

7as JORNADAS INTERNACIONALES GvSIG 2011

APLICACIÓN SOBRE SIG GvSIG PARA LA CONSULTA Y VISUALIZACIÓN DE MAPAS DE CAUDALES MÁXIMOS

Luis Quintas Ripoll

Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX

Jesús García Villar

TRAGSATEC

Antonio Jiménez Álvarez

Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX

CEDEX

DIRECCIÓN

Secretaría

Gabinete

www.cedex.es

**Centro de Estudios de
Puertos y Costas**

**Centro de Estudios
Hidrográficos**

**Centro de Estudios
de Carreteras**

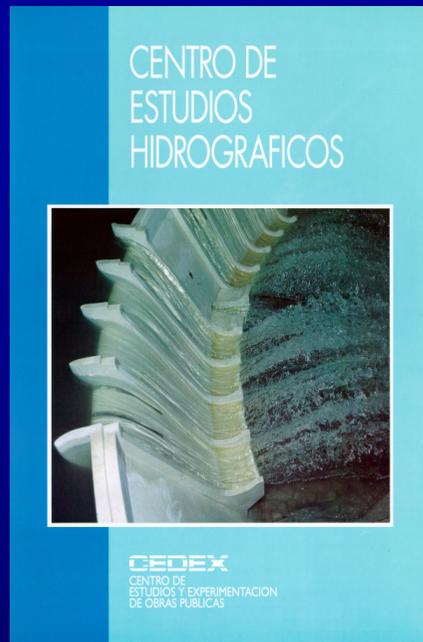
**Centro de Estudios de
Técnicas Aplicadas**

**Laboratorio Central de
Estructuras y Materiales**

**Laboratorio de
Geotecnia**

**Centro de Estudios Históricos
de Obras Públicas y Urbanismo**

CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS



Estudios sobre aguas continentales:

- Recursos naturales
- Planificación hidrológica
- Tecnologías del agua
- Usos del agua
- Medio ambiente hídrico
- Laboratorio de Hidráulica



hercules.cedex.es

MAPAS DE CAUDALES MÁXIMOS

Encomienda de gestión DGA-MARM – CEDEX:

“Asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico en materia de gestión de dominio público hidráulico y explotación de obras”

- Elaboración de un “Mapa de caudales máximos de avenida para la red fluvial de la España peninsular”

LAS CRECIDAS EN ESPAÑA

Valencia 1957



LAS CRECIDAS EN ESPAÑA

octubre 1982



noviembre 1987



septiembre 1996



octubre 2000



noviembre 2011

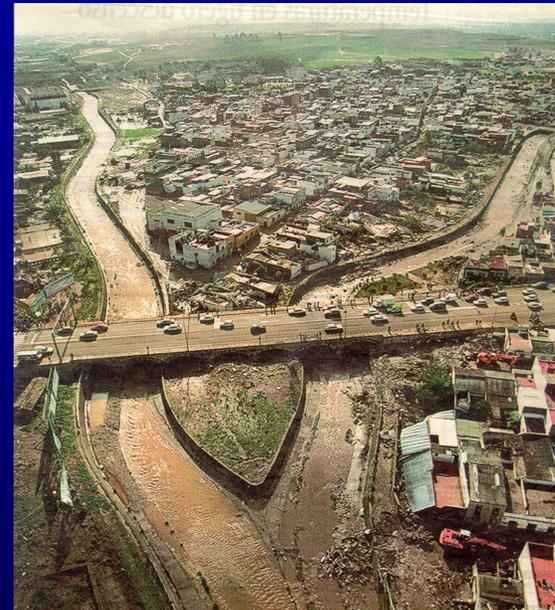


LAS CRECIDAS EN ESPAÑA

Biescas 1996



Badajoz 1997



NECESIDAD DE UN ESTUDIO HIDROLÓGICO

Régimen irregular de los ríos:

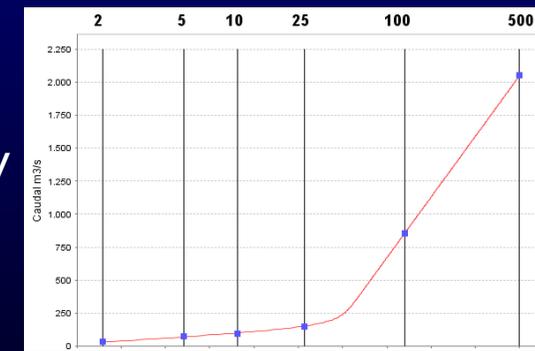
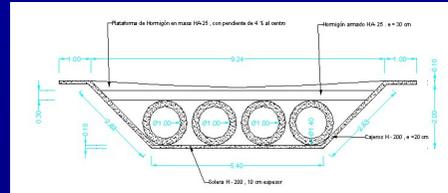
Actuación cerca o en un cauce:



Necesidad de un estudio hidrológico:

