



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

Secretaría de Estado de Aguas y Costas

Confederación Hidrográfica del Ebro

Red SAIH de la Cuenca del río Ebro



- **Introducción**
 - Antecedentes
 - Desarrollo del programa SAIH
- **La red SAIH-Ebro**
 - Descripción de la red
 - Experiencias de uso
- **Evolución de la red SAIH-Ebro**
 - Sistema de Ayuda a la Decisión
 - El SAIH-Ebro en Internet



- **Introducción**
 - Antecedentes
 - Desarrollo del programa SAIH
- **La red SAIH-Ebro**
 - Descripción de la red
 - Experiencias de uso
- **Evolución de la red SAIH-Ebro**
 - Sistema de Ayuda a la Decisión
 - El SAIH-Ebro en Internet



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

Secretaría de Estado de Aguas y Costas

Confederación Hidrográfica del Ebro

España es un país con graves problemas hidrológicos

Inundaciones catastróficas





MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

Secretaría de Estado de Aguas y Costas

Confederación Hidrográfica del Ebro

España es un país con graves problemas hidrológicos

Sequías asoladoras





Actuaciones para paliar esta problemática



Actuaciones en infraestructura

- Infraestructura hidráulica
- Actuaciones estructurales
- Actuaciones no estructurales



Sistemas de información

- Instalación de redes y sistemas de información en las cuencas hidrográficas



El Programa S.A.I.H.



Situaciones de emergencia por riadas

- Año 1982 en Levante y cuenca del Ebro
- Año 1983 en la cuenca del Norte

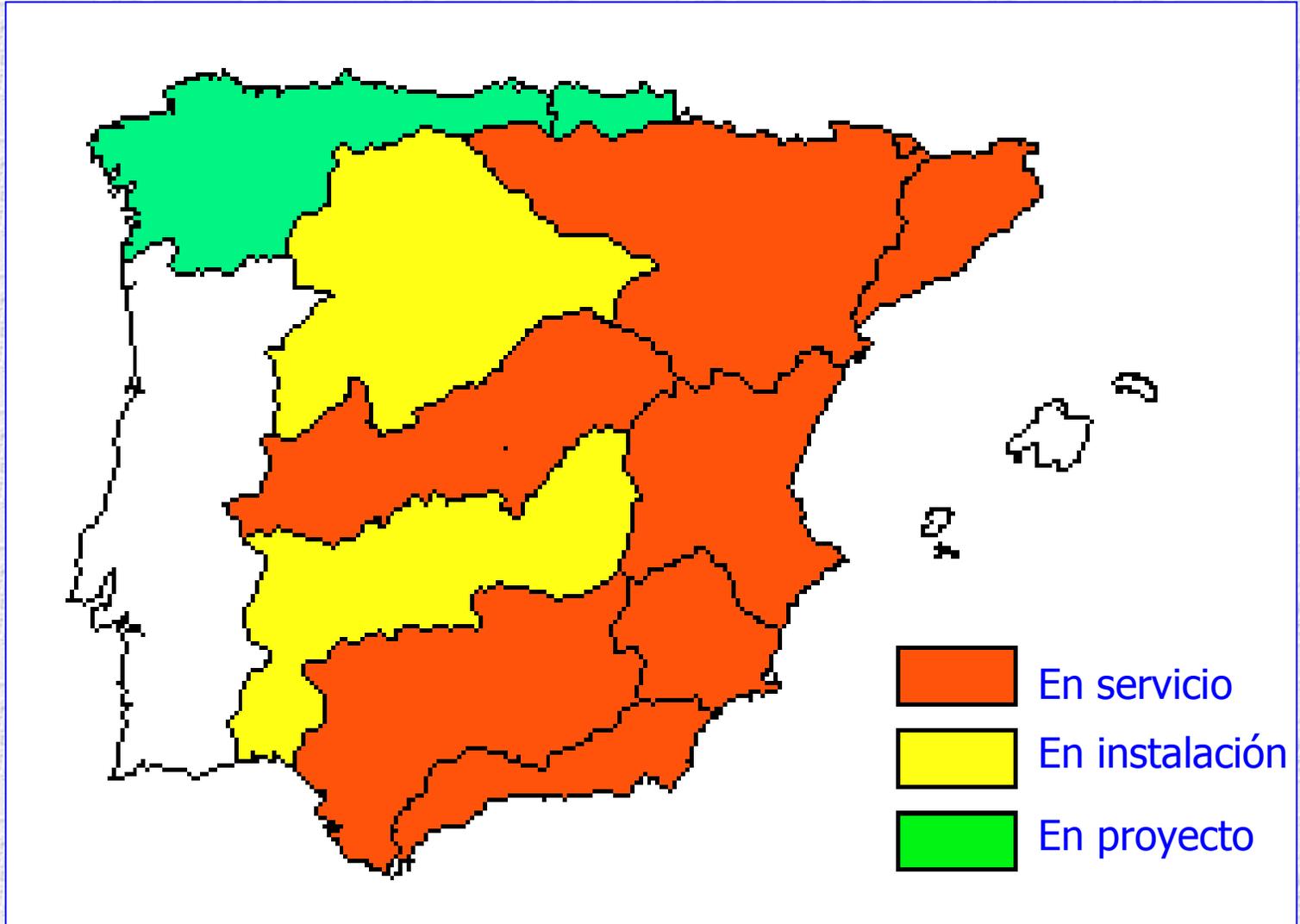


Desarrollo del Programa SAIH

- Año 1983 primeros estudios
- Año 1985 comienzo del SAIH del Júcar y Segura
- Año 1986 comienzo del SAIH del Sur
- Año 1988 comienzo del SAIH del Ebro y P.Oriental
- Año 1992 Guadalquivir, Duero (1ª Fase) Tajo y Guadiana



Situación actual del Programa S.A.I.H.





Objetivos del S.A.I.H.

➔ Objetivos de las redes SAIH:

- Previsión y seguimiento de las avenidas**
- Optimización de la gestión de los recursos hidráulicos**
- Vigilancia de los niveles de contaminación de las aguas**
- Mejora de la seguridad de las presas**
- Mejora de las bases de datos hidrológicos**



- **Introducción**
 - Antecedentes
 - Desarrollo del programa SAIH
- **La red SAIH-Ebro**
 - Descripción de la red
 - Experiencias de uso
- **Evolución de la red SAIH-Ebro**
 - Sistema de Ayuda a la Decisión
 - El SAIH-Ebro en Internet



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

Secretaría de Estado de Aguas y Costas

Confederación Hidrográfica del Ebro



Sistema Automático de Información Hidrológica (S.A.I.H.)

SAIH-EBRO



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

Secretaría de Estado de Aguas y Costas

Confederación Hidrográfica del Ebro

El S.A.I.H. de la cuenca del Ebro



Superficie: 85.000 Km²

Comienzo de las obras: año 1989

Terminación: 1997

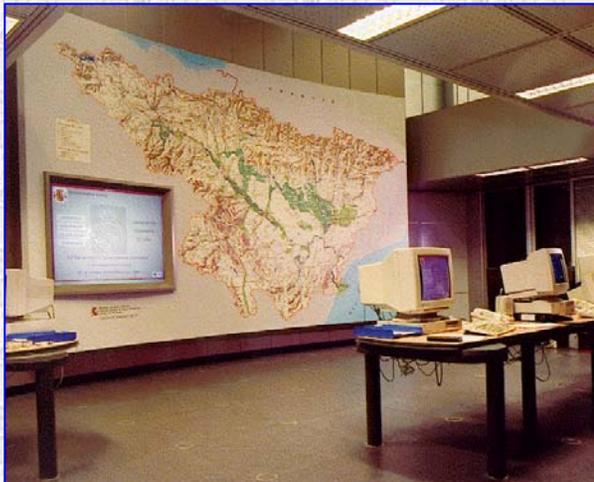
Inversión realizada: 12.400 Mptas.



Estructura del S.A.I.H. de la cuenca del Ebro

El SAIH del Ebro se estructura en tres niveles jerárquicos:

- Estación remota de control (354)
- Punto de Concentración (14)
- Centro de Proceso de Cuenca





Topología del S.A.I.H. de la cuenca del Ebro

El SAIH del Ebro está formado por 354 estaciones de control

64 estaciones de control en embalses

117 estaciones de control en ríos

114 estaciones de control en canales

53 estaciones de pluviometría

6 estaciones de calidad de aguas

Se controlan unas 7.500 variables:

2.500 variables hidrometeorológicas

5.000 variables de estado de la red



Sistemas de comunicaciones del S.A.I.H. Ebro

Criterios de diseño de la red de comunicaciones del SAIH Ebro

- Utilización de la radio como medio de transmisión.
- Mayor fiabilidad de condiciones climatológicas adversas.
- Red exclusiva para el SAIH.
- Independencia de los operadores de servicios de telecomunicación.





