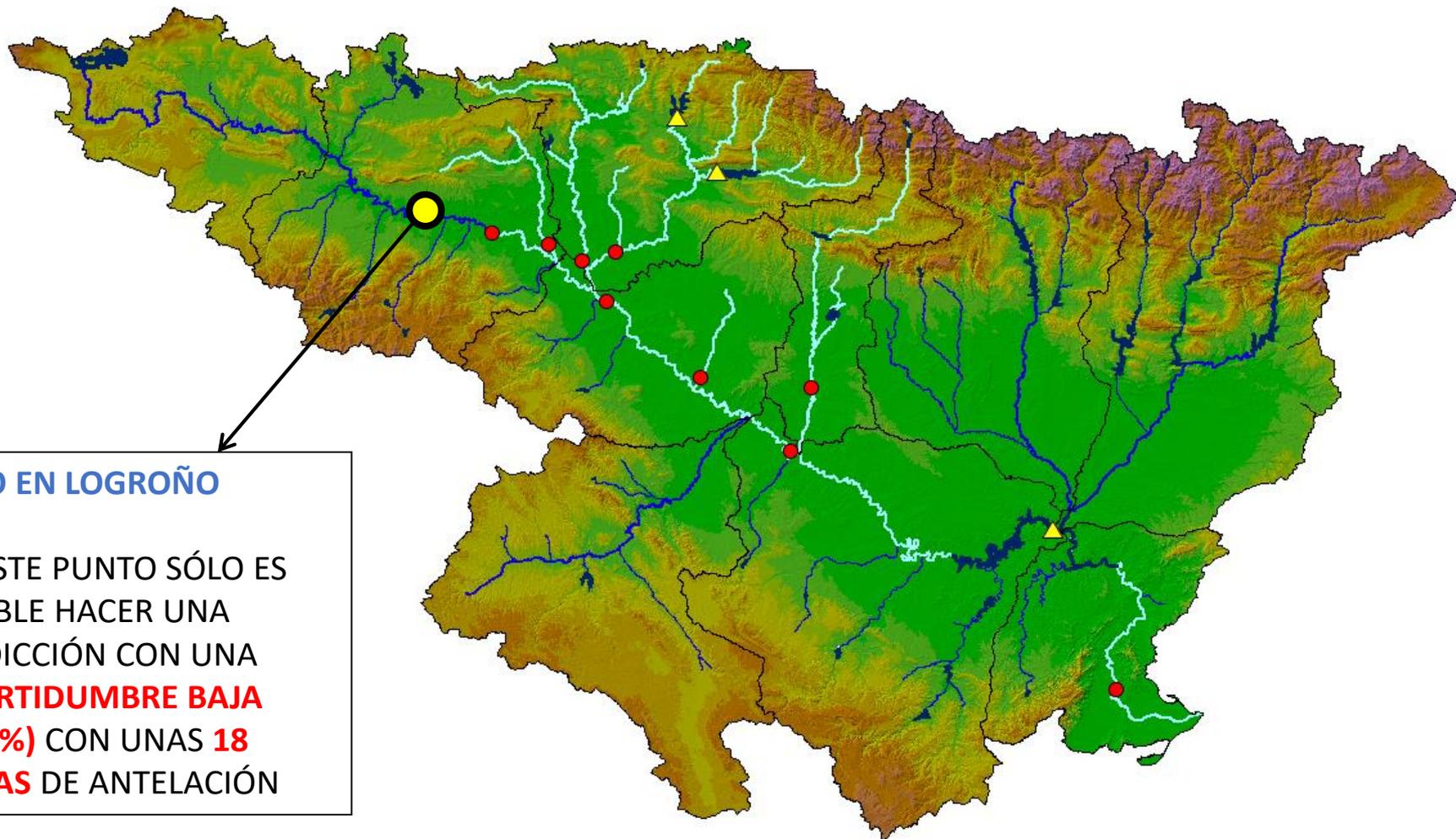
↑ CUANTO MÁS COMPLEJO SEA EL FENÓMENO METEOROLÓGICO (POR EJEMPLO SI LA **FUSIÓN DE LA NIEVE** TIENE UN PESO IMPORTANTE EN EL EPISODIO)

IMPORTANTE: UNA PREDICCIÓN ES ÚTIL AUNQUE TENGA INCERTIDUMBRE PORQUE PERMITE PONERSE EN ALERTA Y ANTICIPAR ACTUACIONES QUE LUEGO SE PODRÁN MATIZAR CONFORME EL EPISODIO VAYA AVANZANDO (VERTIDOS PREVENTIVOS EN EMBALSES, ACTIVACIÓN DE PROTOCOLOS, MOVILIZACIÓN DE MEDIOS DE PROTECCIÓN...).