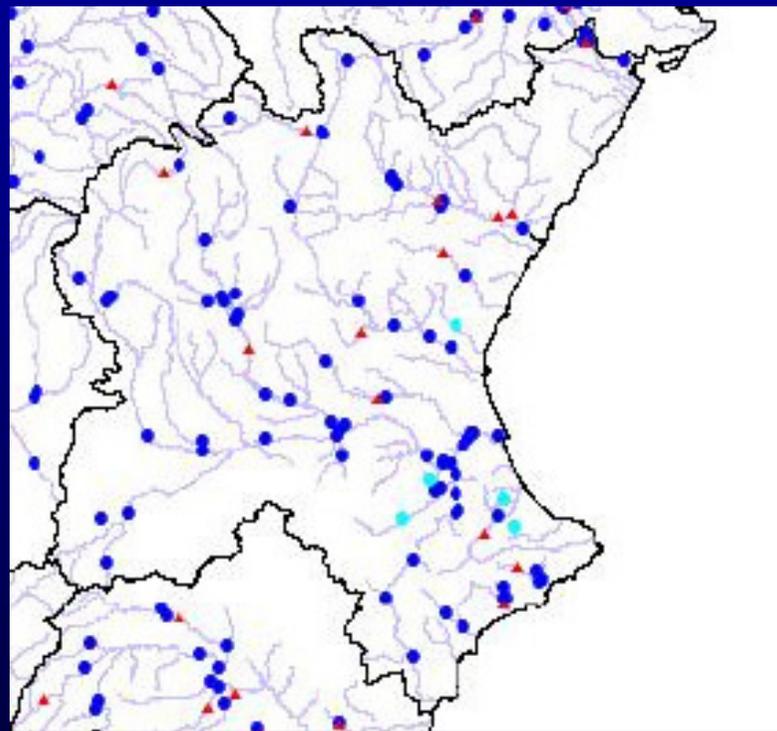
- Dimensionamiento para el caudal máximo
- Caracterización del régimen de caudales máximos
- Fenómeno aleatorio: probabilidad de ocurrencia de un caudal:
 - leyes de frecuencia caudal – tiempo periodo de retorno: 2, 5, 10, 25, 100 y 500 años
 - caudales correspondientes: cuantiles
- Obra civil => desagüe de determinado cuantil

¿Cómo facilitar la elaboración del estudio?



OBTENCIÓN DE LOS CAUDALES PARA CADA PERIODO DE RETORNO

Elaboración de mapas de caudales máximos para todo el territorio de las Confederaciones Hidrográficas y **herramienta de consulta**



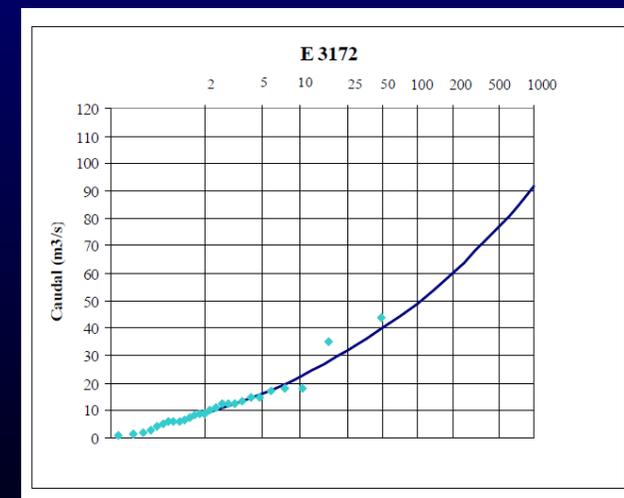
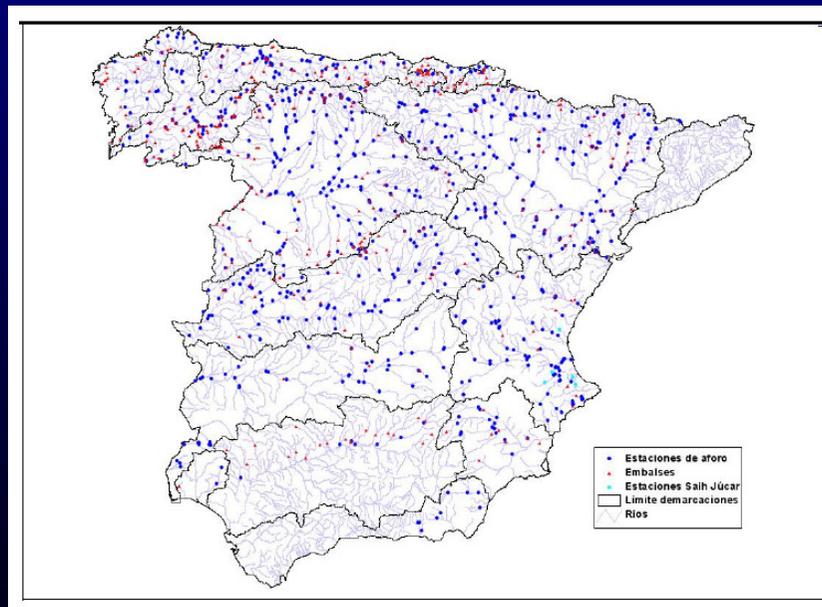
Dos posibilidades:

1. Se tienen series temporales históricas de caudales máximos
2. Se desconoce el régimen de caudales

CAUDALES Y PERIODOS DE RETORNO CON SERIES HISTÓRICAS

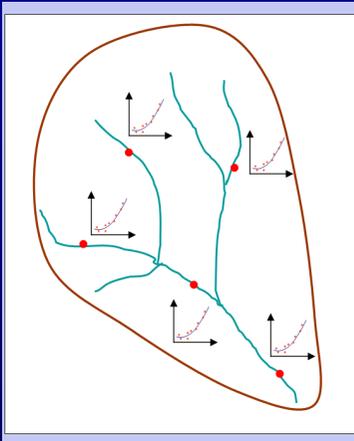
1. Se tienen series temporales históricas de caudales:

- Selección de las estaciones válidas
- Estudio de la serie temporal
- Avenidas históricas
- Transformación datos medios en instantáneos
- Ajuste a una ley de distribución