Sistemas de comunicaciones del S.A.I.H. Ebro

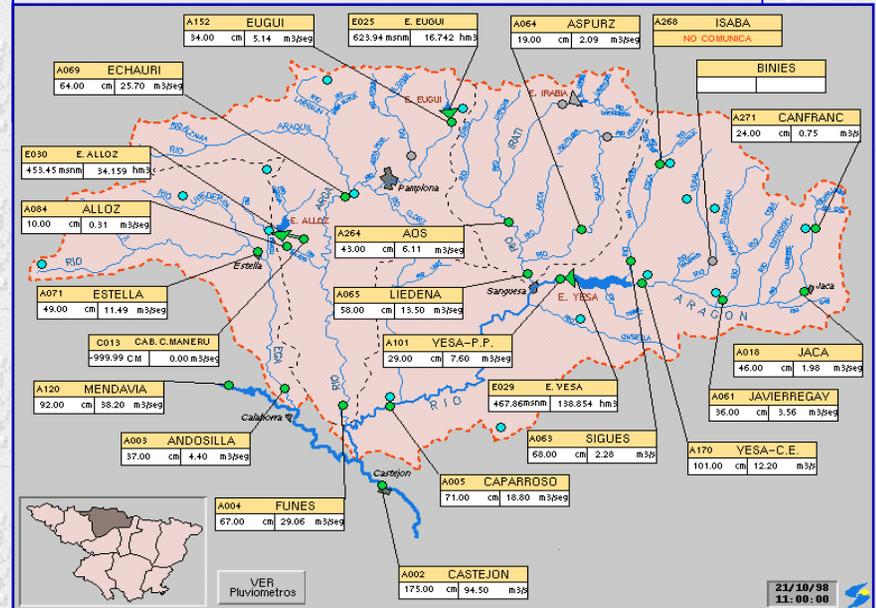
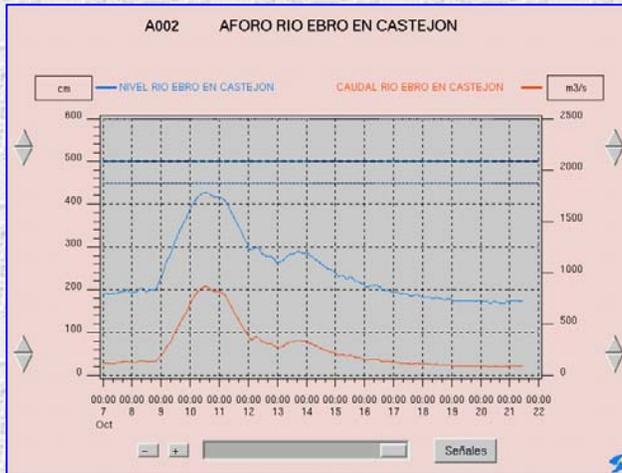
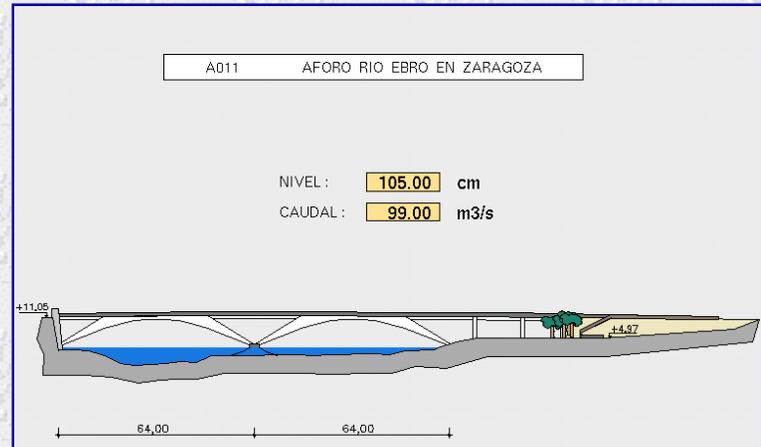
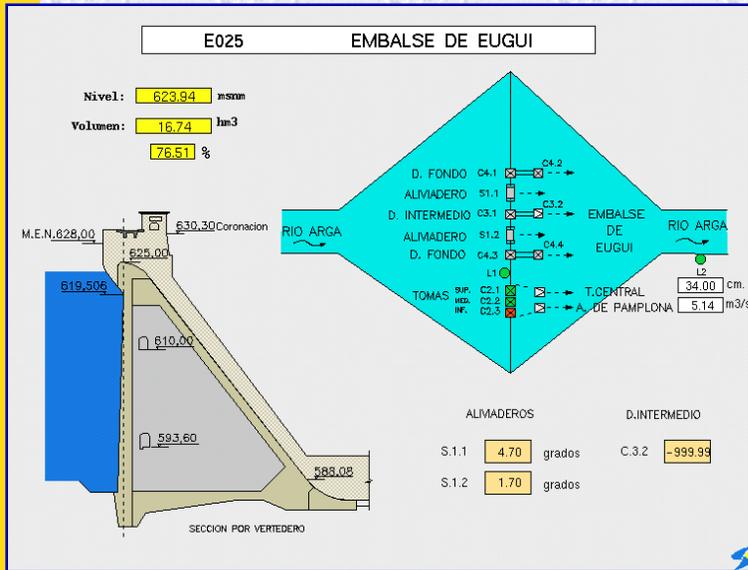
Subsistemas de la red de comunicaciones del SAIH Ebro

- Red primaria multicanal mallada.
- Red secundaria de datos en estrella con enlaces monocanales.
- Red secundaria de fonía: red trunking analógica (MPT1327).





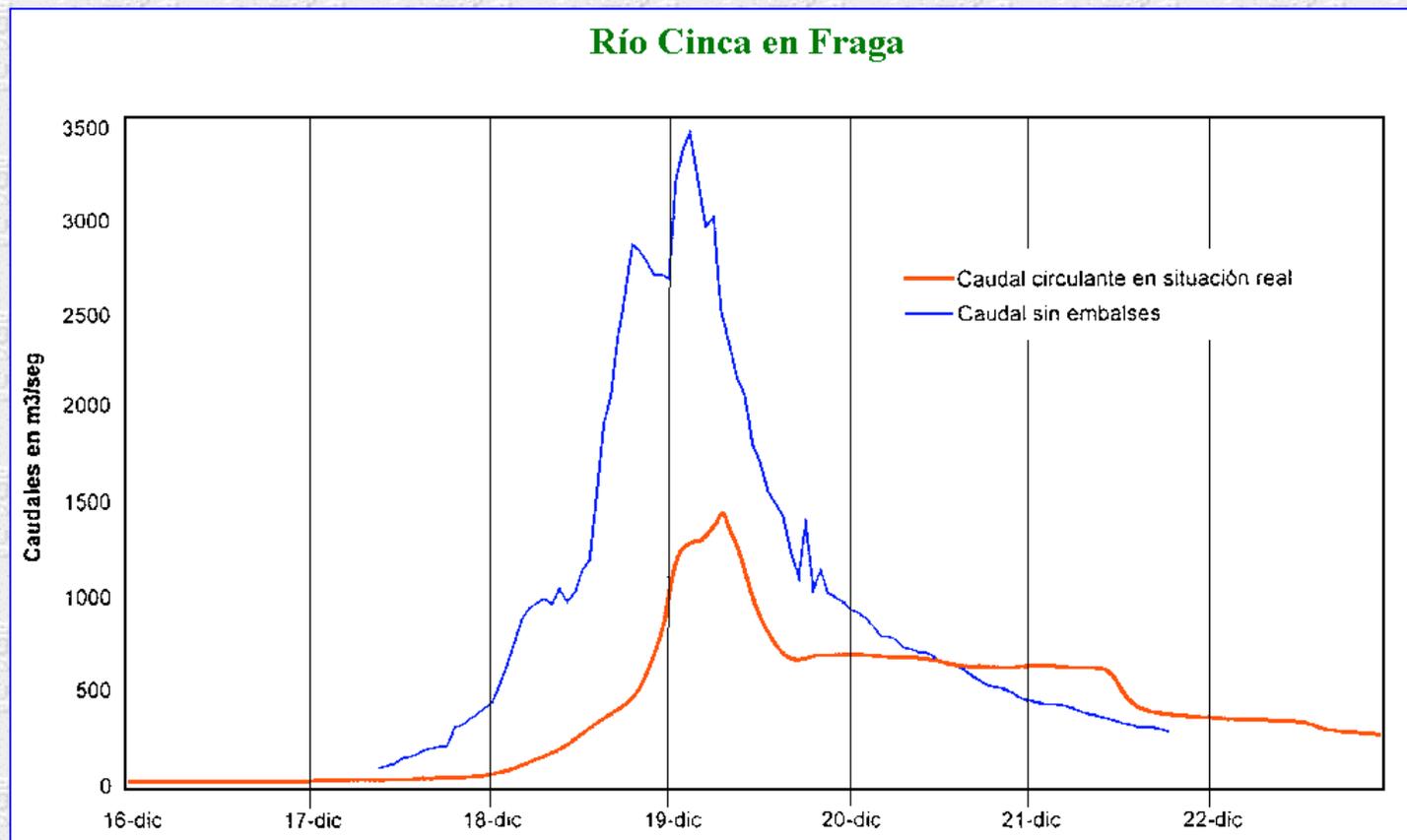
Ejemplos de la información facilitada por el S.A.I.H.