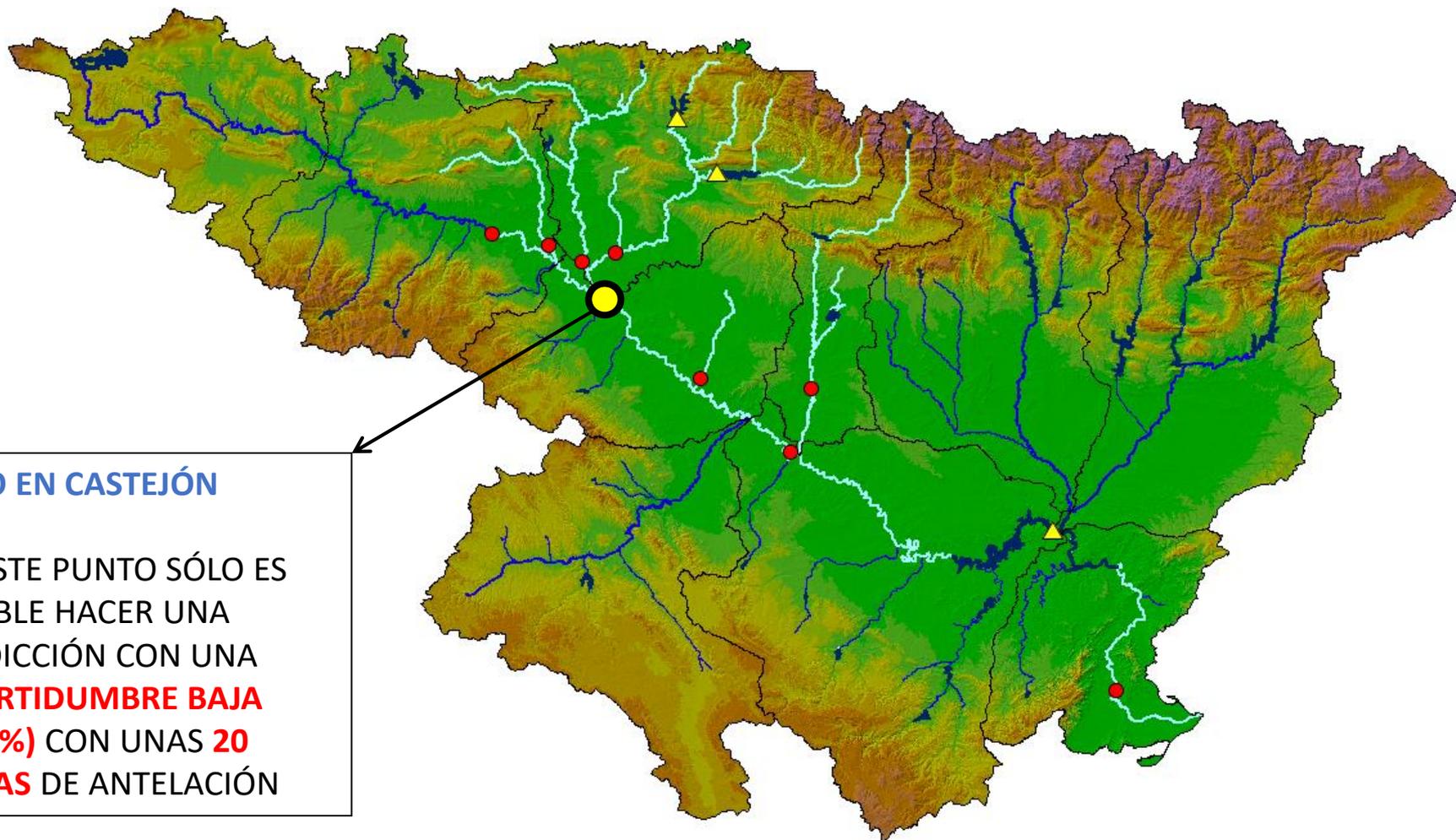
4. GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE DE LAS PREDICIONES HIDROLÓGICAS



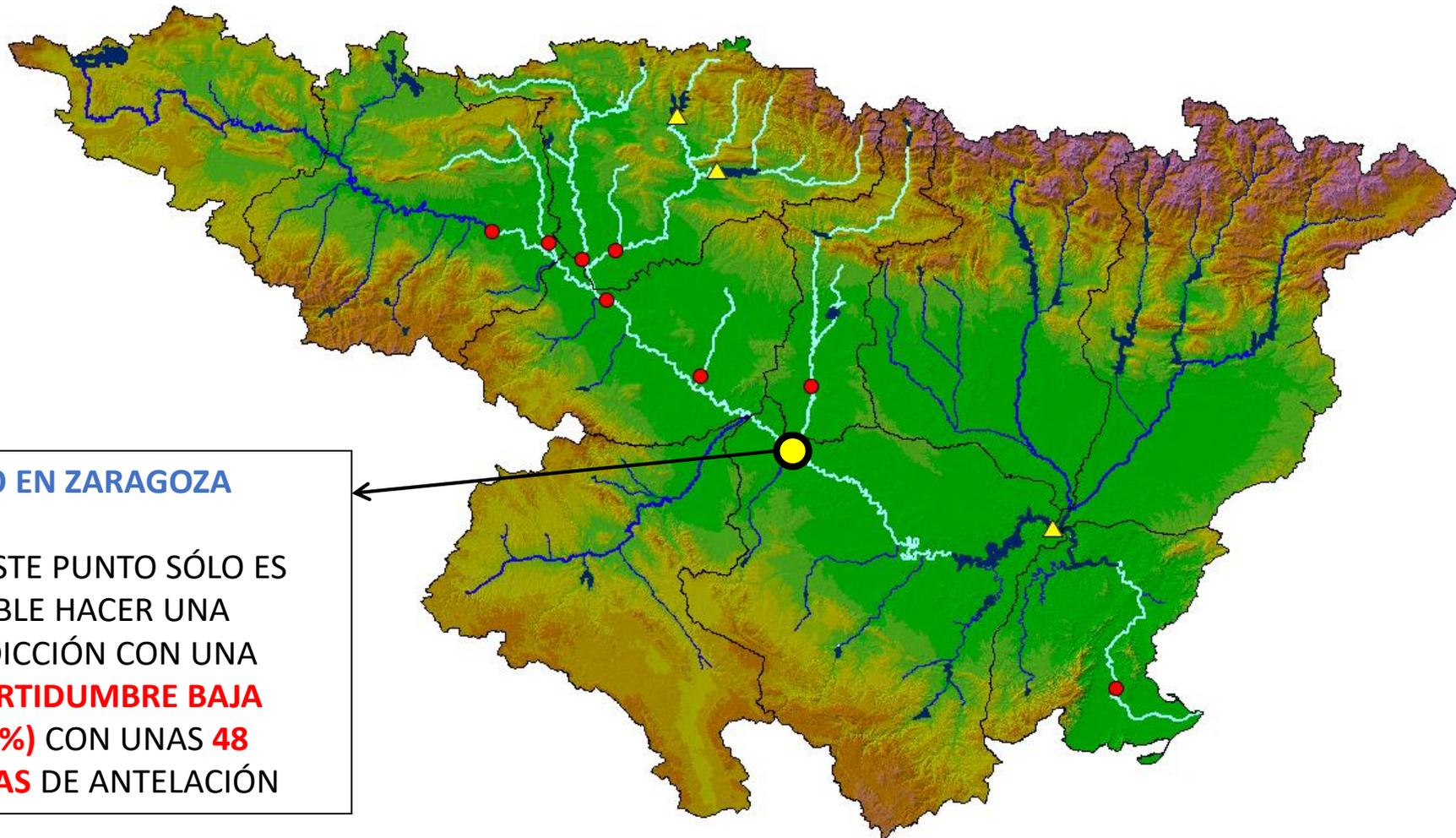
4. GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE DE LAS PREDICIONES HIDROLÓGICAS



4. GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE DE LAS PREDICIONES HIDROLÓGICAS



4. GESTIÓN DE LA INCERTIDUMBRE DE LAS PREDICIONES HIDROLÓGICAS



5. PREDICCIONES HIDROLÓGICAS CUENCA EBRO: SITUACIÓN ACTUAL Y RETOS FUTUROS

EL PRINCIPAL RETO DE CARA AL FUTURO ES
MEJORAR:

1. LAS PREDICCIONES METEOROLÓGICAS
2. LA OBSERVACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN
3. LA OBSERVACIÓN DE LOS CAUDALES
4. LOS MODELOS HIDROLÓGICOS
5. LOS MODELOS HIDRÁULICOS
6. LA PREDICCIÓN Y VIGILANCIA EN SITUACIONES DE PRECIPITACIONES CONVECTIVAS
7. LA PRESENTACIÓN DE LAS PREDICCIONES HIDROLÓGICAS
8. LOS AVISOS HIDROLÓGICOS

5. PREDICCIONES HIDROLÓGICAS CUENCA EBRO: SITUACIÓN ACTUAL Y RETOS FUTUROS

5.1. MEJORAR LAS PREDICCIONES METEOROLÓGICAS

SADEBRO 1.0 (2002)

HIRLAM 0.16° (72h)

AEMet

SADEBRO 2.0 (2008)

HIRLAM 0.16° (72h)

AEMet

WRF 0.03° (48h)

GFA UNILEON

GFS 0.5° (7d)

NOAA

**SE IMPLEMENTA EL
GENERADOR DE VALORES
CLIMÁTICOS (GVC)**

Permite analizar y modificar en profundidad las series de precipitación observada o prevista

SADEBRO 3.0 (2017 →)

HARMONIE 0.025° (48h)

AEMet

WRF 0.03° (48h)

GFA UNILEON

GFS 0.5° (7d)

NOAA

IFS 0.1° (10d)