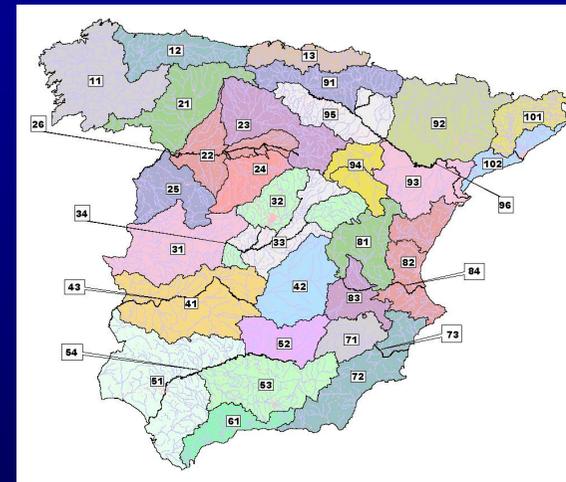


CAUDALES Y PERIODOS DE RETORNO CON SERIES HISTÓRICAS

- Regionalización de las leyes de frecuencia
- Interpolación entre estaciones de medida (funciones de regresión múltiple)

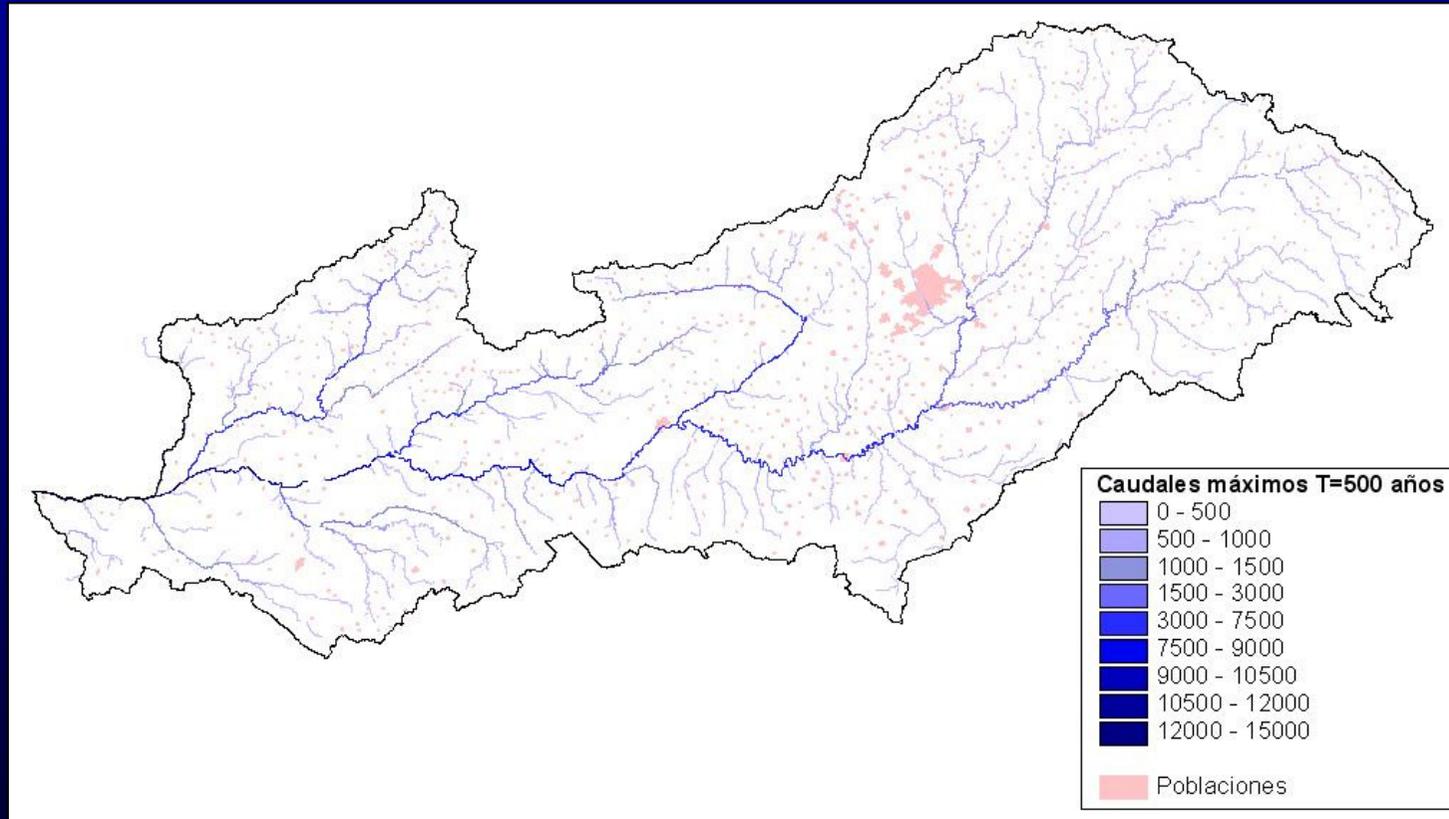


Estación	T = 2 años	T = 5 años	T = 10 años	T = 25 años	T = 100 años	T = 500 años
Región 31 Tajo Occidental						
3028	898	1726	2344	3213	4706	6788
3162	66	122	164	222	323	463
E3056	224	406	542	733	1061	1518
E3066	599	939	1193	1549	2161	3015
3141	652	1101	1436	1908	2719	3849
3144	62	113	151	204	295	423
3146	190	310	399	525	741	1042
3147	266	467	616	827	1188	1692
3148	122	207	271	369	514	729
3161	224	432	586	804	1177	1698
3163	161	270	352	467	664	939
3168	202	412	568	787	1165	1691
3169	221	439	602	831	1225	1775
3182	85	159	215	293	427	613
3199	63	130	179	249	369	536
3200	53	104	142	196	288	416
3213	60	130	182	255	380	555
3217	31	76	110	158	240	354
3218	61	114	155	211	308	444
3220	44	93	129	180	268	390
3222	55	122	172	243	364	533
3224	18	39	44	60	88	126
3226	98	168	220	294	420	597
3235	65	120	161	219	318	456
3240	30	59	89	134	190	270
3244	42	85	117	163	241	350
3245	22	33	41	52	71	97
3246	41	79	97	131	189	270
3261	40	76	103	141	206	297
E3094	48	109	154	217	327	478
3278	37	74	101	140	207	300