Ejemplos de la utilización del S.A.I.H. Ebro en avenidas

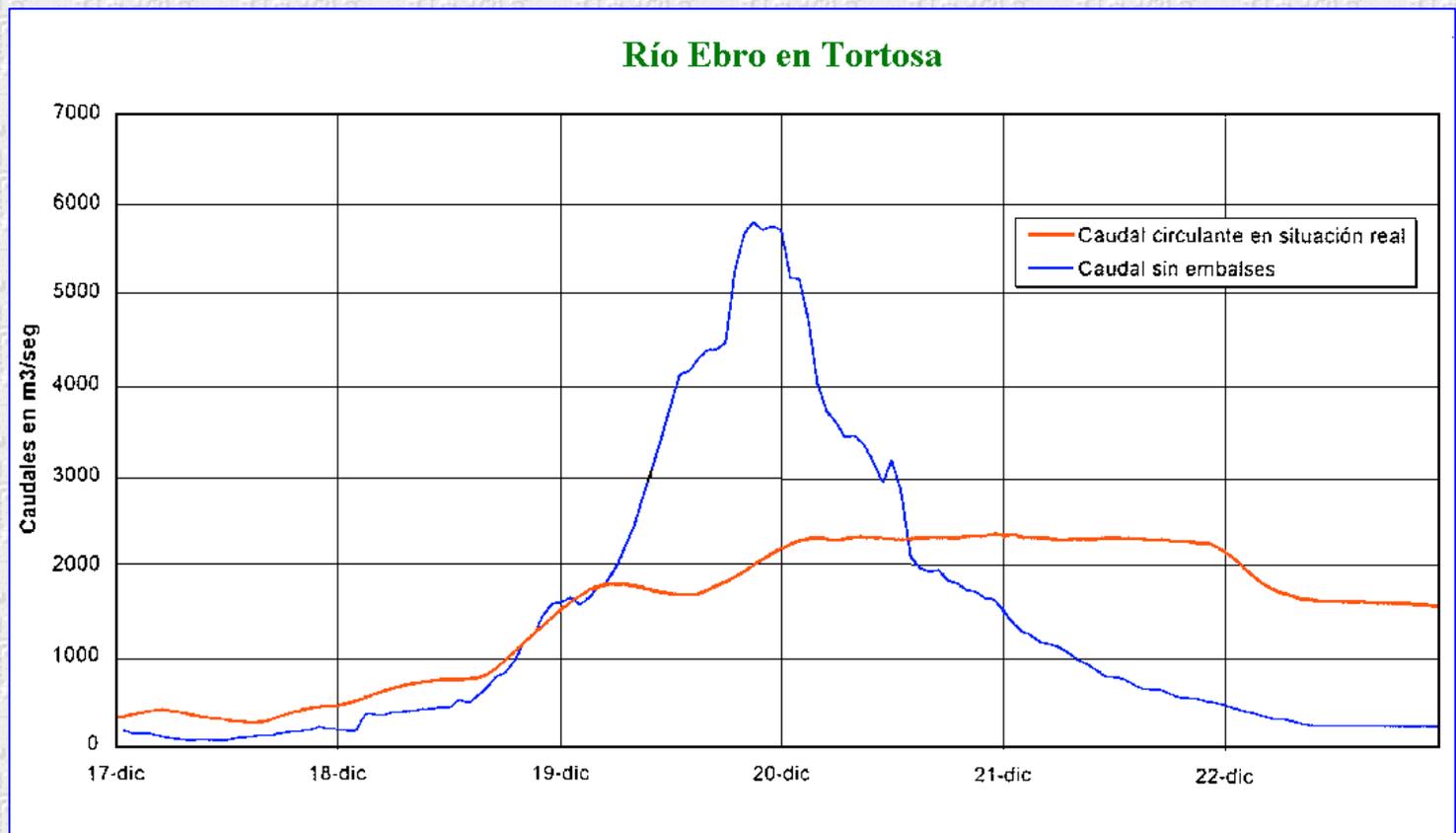
Hidrograma del río Cinca en Fraga 16-22/DIC/1996





Ejemplos de la utilización del S.A.I.H. Ebro en avenidas

Hidrograma del río Ebro en Tortosa 17-22/DIC/1996





Conclusiones

- **Enorme utilidad práctica en situaciones de emergencia**
- **Inversión amortizada**
- **Sistema rentable económicamente**
- **Herramienta indispensable para la gestión diaria de los recursos hidráulicos**
- **Optimización de la gestión y asignación de los recursos hidráulicos**
- **Factor de modernización de los Organismos de Cuenca y de la gestión hidráulica en general.**



- **Introducción**
 - Antecedentes
 - Desarrollo del programa SAIH
- **La red SAIH-Ebro**
 - Descripción de la red
 - Experiencias de uso
- **Evolución de la red SAIH-Ebro**
 - Sistema de Ayuda a la Decisión
 - El SAIH-Ebro en Internet



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

Secretaría de Estado de Aguas y Costas

Confederación Hidrográfica del Ebro

Evolución de la Red SAIH del río Ebro

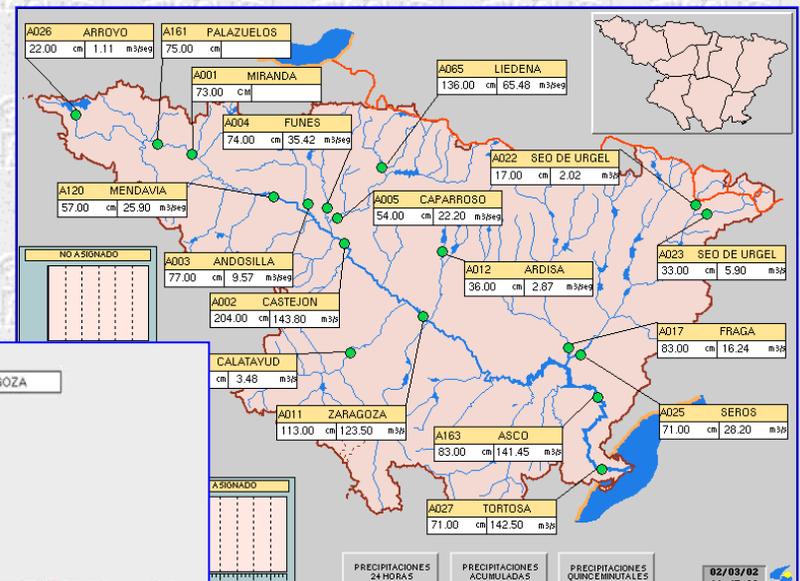
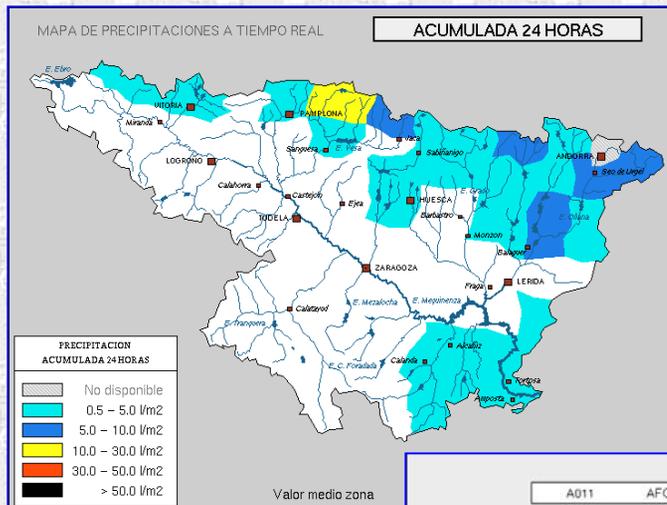
(I)