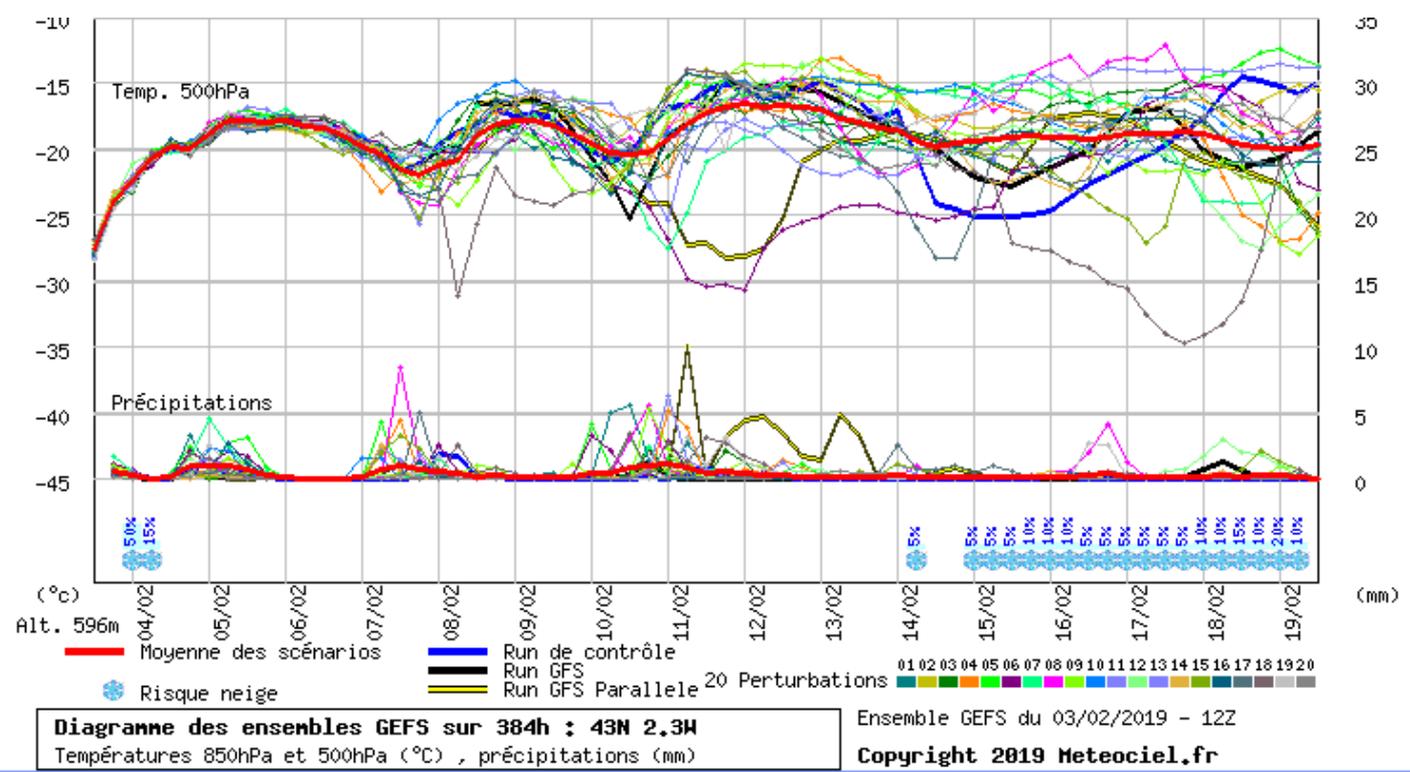
ECMWF

**¿PREDICCIONES
METEOROLÓGICAS
PROBABILÍSTICAS?**

5. PREDICCIONES HIDROLÓGICAS CUENCA EBRO: SITUACIÓN ACTUAL Y RETOS FUTUROS

5.1. MEJORAR LAS PREDICCIONES METEOROLÓGICAS

¿ALIMENTAR LOS MODELOS CON PREDICCIONES PROBABILÍSTICAS?



5. PREDICCIONES HIDROLÓGICAS CUENCA EBRO: SITUACIÓN ACTUAL Y RETOS FUTUROS

5.2. MEJORAR LA OBSERVACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN

SADEBRO 1.0 (2002)

150 PLUVIÓMETROS DE BALANCINES

(muchas zonas no cubiertas y problemas para medir las nevadas)

SADEBRO 2.0 (2008)

250 PLUVIÓMETROS DE BALANCINES

(se van cubriendo zonas pero se sigue con problemas para medir las nevadas)

SADEBRO 3.0 (2017 →)

350 PLUVIÓMETROS BALANCINES > **instalar +**

10 PLUVIÓMETROS DE PESADA > **instalar +**
(permiten medir nevadas)

3 PLUVIÓMETROS RADAR > **instalar +**
(permiten medir nevadas)

PRECIPITACIÓN RADAR
AEMet

5. PREDICCIONES HIDROLÓGICAS CUENCA EBRO: SITUACIÓN ACTUAL Y RETOS FUTUROS

5.3. MEJORAR LA OBSERVACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN

SADEBRO 1.0 (2002)

150 ESTACIONES DE AFORO

(algunos ríos de la cuenca sin monitorización)

MEDICIÓN DIRECTA DE CAUDALES CON TÉCNICAS DE MOLINETE

(incertidumbre importante en la medición de caudales altos)

SADEBRO 2.0 (2008)

200 ESTACIONES DE AFORO
(se van cubriendo ríos pero todavía hay tramos importantes no monitorizados)

MEDICIÓN DIRECTA DE CAUDALES CON TÉCNICAS DE CATAMARÁN-DOPPLER
(disminuye la incertidumbre en la medición de caudales altos)

SADEBRO 3.0 (2017 →)

250 ESTACIONES DE AFORO >
instalar +

MEDICIONES DE NIVEL EN RÍO CON EQUIPOS MÁS PEQUEÑOS Y MÁS BARATOS >
Instalar +

CONSEGUIR MEDICIONES DIRECTAS DE CAUDALES ALTOS EN RÍOS DONDE NUNCA SE HA MEDIDO

5. PREDICCIONES HIDROLÓGICAS CUENCA EBRO: SITUACIÓN ACTUAL Y RETOS FUTUROS

5.4. MEJORAR LOS MODELOS HIDROLÓGICOS

SADEBRO 1.0 (2002)

MODELO ASTER PIRINEO
(contempla fusión nival)

MODELO NAM RESTO
(no contemplaba fusión nival)

**MODELOS CON
INCERTIDUMBRE EN LA
CALIBRACIÓN**

SADEBRO 2.0 (2008)

MODELO ASTER PIRINEO
(contempla fusión nival)

**AMPLIACIÓN MODELO
NAM A TODA LA CUENCA Y
SE INCLUYE LA FUSIÓN
NIVAL**

**SE MEJORA
SUSTANCIALMENTE LA
CALIBRACIÓN**

SADEBRO 3.0 (2017 →)