MAPAS DE CAUDALES MÁXIMOS EN RÍOS PRINCIPALES

=> mapas raster de caudales máximos en los grandes ríos para los diferentes periodos de retorno



Ejemplo de mapa raster de los caudales máximos del Tajo para T=500 años

CAUDALES Y PERIODOS DE RETORNO SIN SERIES HISTÓRICAS

2. No se tienen series temporales históricas de caudales:

Cuencas > 10 km² y < 50 km²

=> Métodos hidrometeorológicos (método racional modificado):

$$Q = \frac{CIA}{3.6} K$$

Álgebra de mapas

Coeficiente de escorrentía:

$$C = \frac{(P_d / P_0 - 1) \cdot (P_d / P_0 + 23)}{(P_d / P_0 + 11)^2}$$

Intensidad de precipitación:

$$I_t = I_d \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0.1-t^{0.1}}}{28^{0.1}-1}}$$

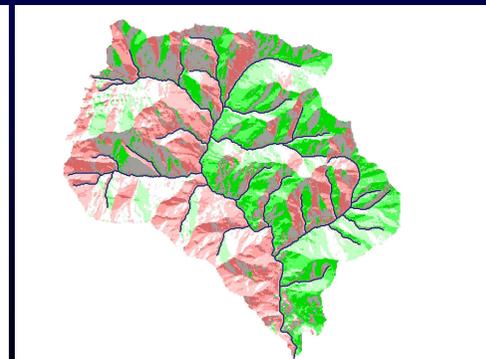
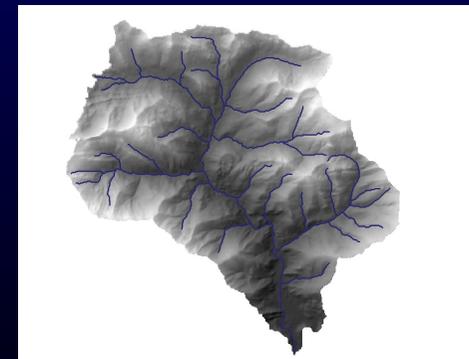
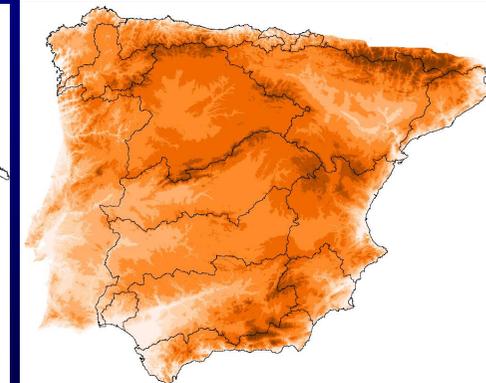
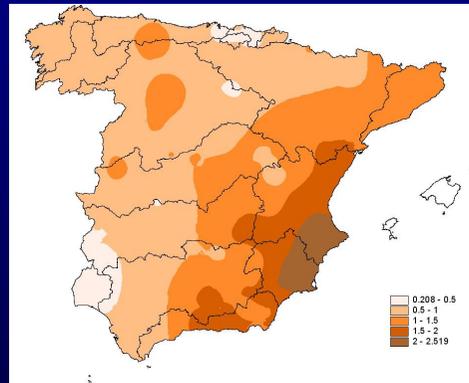
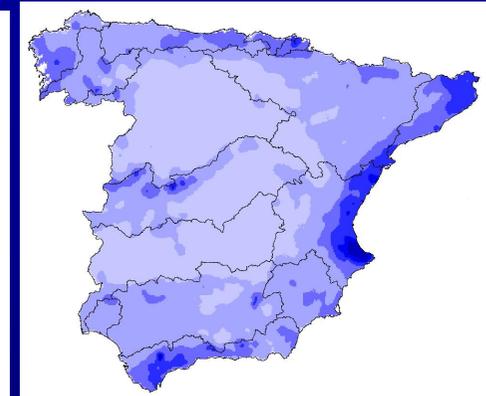
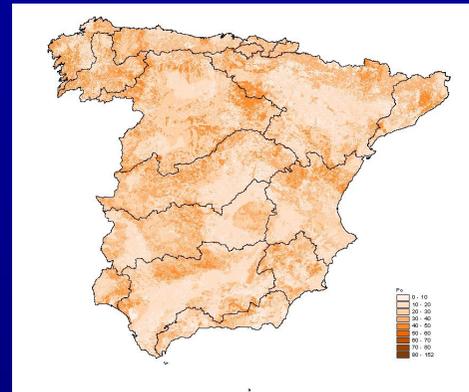
Coeficiente de uniformidad:

$$K = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14} \quad T_c = 0,3 \frac{L}{J^{1/4}}$$