Implantación de un Sistema
de Ayuda a la Decisión



Objetivo de las redes SAIH

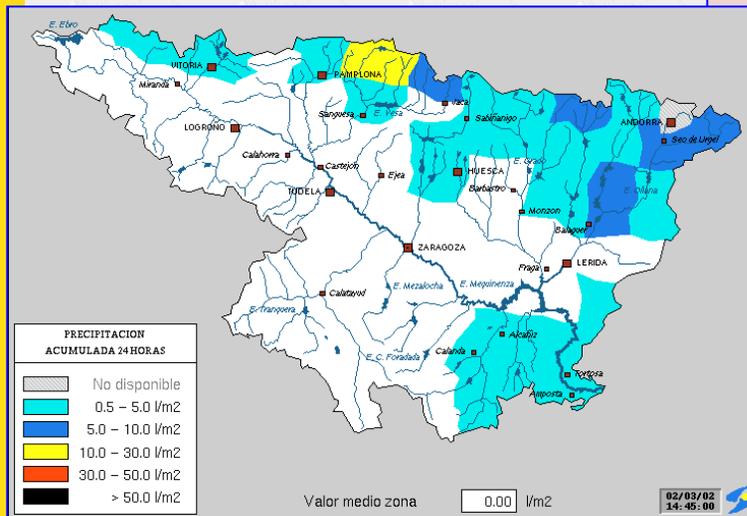
LA RED SAIH NOS PERMITE SABER, EN TIEMPO REAL, LO QUE ESTÁ PASANDO



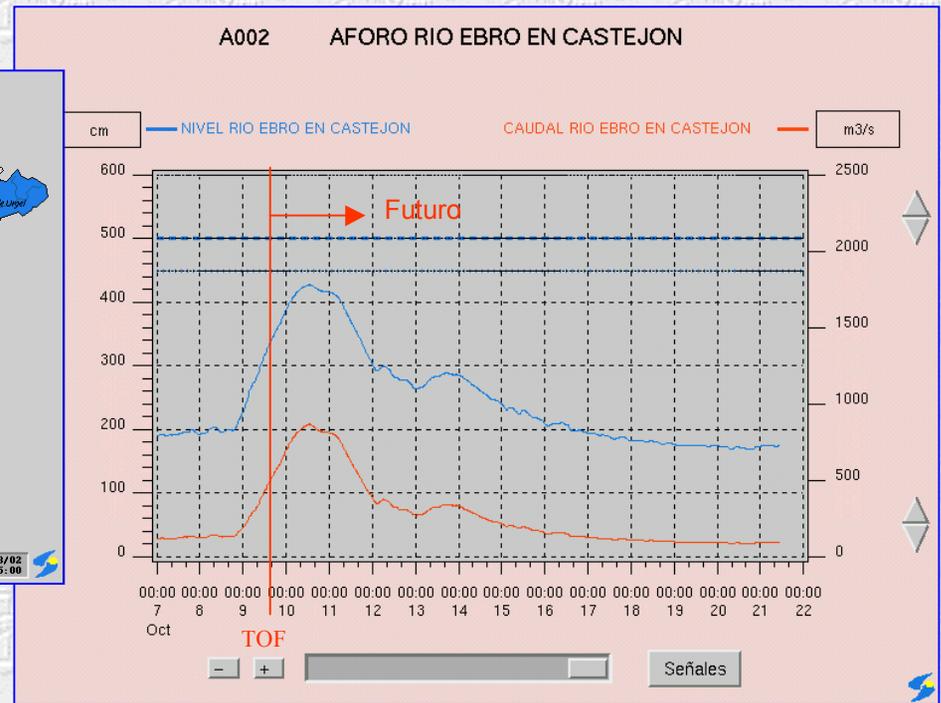


Evolución requerida a los SAIH (I)

➤ Conocimiento del futuro



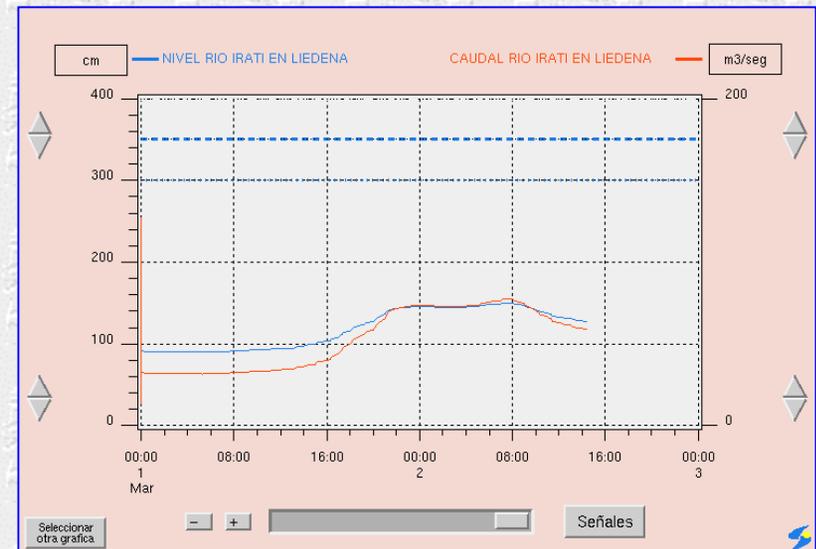
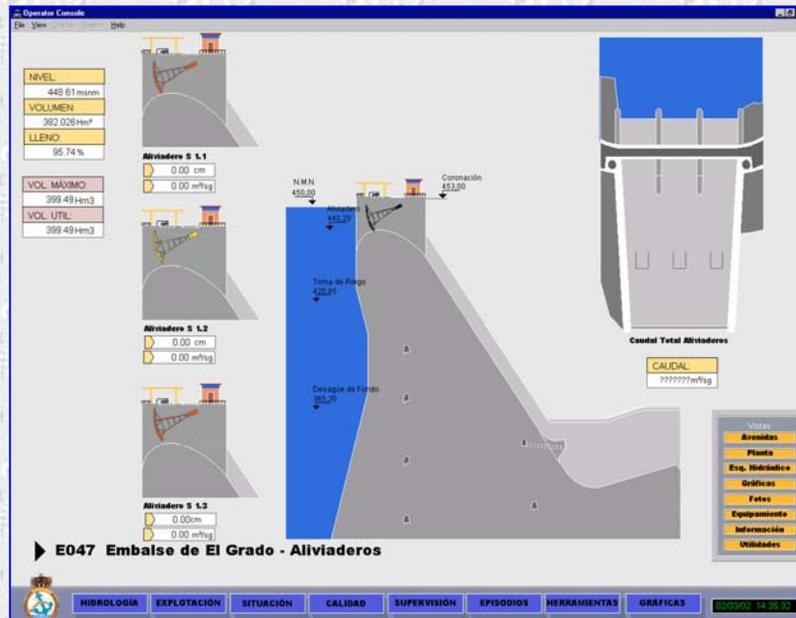
Lluvia Prevista





Evolución requerida a los SAIH (II)