**SE INCLUYE LA CUENCA DEL
GARONA**

**SE PASA DE 280 SUBCUENCAS
A 350 SUBCUENCAS**

**SEGUIR MEJORANDO
CALIBRACIÓN**

**IMPLEMENTAR NUEVOS
MODELOS**

**¿IMPLEMENTAR MODELOS
ESTOCÁSTICOS?**

5. PREDICCIONES HIDROLÓGICAS CUENCA EBRO: SITUACIÓN ACTUAL Y RETOS FUTUROS

5.5. MEJORAR LOS MODELOS HIDRÁULICOS

SADEBRO 1.0 (2002)

MODELO MIKE 11 Y POSIBILIDAD DE AJUSTE A CAUDALES OBSERVADOS

- lento para estas dimensiones de cuenca y poco versátil en el ajuste a los caudales observados
- no simula bien situaciones con grandes desbordamientos (caso de la llanura de inundación del Ebro)

SADEBRO 2.0 (2008)

MODELO MIKE 11

MODELO MUSKINGUM

- muy rápido y muy versátil en el ajuste a los caudales observados
- no simula bien situaciones con grandes desbordamientos

SADEBRO 3.0 (2017 →)

SE IMPLEMENTA MODELO 2D (GHC UNIZAR) PARA EL TRAMO TUDELA-ZARAGOZA

- mejora mucho la modelización de eventos con desbordamientos generalizados

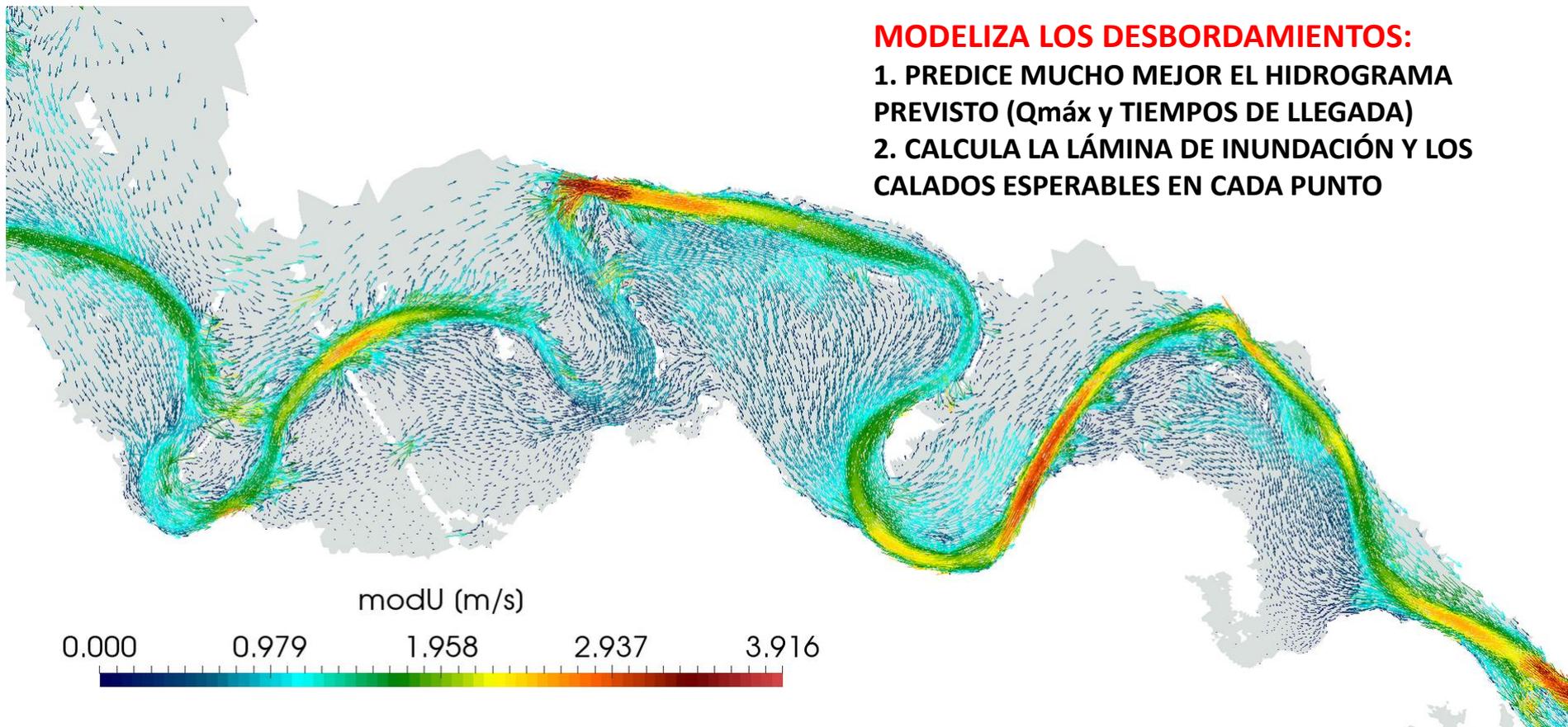
**SEGUIR AFINANDO LA
CALIBRACIÓN DE LOS
MODELOS HIDRÁULICOS**

5. PREDICCIONES HIDROLÓGICAS CUENCA EBRO: SITUACIÓN ACTUAL Y RETOS FUTUROS

5.5. MEJORAR LOS MODELOS HIDRÁULICOS: MODELO 2D TUDELA-ZARAGOZA

MODELIZA LOS DESBORDAMIENTOS:

1. PREDICE MUCHO MEJOR EL HIDROGRAMA PREVISTO ($Q_{\text{máx}}$ y TIEMPOS DE LLEGADA)
2. CALCULA LA LÁMINA DE INUNDACIÓN Y LOS CALADOS ESPERABLES EN CADA PUNTO