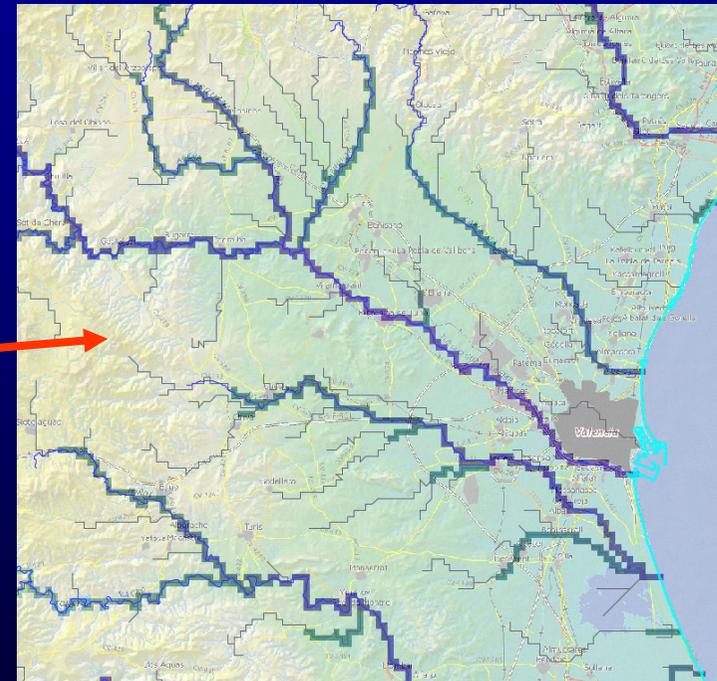
Área de la cuenca vertiente

MÉTODO RACIONAL MODIFICADO

- Umbral de escorrentía (500mx500m)
- Intensidades de lluvia: mapas de precipitaciones máximas diarias (1kmx1km)
- Otros mapas auxiliares
- Área, tiempo de concentración y desnivel: Modelo digital del terreno (500x500m) y mapa de direcciones de drenaje



MAPAS DE CAUDALES MÁXIMOS



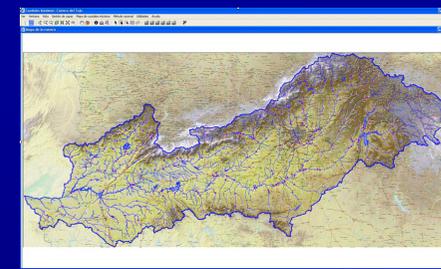
REQUERIMIENTOS DEL SOFTWARE ENTREGABLE

- Distribución gratuita en DVD y descarga por Internet
- Consulta de los mapas de caudales máximos para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 100 y 500 años.
- Cálculo del caudal máximo de cualquier otro periodo de retorno entre 2 y 500 años por interpolación
- Herramienta para estimaciones de caudales máximos en puntos de la red fluvial no incluidos en los mapas (cuencas menores de 50 km²):
- Generación de informes



VERSIONES DE CAUMAX

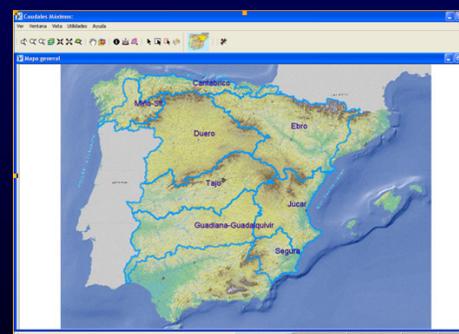
- Versión Beta:
Diseño de estructura general
Colaboración de IVER y TRAGSATEC



- Versión 1.0 :
Cuenca del Tajo (Abril 2009)
Ampliación y mejora de la versión inicial y nueva funcionalidad
Colaboración de TRAGSATEC



- Versión 2.0 :
cuencas intercomunitarias (Junio 2011)
Ampliación de funcionalidad
Colaboración de TRAGSATEC



ESQUEMA GENERAL DE CAUMAX

APLICACIÓN SIG PARA LA VISUALIZACIÓN DE LOS MAPAS DE CAUDALES MÁXIMOS (CAUMAX)



V 1.1.2

Windows XP

+



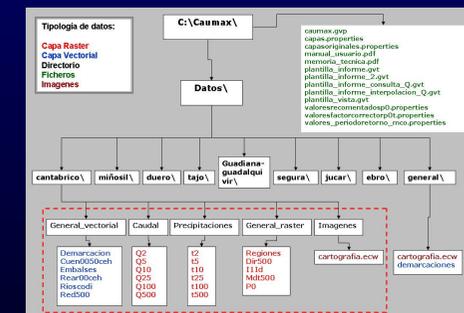
EXTENSIÓN

+

PROYECTO
GvSIG
CAUMAX.GVP

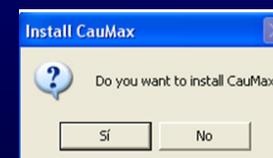
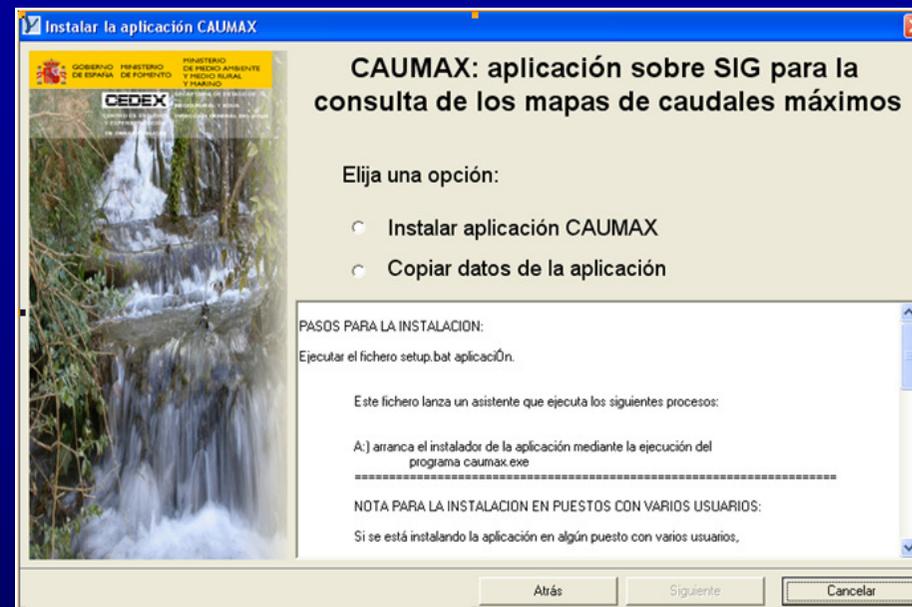
+