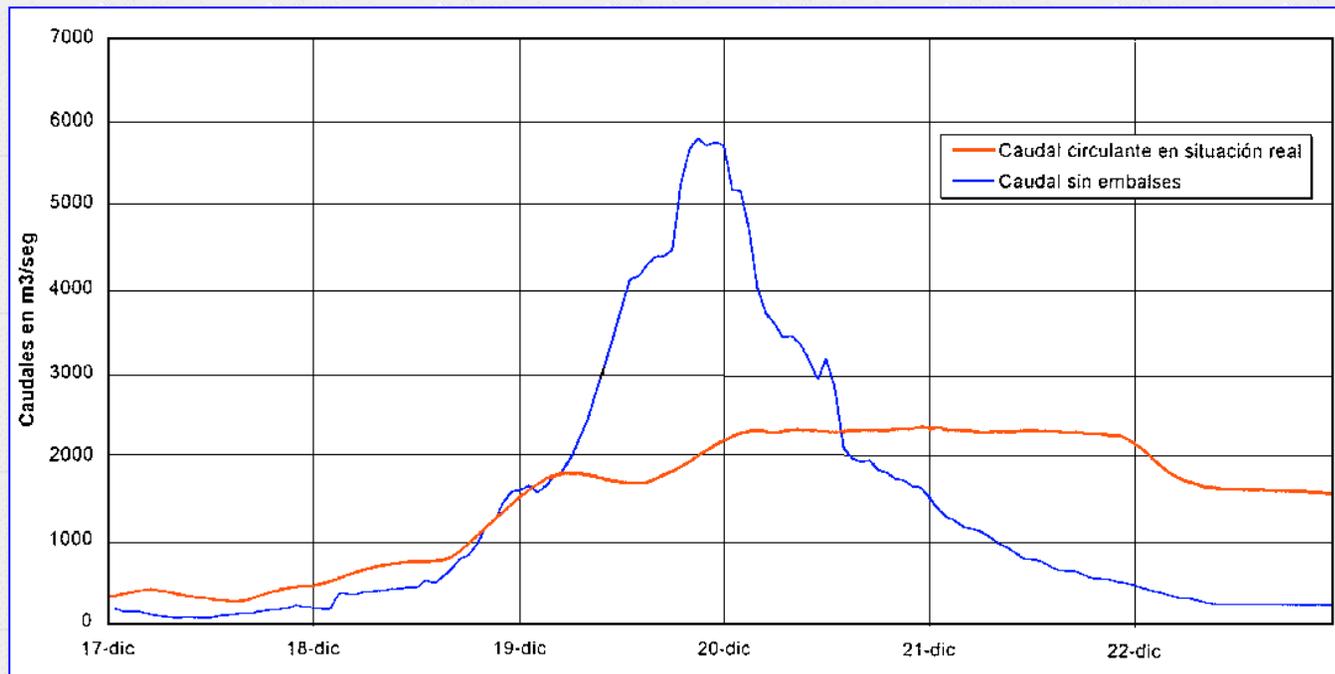
- Planteamiento y simulación de alternativas de actuación





Evolución requerida a los SAIH (III)

➤ Obtención de la decisión óptima





MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

Secretaría de Estado de Aguas y Costas

Confederación Hidrográfica del Ebro

Diseño e implantación de un Sistema de Ayuda a la Decisión SAD



(I) Conocimiento del futuro

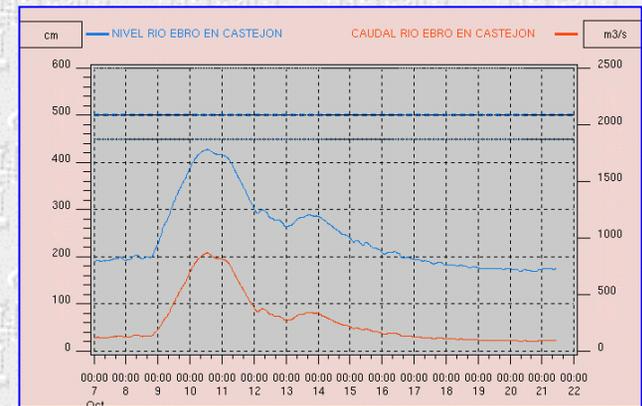
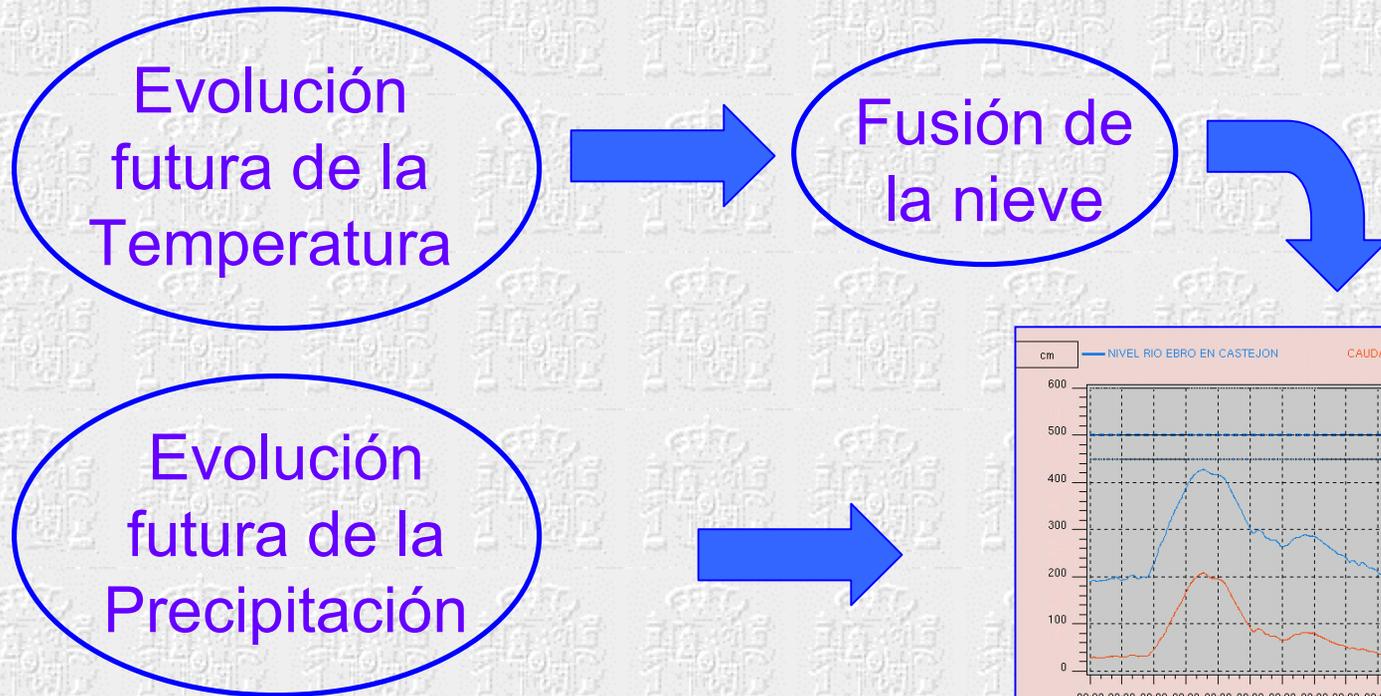
**SUPONE AÑADIR AL SAIH DOS
SISTEMAS ESPECIFICOS:**

- **Sistema de predicción**
- **Sistema de simulación**



(I) Conocimiento del futuro

➤ Sistema de predicción



Escorrentía futura



(I) Conocimiento del futuro

➤ Sistema de simulación

Su objetivo es el conocimiento de tres fenómenos principales:

- Fusión de la nieve
- Escorrentía a partir de la lluvia
- Simulación de la propagación de la escorrentía



(II) Alternativas de actuación

Planteamiento de las posibles formas de explotación de los embalses y su repercusión en puntos críticos de la Cuenca



Desarrollo de un **sistema interactivo** para conocer la evolución de niveles y caudales en función de las maniobras de explotación en las presas



(III) Obtención de la decisión óptima

La deducción de la forma óptima de explotación de los embalses depende de dos factores esenciales:

- **¿Cuál es la función objetivo a optimizar?**
- **¿Cómo optimizar automáticamente la función objetivo?**



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

Secretaría de Estado de Aguas y Costas

Confederación Hidrográfica del Ebro

Diseño del SAD del SAIH-EBRO

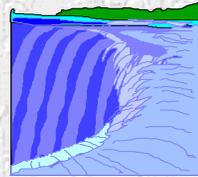


MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

Secretaría de Estado de Aguas y Costas

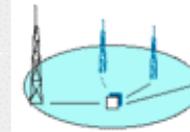
Confederación Hidrográfica del Ebro

Diseño del SAD del SAIH-EBRO (1)

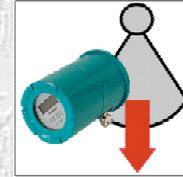


MEDIDA DE VARIABLES
HIDRÁULICAS E
HIDROLÓGICAS

DATOS DE LLUVIA
TEMPERATURA
Y NIVEL



DATOS DE ESTADO
DE EMBALSE Y
COMPUERTAS



MEDIDA DE VARIABLE
DE SISTEMA

RED SAIH



SCADA



DATOS DE ESTADO DEL
SISTEMA ELABORADOS



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

Secretaría de Estado de Aguas y Costas

Confederación Hidrográfica del Ebro

Diseño del SAD del SAIH-EBRO (2)