5. PREDICCIONES HIDROLÓGICAS CUENCA EBRO: SITUACIÓN ACTUAL Y RETOS FUTUROS

5.6. MEJORAR LA PREDICCIÓN-VIGILANCIA EN SITUACIONES DE PRECIPITACIONES CONVECTIVAS

SADEBRO 1.0 (2002)

NO SE HACE UN TRATAMIENTO ESPECIAL DE ESTE TIPO DE SITUACIONES

SADEBRO 2.0 (2008)

SE COMIENZA A PRESTAR MÁS ATENCIÓN A ESTE TIPO DE SITUACIONES PERO SIN HERRAMIENTAS APROPIADAS

SADEBRO 3.0 (2017 →)

IMPLEMENTAR HERRAMIENTAS QUE PERMITAN UNA MAYOR CAPACIDAD DE ANÁLISIS E IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS CONVECTIVOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS

5. PREDICCIONES HIDROLÓGICAS CUENCA EBRO: SITUACIÓN ACTUAL Y RETOS FUTUROS

5.7. MEJORAR LA PRESENTACIÓN DE LAS PREDICCIONES HIDROLÓGICAS

SADEBRO 1.0 (2002)

HASTA 2005 NO SE HACEN PÚBLICAS EN LA WEB DEL SAIH LAS PREDICCIONES HIDROLÓGICAS

SADEBRO 2.0 (2008)

SE PRESENTA EL HIDROGRAMA PREVISTO EN CADA ESTACIÓN DE AFORO ASOCIADO A LA PREDICCIÓN METEOROLÓGICA QUE SE CONSIDERA MÁS PROBABLE

SADEBRO 3.0 (2017 →)

NECESIDAD DE TRANSMITIR LA INCERTIDUMBRE ASOCIADA A LA PREVISIÓN

OFRECER MÁS Y MEJORES REFERENCIAS AL USUARIO QUE LE AYUDEN A EVALUAR SU RIESGO

5. PREDICCIONES HIDROLÓGICAS CUENCA EBRO: SITUACIÓN ACTUAL Y RETOS FUTUROS

5.8. MEJORAR LOS AVISOS HIDROLÓGICOS

SADEBRO 1.0 (2002)

SÓLO SE EMITÍA UN FAX DE AVISO CON LOS DATOS OBSERVADOS EN UNAS POCAS ESTACIONES DE AFORO

SADEBRO 2.0 (2008)

A PARTIR DEL 2013 EN EL FAX DE AVISO SE INCLUYEN LOS CAUDALES MÁXIMOS ESPERADOS Y SE VAN AÑADIENDO MÁS ESTACIONES DE AFORO

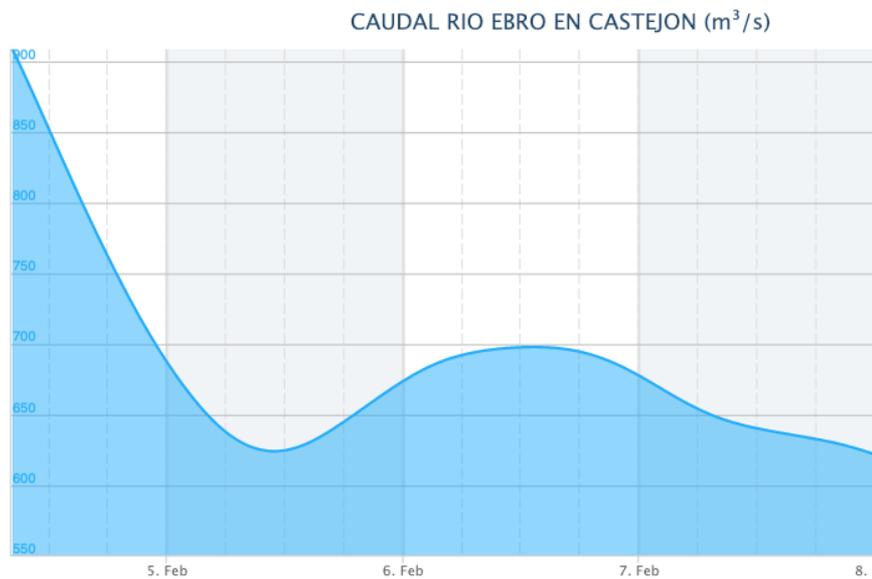
SADEBRO 3.0 (2017 →)

NOTIFICACIÓN DE AVISO VÍA EMAIL, FAX Y TELÉFONO. SE DEFINEN UMBRALES DE AVISO PARA CASI TODOS LOS AFOROS

CONTACTO ESTRECHO CON EMERGENCIAS 112

ESTANDARIZAR LA FORMA DE COMUNICAR LOS AVISOS HIDROLÓGICOS

6. CONSEJOS PARA EL USO DE LAS PREDICCIONES HIDROLÓGICAS



La fórmula del Plan. ¡Recuérdala!

3P+R



Prevención de inundaciones



Protección frente a inundaciones



Preparación ante inundaciones



Recuperación y revisión tras inundaciones

6. CONSEJOS PARA EL USO DE LAS PREDICCIONES HIDROLÓGICAS

6.1 MEJORAR LOS PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN PARA PROTEGER A LA POBLACIÓN

LOS SERVICIOS DEL 112 ESTATALES, AUTONÓMICOS, PROVINCIALES Y MUNICIPALES SON LOS ORGANISMOS COMPETENTES PARA **DISEÑAR PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN** QUE SEAN EFECTIVOS, OPERATIVOS Y QUE REDUZCAN LO MÁS POSIBLE EL RIESGO ASOCIADO A SITUACIONES DE AVENIDA.