CAPAS Y
FICHEROS



INSTALACIÓN DE CAUMAX

- Instalación de la aplicación
- Copia de las capas y ficheros



La aplicación está disponible en:

<http://www.marm.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snczi/mapa-de-caudales-maximos/>

http://hercules.cedex.es/caumax/caumax_v2.rar

DATOS EN CAUMAX

Datos necesarios por demarcación hidrográfica

Ver Ventana Vista Gestión de capas Mapa de caudales máximos Método racional Utilidades Ayuda

Tabla de contenidos: Vista: Júc...

- Demarcación
 - Default
- Cuencas
 - Default
- Ríos
 - Default
 - Red 10 km
- Estaciones de aforo
 - Default
- Embalses
 - Default
- Caudales 2 años
- Caudales 5 años
- Caudales 10 años
- Caudales 25 años
- Caudales 100 años
- Caudales 500 años
- Precipitaciones 2 años
- Precipitaciones 5 años
- Precipitaciones 10 años
- Precipitaciones 25 años
- Precipitaciones 100 años
- Precipitaciones 500 años
- Regiones
- P0
- I11d
- MDT
- Direcciones de drenaje
- cartografia.ecw

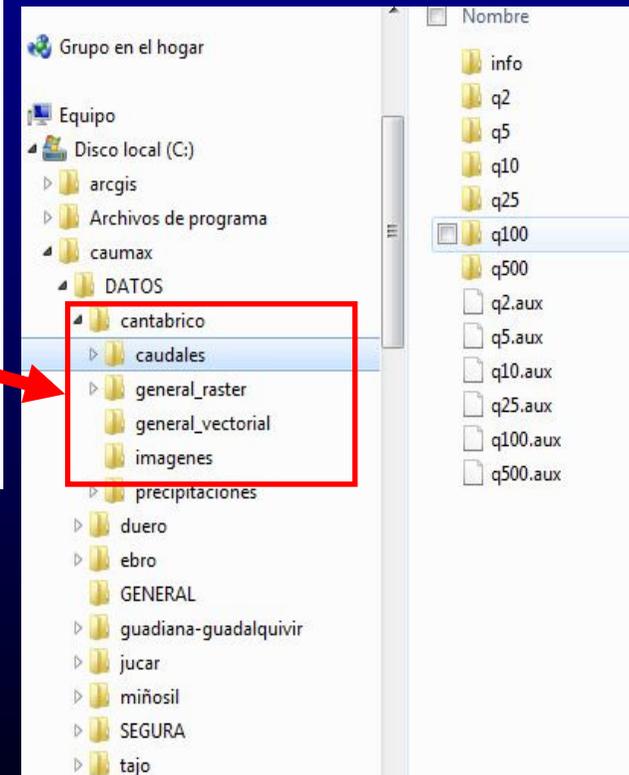
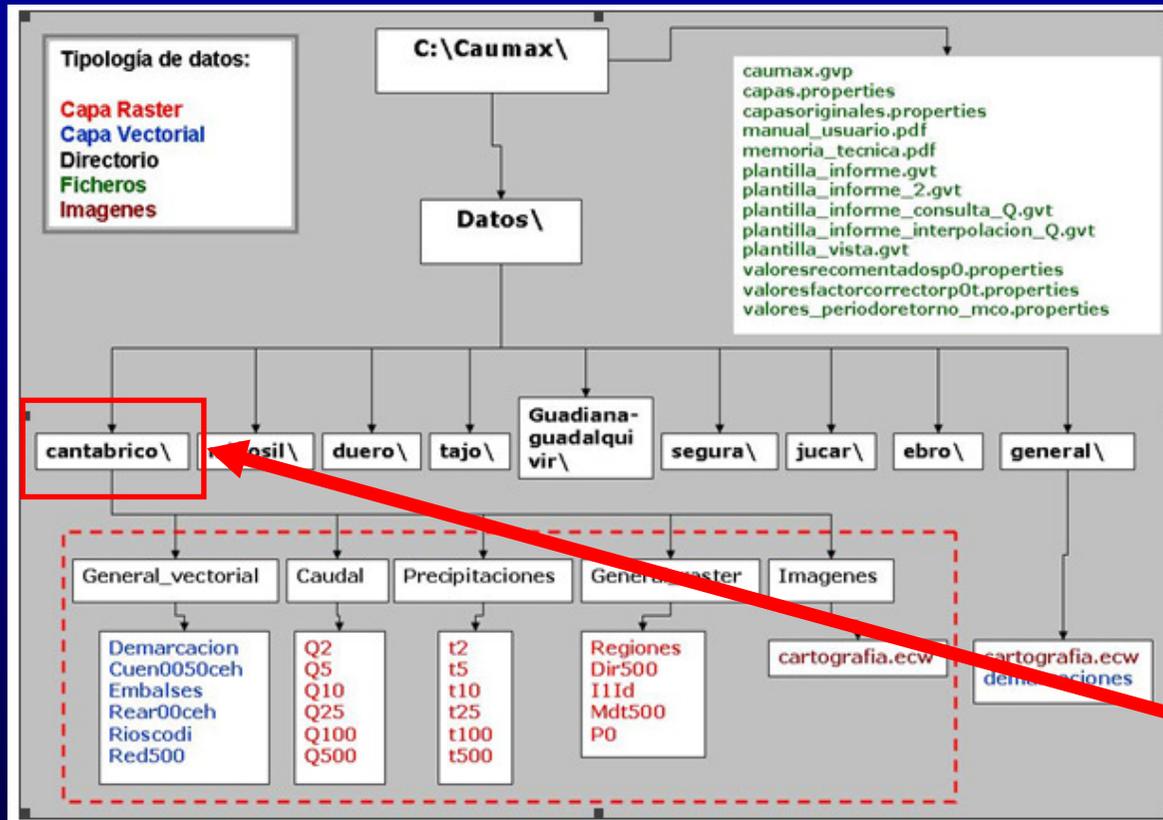
Capas vectoriales de apoyo