INFORMACIÓN DE FUENTES EXTERNAS



SERVICIOS METEOROLÓGICOS



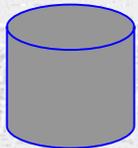
PREDICIONES



GENERADOR DE PREDICIONES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN

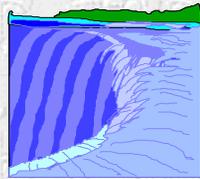


LLUVIA Y TEMPERATURA FUTURAS



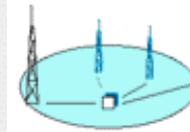
BASE DE DATOS DE SUCESOS HISTÓRICOS

PRECIPITACIONES Y TEMPERATURAS REGISTRADAS

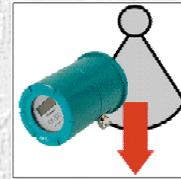


MEDIDA DE VARIABLES HIDRÁULICAS E HIDROLÓGICAS

DATOS DE LLUVIA TEMPERATURA Y NIVEL

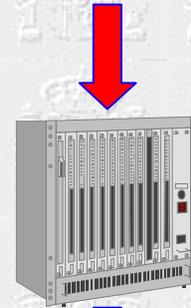


DATOS DE ESTADO DE EMBALSE Y COMPUERTAS



MEDIDA DE VARIABLE DE SISTEMA

RED SAIH



SCADA

DATOS DE ESTADO DEL SISTEMA ELABORADOS





MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

Secretaría de Estado de Aguas y Costas

Confederación Hidrográfica del Ebro

Diseño del SAD del SAIH-EBRO (3)

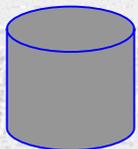
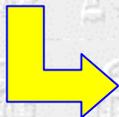
INFORMACIÓN DE FUENTES EXTERNAS



SERVICIOS METEOROLÓGICOS



PREDICIONES



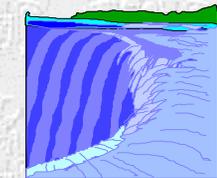
BASE DE DATOS DE SUCESOS HISTÓRICOS

PRECIPITACIONES Y TEMPERATURAS REGISTRADAS



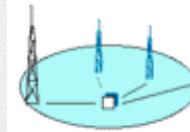
GENERADOR DE PREDICIONES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN

LLUVIA Y TEMPERATURA FUTURAS



MEDIDA DE VARIABLES HIDRÁULICAS E HIDROLÓGICAS

DATOS DE LLUVIA TEMPERATURA Y NIVEL



DATOS DE ESTADO DE EMBALSE Y COMPUERTAS

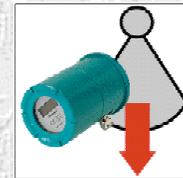


SCADA

DATOS DE ESTADO DEL SISTEMA ELABORADOS



MANIOBRA DE COMPUERTAS



MEDIDA DE VARIABLE DE SISTEMA

RED SAIH

GENERADOR DE MANIOBRAS DE EXPLOTACIÓN



OPTIMIZADOR DE MANIOBRAS DE EXPLOTACIÓN





MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

Secretaría de Estado de Aguas y Costas

Confederación Hidrográfica del Ebro

Diseño del SAD del SAIH-EBRO (4)

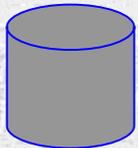
INFORMACIÓN DE FUENTES EXTERNAS



SERVICIOS METEOROLÓGICOS



PREDICIONES



BASE DE DATOS DE SUCESOS HISTÓRICOS

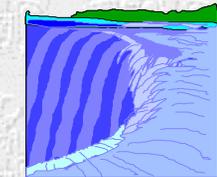
GENERADOR DE PREDICIONES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN



LLUVIA Y TEMPERATURA FUTURAS

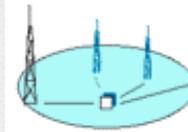


PRECIPITACIONES Y TEMPERATURAS REGISTRADAS

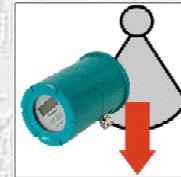


MEDIDA DE VARIABLES HIDRÁULICAS E HIDROLÓGICAS

DATOS DE LLUVIA TEMPERATURA Y NIVEL



DATOS DE ESTADO DE EMBALSE Y COMPUERTAS



MEDIDA DE VARIABLE DE SISTEMA

RED SAIH



SCADA

DATOS DE ESTADO DEL SISTEMA ELABORADOS



SIMULADOR

MANIOBRA DE COMPUERTAS



GENERADOR DE MANIOBRAS DE EXPLOTACIÓN



OPTIMIZADOR DE MANIOBRAS DE EXPLOTACIÓN

PREDICIONES PARA: USUARIOS INTERNOS USUARIOS EXTERNOS





MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

Secretaría de Estado de Aguas y Costas

Confederación Hidrográfica del Ebro

Descripción del Modelo construido



**MODELO CONSTRUIDO
SOBRE LA TOTALIDAD DE
LA CUENCA DEL EBRO**

(85.000 km²).

Dividida en 283 Subcuencas
4.500 Km de río modelizados

MODELOS HIDROLÓGICOS

- Precipitación/escorrentía (NAM)
- Fusión (ASTER)

MODELO DE PROPAGACIÓN

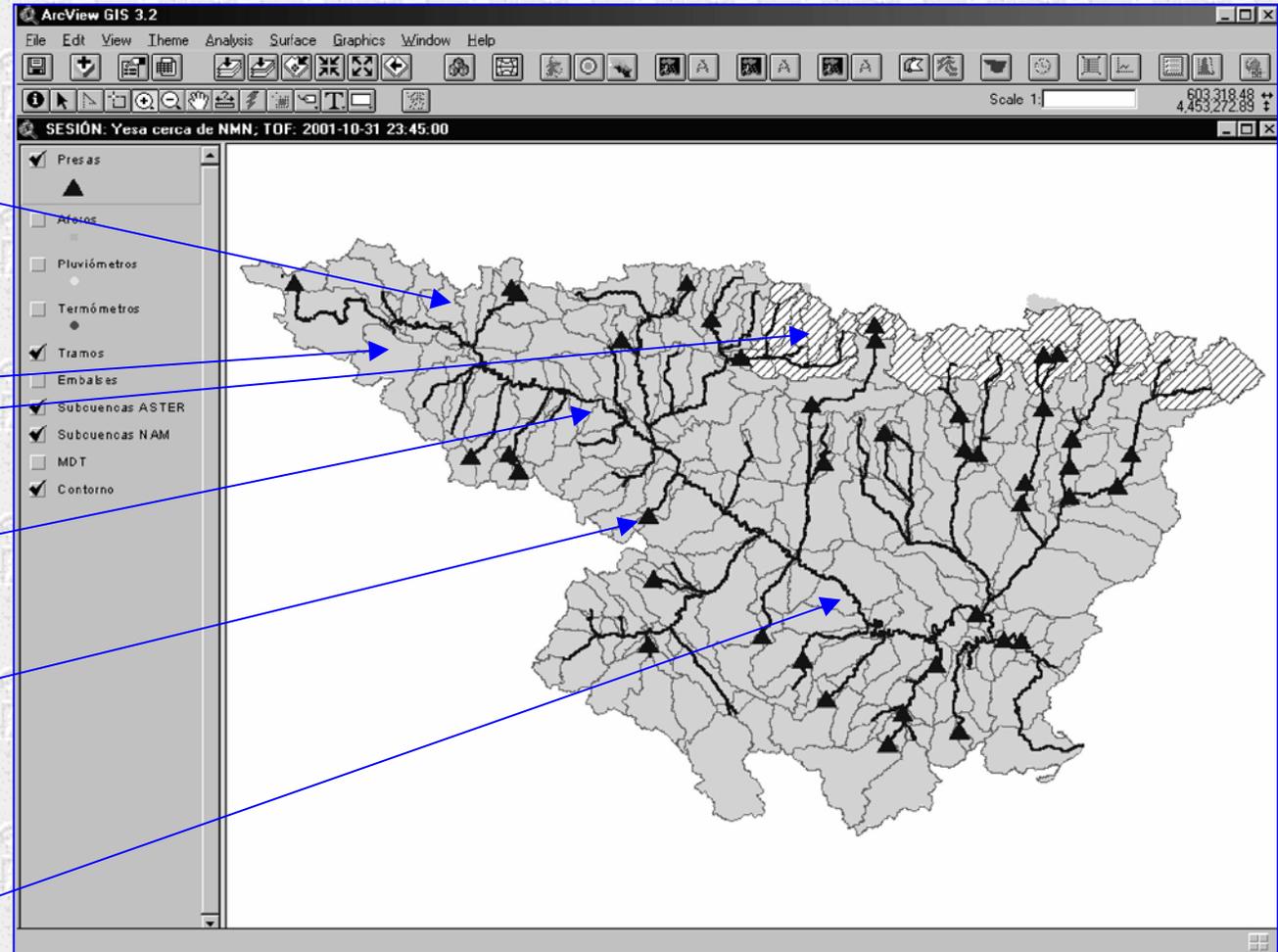
MIKE 11

**MODELO DE GESTIÓN DE
EMBALSES**

Módulo de estructuras
englobado en MIKE 11

MODELO DE PREDICCIÓN

Módulo Flood Forecast
englobado en MIKE 11





SIMULADOR PRINCIPAL DEL SISTEMA DE AYUDA A LA DECISIÓN (SAD)