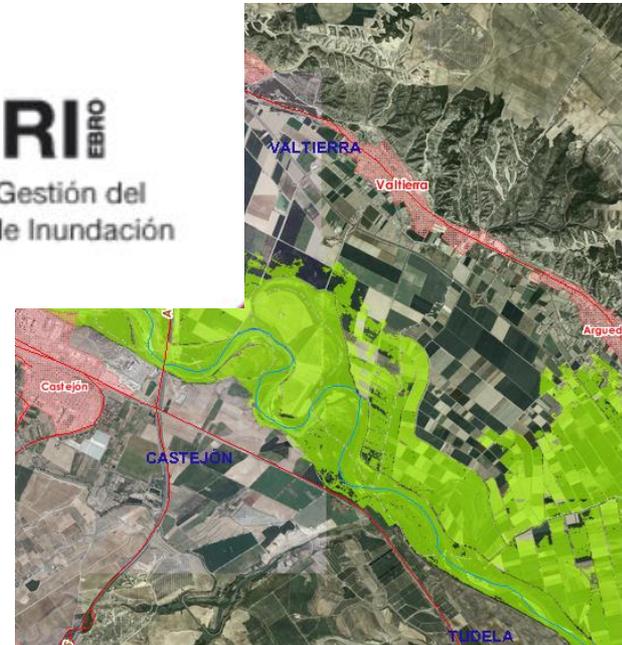
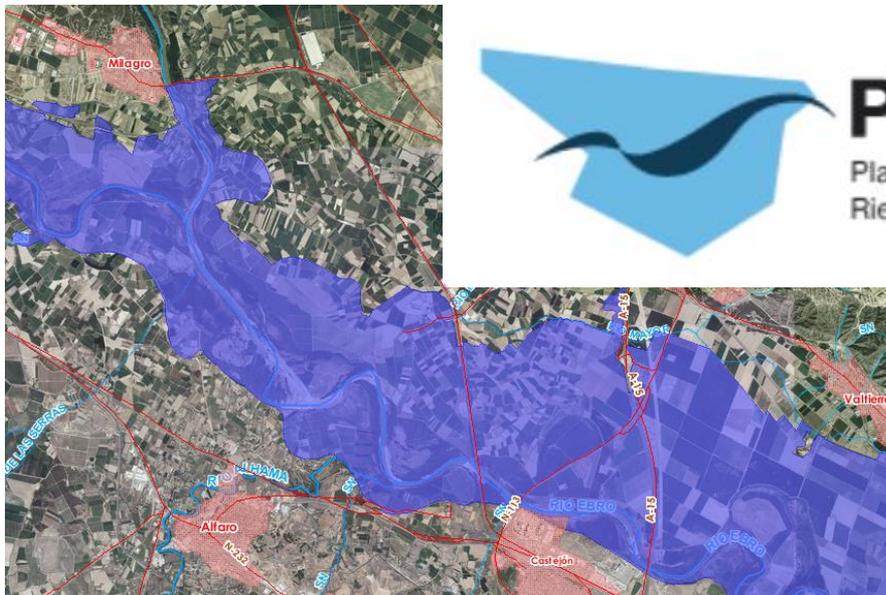
ES FUNDAMENTAL QUE LOS PROPIOS AFECTADOS SE CONCIENCIEN, SE IMPLIQUEN Y DISEÑEN SUS PROPIAS **MEDIDAS DE AUTOPROTECCIÓN** (REDUCCIÓN DE LA EXPOSICIÓN Y DE LA VULNERABILIDAD, CONTRATACIÓN DE SEGUROS...)

DURANTE LOS ÚLTIMOS AÑOS SE ESTÁ AVANZANDO, PERO TODAVÍA QUEDA MUCHO CAMINO POR RECORRER

6. CONSEJOS PARA EL USO DE LAS PREDICCIONES HIDROLÓGICAS

6.2 CONOCER EL RIESGO QUE TIENES

En www.chebro.es se puede consultar el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación, allí podrás acceder a mapas con las **láminas de inundación** asociadas a distintos caudales estimados en las zonas con mayor riesgo de la cuenca



6. CONSEJOS PARA EL USO DE LAS PREDICCIONES HIDROLÓGICAS

6.3 CONOCER LOS DATOS DE LAS RIADAS HISTÓRICAS **TE AYUDARÁ A CONOCER QUÉ TE PUEDE PASAR, CONOCIENDO LO QUE PASÓ AÑOS ANTES**