Capas raster de caudales máximos por periodo de retorno

Capas raster para la aplicación del método racional.

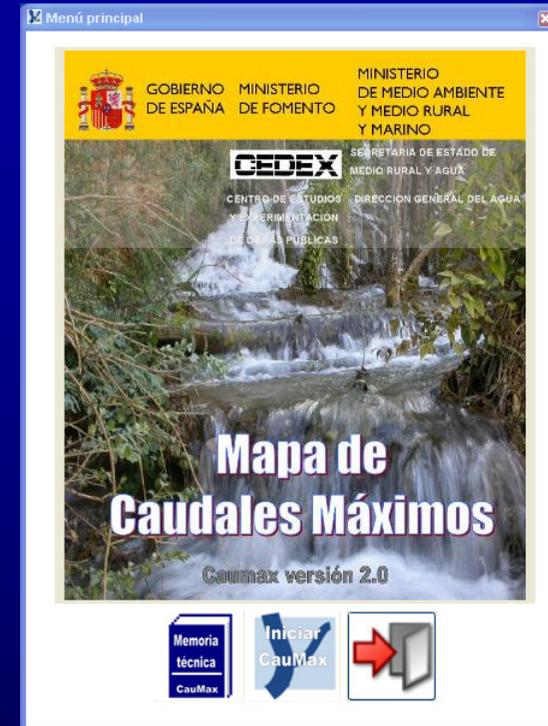
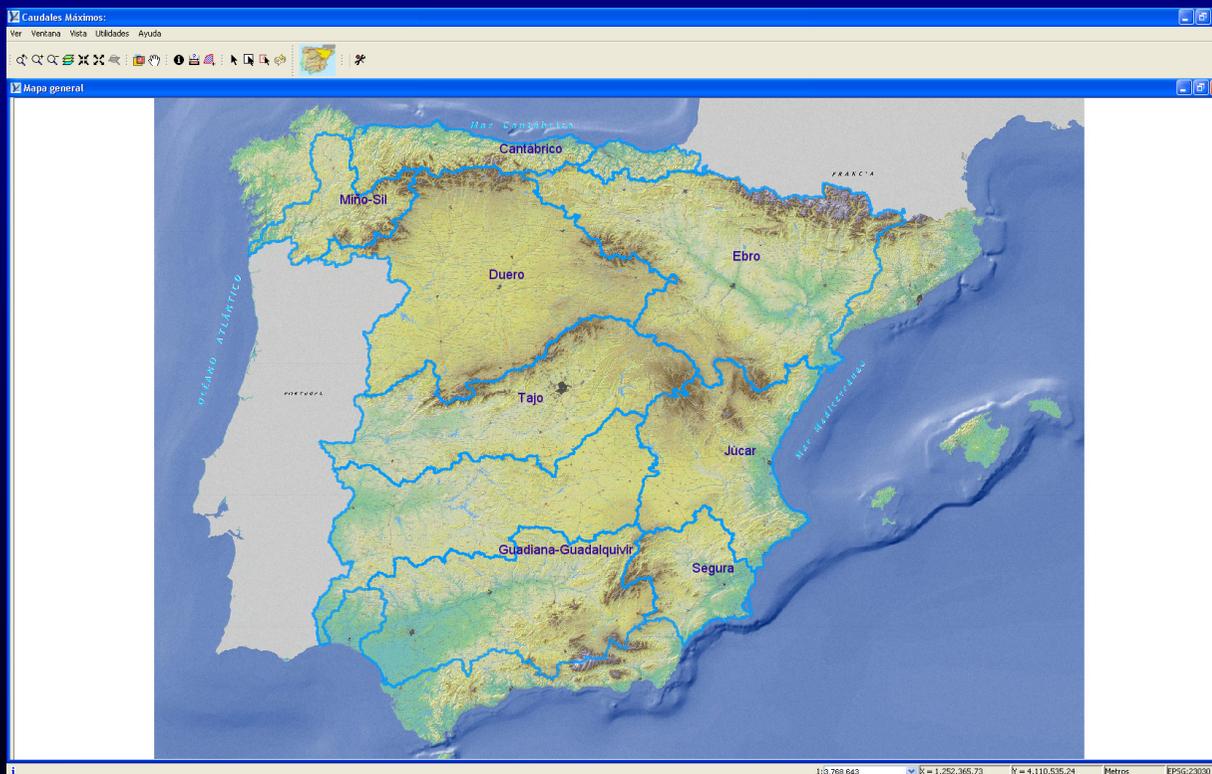
Imagen de fondo