Base de datos
SAD



Base de datos
intercambio
SAIH



Configuración
SAD



Gestor de
sesiones



Carga datos
pluviometría
y predicciones



ASTER



Gestor de
hipótesis



MIKE 11



Visualizar
resultados



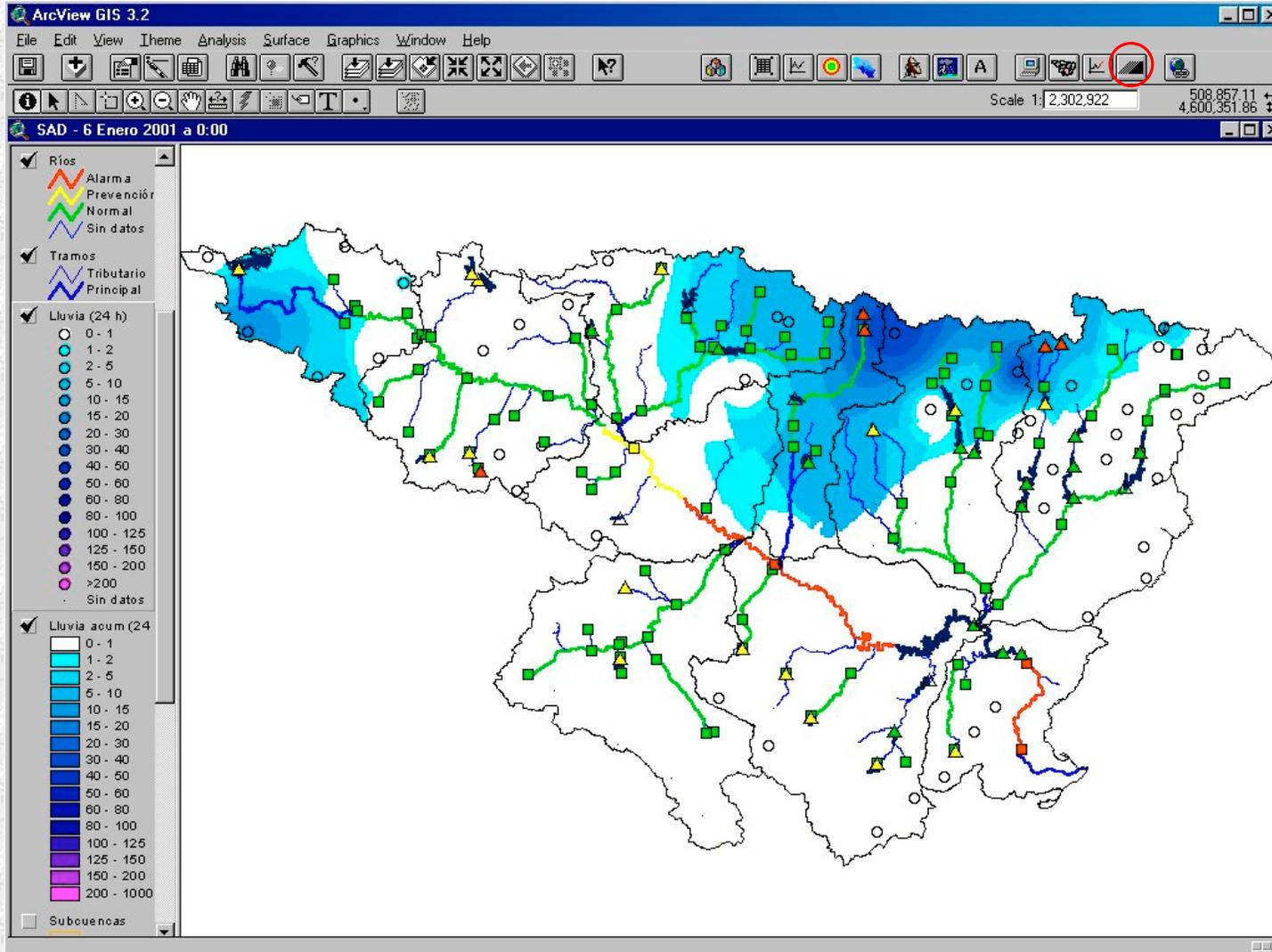
Enviar
resultados a SAIH

Se alimenta con datos procedentes del SAIH que se encuentran en una base de intercambio y se controla mediante una base de datos propia que se encarga de transmitir información entre los distintos programas que conforman el simulador



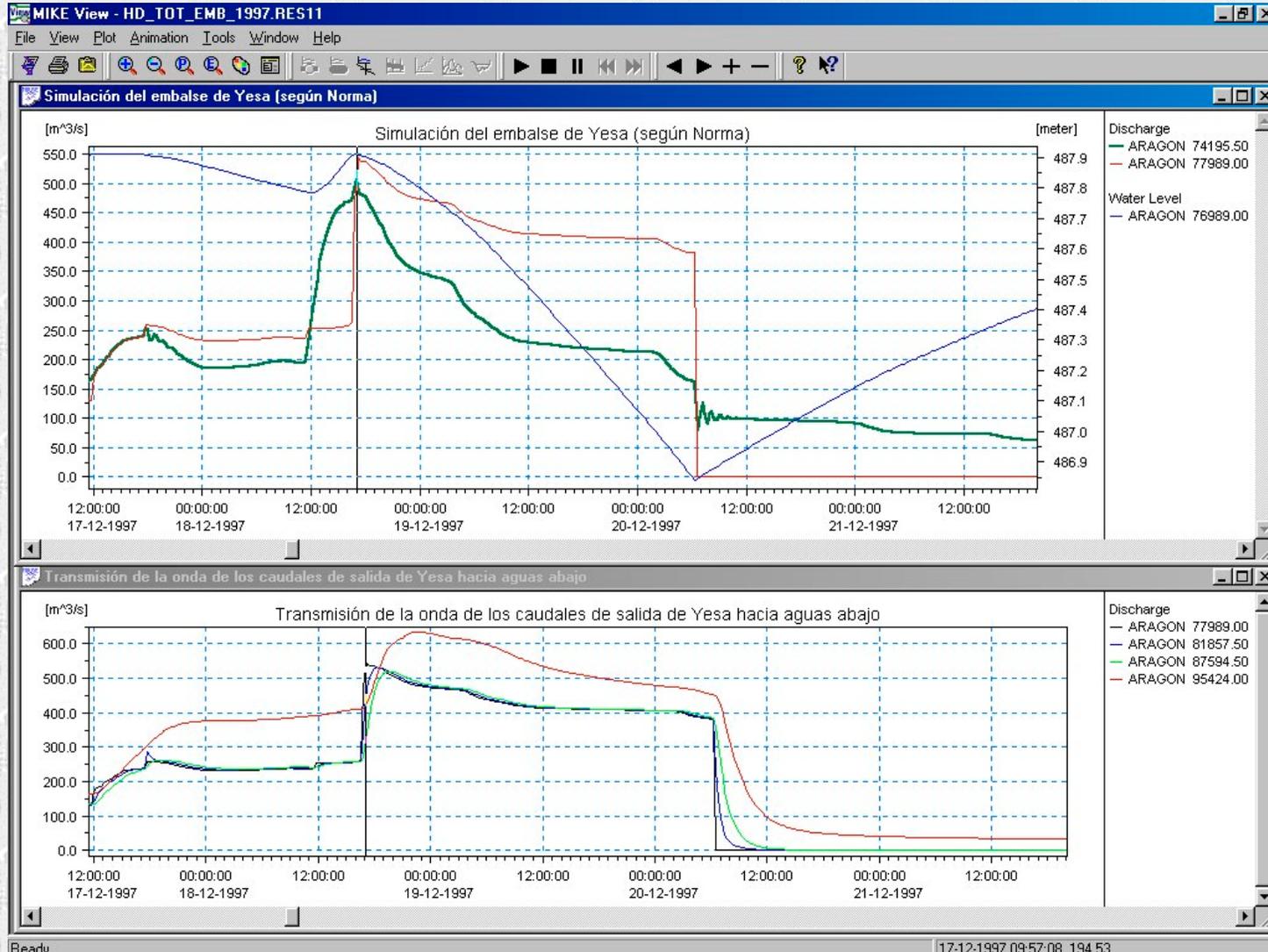
MANIOBRAS DE EXPLOTACIÓN EN EMBALSES

SIMULADOR PRINCIPAL DEL SISTEMA: ACCESO AL SIMULADOR DE MANIOBRAS





SIMULACIÓN DE UN EMBALSE MEDIANTE NORMA Y TRANSMISIÓN DE ONDA CON EL MODELO DE PROPAGACIÓN





MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

Secretaría de Estado de Aguas y Costas

Confederación Hidrográfica del Ebro

Evolución de la Red SAIH del río Ebro

(II)