A002 Río Ebro en Castejón			Esquemas	Fotos	Información de Caudales de Referencia	
Información de Caudales de Referencia						
Caudal que limita el régimen ordinario del extraordinario						
Descripción		Caudal m³/s	Comentario			
Máxima crecida ordinaria		2198,63	Asociada a periodo de retorno de 2.5 años			
Caudales de crecida con periodo de retorno de:						
Periodo		Caudal m³/s	Comentario			
2 años		2.104	Caudales en régimen natural			
5 años		2.672				
10 años		3.047				
25 años		3.522				
100 años		4.223				
500 años		5.031				
Niveles y caudales máximos registrados en el periodo SAIH (valores máximos instantáneos) 1997 - actualidad						
Según niveles			Comentario	Según caudales		
Fecha	Nivel m	Caudal m³/s		Fecha	Nivel m	Caudal m³/s
27/02/2015	7,78	2.691	Las secciones de las estaciones de aforo y las condiciones del flujo pueden cambiar con el paso del tiempo, de manera que un mismo nivel puede traducirse en caudales diferentes según el momento. Las posibles incongruencias que puedan observarse entre estas dos tablas se deben a que las secciones de las estaciones de aforo y las condiciones del flujo pueden cambiar con el paso del tiempo, ya sea por procesos naturales o antrópicos. La consecuencia de esto es el cambio de las curvas de gasto que relacionan nivel y caudal, de manera que un mismo nivel puede traducirse en caudales diferentes según el momento.	06/02/2003	7,54	2.847
13/04/2018	7,77	2.682		27/02/2015	7,78	2.691
06/02/2003	7,54	2.847		13/04/2018	7,77	2.682
21/01/2013	7,47	2.203		01/02/2015	7,36	2.307
01/02/2015	7,36	2.307		03/04/2007	7,33	2.282

6. CONSEJOS PARA EL USO DE LAS PREDICCIONES HIDROLÓGICAS

6.4 AVANZAR EN LA AUTOPROTECCIÓN

UNA VEZ QUE SE ES **CONSCIENTE** DEL NIVEL DE EXPOSICIÓN Y DE LA VULNERABILIDAD EN CASO DE RIADA, EN BASE A ELLO, SE DEBE DISEÑAR UN **PLAN DE AUTOPROTECCIÓN** QUE MINIMICE LOS DAÑOS.

- RETIRADA DE VEHÍCULOS DE GARAJES Y ZONAS BAJAS
- PONER A SALVO OBJETOS VALIOSOS
- PONER EN ALTO EL MOVILIARIO SITUADO A RAS DE SUELO
- TENER UN PLAN PARA LA EVACUACIÓN DE ANIMALES
- ESTUDIAR LAS POSIBLES VÍAS DE EVACUCIÓN EN CASO DE SER NECESARIO EL DESALOJO
- CONTRATAR SEGUROS DE PROTECCIÓN

EL EJEMPLO DE MANOLO, UN GANADERO QUE DESDE HACE DÉCADAS CONVIVE CON LAS RIADAS DEL EBRO.

6. CONSEJOS PARA EL USO DE LAS PREDICCIONES HIDROLÓGICAS

6.5 SEGUIMIENTO

DESDE EL PRIMER MOMENTO EN EL QUE SE AVISA DE LA LLEGADA DE UNA CRECIDA:

- ANALIZAR SI EL EVENTO PREVISTO PUEDE AFECTARNOS. TENER EN CUENTA QUE LAS PREDICCIONES HIDROLÓGICAS LLEVAN IMPLÍCITO UN CIERTO GRADO DE INCERTIDUMBRE, POR LO QUE HABRÁ QUE APLICAR UN **MARGEN DE SEGURIDAD**.

- HACER UN **SEGUIMIENTO** DEL EPISODIO CON LOS DATOS EN TIEMPO REAL www.saihebro.com EN CASO DE DUDAS CONTACTAR CON EL CENTRO DE CONTROL DEL SAIHEBRO.

- PERMANECER ATENTOS A LAS **ACTUALIZACIONES PERIÓDICAS DE LAS PREDICCIONES HIDROLÓGICAS**.

- EN CASO DE NECESITAR AYUDA PONERSE EN CONTACTO CON EL CENTRO DE COORDINACIÓN DE **EMERGENCIAS 112** DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA

6. CONSEJOS PARA EL USO DE LAS PREDICCIONES HIDROLÓGICAS

+ 72 horas



PRUDENCIA
HAY QUE APLICAR
MÁRGENES DE
SEGURIDAD SOBRE
LA PREDICCIÓN

TENEMOS QUE FAMILIARIZARNOS CON LAS PREDICCIONES HIDROLÓGICAS Y ACABAR POR DARLES UN TRATAMIENTO SIMILAR AL QUE LE DAMOS A LAS PREDICCIONES METEOROLÓGICAS

AL IGUAL QUE HACEMOS CON LAS PREDICCIONES METEOROLÓGICAS,
NO PODEMOS EXIGIRLES QUE ACIERTEN SIEMPRE
PORQUE, A DÍA DE HOY, ESO ES TÉCNICAMENTE IMPOSIBLE

AÚN CON LA INCERTIDUMBRE IMPLÍCITA, **SON ÚTILES**, PUES NOS AYUDAN A PLANIFICAR Y A TOMAR DECISIONES QUE, EN MUCHOS CASOS, SON MÁS ACERTADAS QUE LAS QUE TOMARÍAMOS SI NO LAS CONSULTÁSEMOS

EL **SAIHEBRO Y EL SADEBRO**, HERRAMIENTAS PUNTERAS A NIVEL EUROPEO, SON UN BUEN EJEMPLO DE LOS IMPORTANTES ESFUERZOS QUE LA CHE ESTÁ HACIENDO POR INTENTAR DAR UN BUEN SERVICIO PÚBLICO

EVALUAR A LOS ASISTENTES



PREDICCIÓN
determinística
PROBABILÍSTICA

hidrología

riesgo
peligro
UMBRALES
AVISOS
Protección civil

MUCHAS GRACIAS

MODELIZACIÓN
meteorología

José Adolfo Álvarez
Jefe de Servicio del SAIHEBRO
Confederación Hidrográfica del Ebro

Guillermo Pérez Dolset
Responsable de operación del SADEbro
UTE Ebro 2017