Acceso por Internet al
SAIH-EBRO



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

Secretaría de Estado de Aguas y Costas

Confederación Hidrográfica del Ebro

La Red SAIH-Ebro
está en Internet
desde Noviembre de
2002

saihebro.com



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

Secretaría de Estado de Aguas y Costas

Confederación Hidrográfica del Ebro

WEB DEL SAIH DE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



- **Necesidad de una WEB para el SAIH**
- **Criterios de diseño**
- **Información disponible**
- **Forma de acceso**
- **Arquitectura del sistema**
- **Demostración de la página WEB**



- **Necesidad de una WEB para el SAIH**

La WEB se ha visto necesaria para permitir el acceso mediante un PC con navegador de Internet a la información del SAIH de los siguientes usuarios:

- Acceso remoto de usuarios internos.
- Acceso de usuarios externos:
 - ✓ Empresas, Universidades, Comunidades de regantes, Medios de comunicación, particulares, etc.
- Difundir en Internet el SAIH y los datos de que dispone.



- **Criterios de diseño**

La WEB se ha diseñado con los siguientes criterios:

- Toda la información del SAIH está disponible en tiempo real en la WEB.
- Según el perfil que cada usuario tenga, se permite el acceso a determinada información.
- Hay una información general que está disponible a cualquier usuario sin necesidad de registrarse previamente.
- La información se presenta al usuario de forma similar al SAIH.



- **Información disponible**

La información se filtra según el perfil del usuario que acceda.

El filtro se puede hacer por:

- Tipo de señal
- Señal
- Estación
- Intervalo de tiempo



Información disponible para cualquier usuario

Embalses	Ríos	Canales	Pluviómetros
Nivel	Nivel	Nivel	Lluvia
Volumen	Caudal	Caudal	Ríos
% de capacidad	Precipitación		Nivel
Caudal de salida			Caudal
			Precipitación

Inicialmente se ha configurado para que se vean los datos horarios y siete días de información



- **Forma de acceso de usuarios externos**
- Libre y sin restricciones a:
 - Datos de la hora y de siete días atrás
- Previo registro:
 - Datos históricos del banco de datos SAIH

Todas las páginas con datos tienen el mensaje de advertencia de que son datos en tiempo real y, por tanto, provisionales y sujetos a revisión posterior



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

Secretaría de Estado de Aguas y Costas

Confederación Hidrográfica del Ebro

EXPERIENCIA DE TENER EL SAIH-EBRO EN INTERNET DURANTE LOS EPISODIOS DE AVENIDAS DE FEBRERO-2003

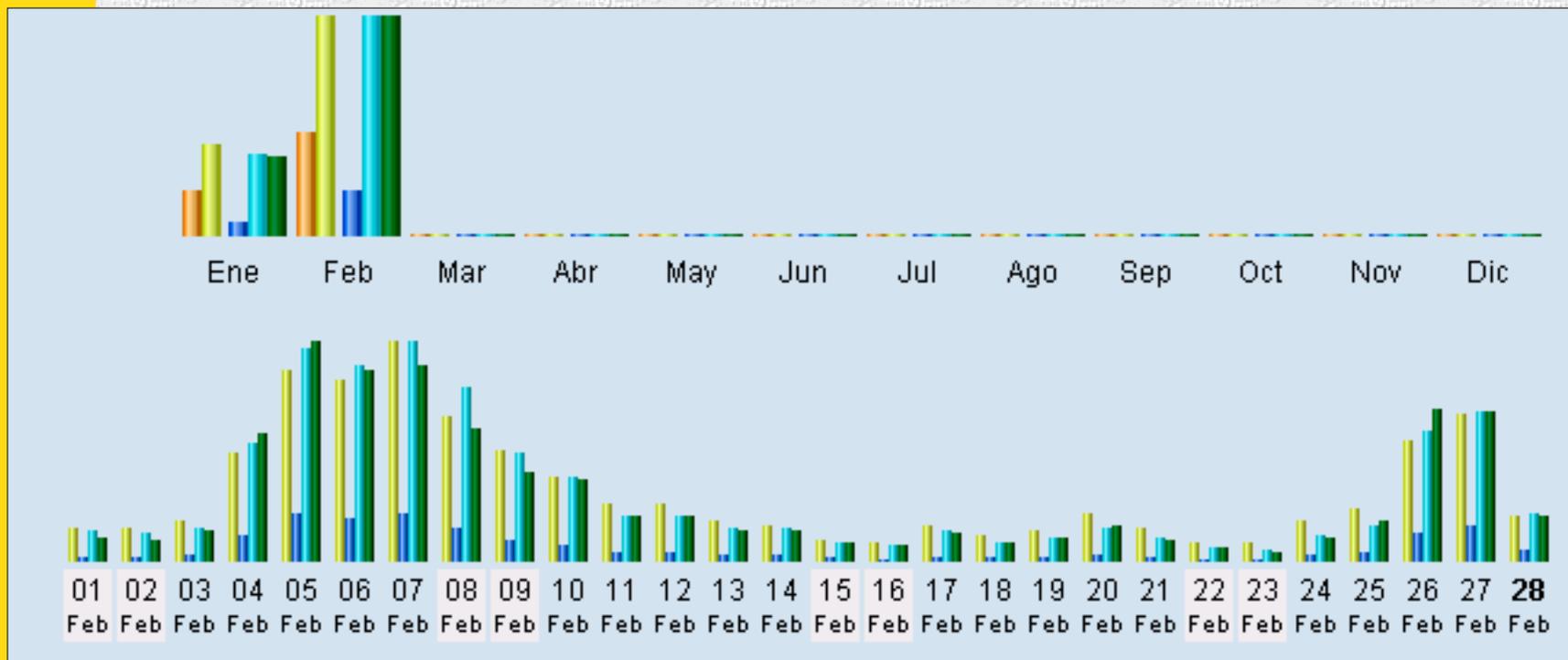


Estadísticas Febrero 2003

Visitantes distintos	4 960	
Número de visitas	10 461	2.1 Visitas/Visitante
Páginas	234 600	22.42 Páginas/Visita
Hits	1 136 428	108.63 Hits/Visita



Evolución diaria de accesos durante Febrero 2003





MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

Secretaría de Estado de Aguas y Costas

Confederación Hidrográfica del Ebro

Estadísticas Enero a Marzo de 2003

Mes	Visitantes distintos	Número de visitas
Enero	2 183	4 351
Febrero	4 960	10 461
Marzo (1-23)	2 107	4 299



Dominios/Países		Código	Páginas	Hits	Bytes	
	Network	net	85077	251537	916.04 MB	
	Spain	es	78744	447800	1.42 GB	
?	Desconocido	ip	65796	408211	1.32 GB	
	Commercial	com	3857	20986	69.15 MB	
	Non-Profit Organizations	org	467	3449	11.69 MB	
×	Old style Arpanet	arpa	310	1803	6.00 MB	
	United Kingdom	uk	108	582	1.89 MB	
	Italy	it	71	329	1.99 MB	
	USA Educational	edu	31	180	931.17 KB	
	Germany	de	29	225	951.63 KB	
	International	int	23	341	783.39 KB	
	Andorra	ad	13	120	206.11 KB	
	Uruguay	uy	13	75	417.92 KB	
	France	fr	13	299	1.41 MB	
	Thailand	th	12	84	447.58 KB	
	Finland	fi	9	106	529.99 KB	
	Mexico	mx	6	27	170.96 KB	
	Portugal	pt	6	52	250.66 KB	
	Sweden	se	5	64	338.24 KB	
	Peru	pe	2	31	158.21 KB	
	Belgium	be	2	82	487.39 KB	
	Netherlands	nl	2	10	45.17 KB	
	Chile	cl	1	1	174 Bytes	
	Poland	pl	1	17	69.33 KB	
	Brazil	br	1	1	174 Bytes	
Otros			1	16	72.36 KB	



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

Secretaría de Estado de Aguas y Costas

Confederación Hidrográfica del Ebro

La Red SAIH del río Ebro en Internet saihebro.com



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

Secretaría de Estado de Aguas y Costas

Confederación Hidrográfica del Ebro