ESTRUCTURA DE DATOS



FUNCIONAMIENTO DE CAUMAX

- Menú inicial: Iniciar la aplicación con un menú personalizado
- Vista primera o principal: selección de la cuenca hidrográfica



BARRA DE HERRAMIENTAS

Caudales Máximos:

Ver Ventana Vista Gestión de capas **Mapa de caudales máximos** Método racional Utilidades Ayuda

Consulta de las capas de caudales máximos

Búsqueda de rios

Nombre rio
 Código rio

2001.0

Zoom

Periodo de retorno

2 5 10
 25 100 500

Punto de cálculo X:
Y:

Resultado de la consulta

Caudal (m3/s) Periodo de retorno:

Informe (PDF) Consultar Cerrar

Interpolación de cuantiles

Búsqueda de rios

Código rio 2001.0
 Nombre rio

Zoom

Punto de cálculo X:
Y:

Máxima crecida ordinaria

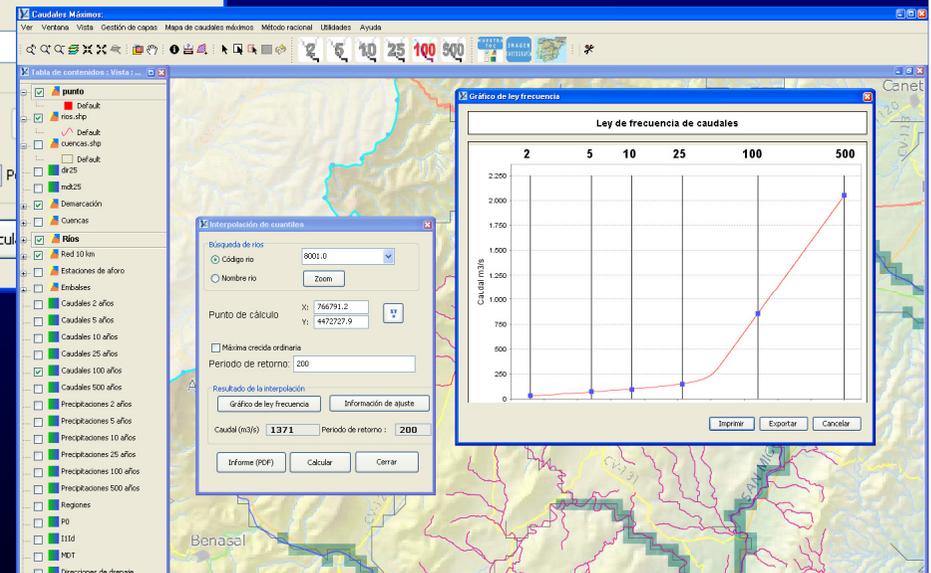
Periodo de retorno:

Resultado de la interpolación

Gráfico de ley frecu...

Caudal (m3/s)

Informe (PDF) Calcular



BARRA DE HERRAMIENTAS

Caudales Máximos:

Ver Ventana Vista Gestión de capas Mapa de caudales máximos **Método racional** Utilidades Ayuda

Método racional

Busqueda de rios

Código rio
 Nombre rio

0.0

Zoom

Periodo de retorno

2 5 10
 25 100 500
 Otro
 Máxima crecida ordinaria

X: 566206.6

Y: 4533882.8

Editar valores

<input type="checkbox"/>	Area (A) (km2) :	22.25
<input type="checkbox"/>	Tiempo de concentración (h) =	2.82
<input type="checkbox"/>	Distancia al punto mas alejado (m) =	7207.0
<input type="checkbox"/>	Cota del punto mas alejado (m) =	1228.0
<input type="checkbox"/>	Cota del punto de cálculo (m) =	1082.0
<input type="checkbox"/>	Precipitación (mm) =	81.56
<input type="checkbox"/>	Factor corrector del área =	0.91
<input type="checkbox"/>	Precipitación corregida (mm) =	74.24
<input type="checkbox"/>	Factor torrencialidad (I1/Iid) =	10.0
<input type="checkbox"/>	Intensidad (I) (mm/h) =	16.36
<input type="checkbox"/>	Coefficiente de escorrentía (C) =	0.12
<input type="checkbox"/>	Coefficiente de uniformidad (K) =	1.21
<input type="checkbox"/>	PO (mm) =	31.0
<input type="checkbox"/>	Coefficiente corrector del PO =	0
Valores recomendados para el Coeficiente corrector del PO		
<input type="checkbox"/>	Aplicar corrección del PO en función del periodo de retorno	1.31
<input type="checkbox"/>	PO corregido (mm) =	40.61

Periodo de Retorno:

Caudal m3/s :

Selección de las capas de cálculo y otras variables

RASTER DE PRECIPITACION Capas asignadas actualmente

Precipitación 2 años

Precipitación 5 años

Precipitación 10 años

Precipitación 25 años

Precipitación 100 años

Precipitación 500 años

RASTER GENERALES

MDT

Direcciones de drenaje

PO

Factor de torrencialidad

Valor asignado actualmente

Cuenca mínima de cálculo km2

Ventanas de selección de capas para la aplicación del método racional y cuenca mínima de cálculo

```
#Capas seleccionadas por defecto
MDT = MDT
DIR = Direcciones de drenaje
PO = PO
I1Id = I1Id
P2 = Precipitaciones 2 años
P5 = Precipitaciones 5 años
P10 = Precipitaciones 10 años
P25 = Precipitaciones 25 años
P100 = Precipitaciones 100 años
P500 = Precipitaciones 500 años
CMC = 10
```

APLICACIÓN DEL MÉTODO RACIONAL

The screenshot displays the 'Caudales Máximos' software interface. The main window shows a topographic map with a watershed boundary and a calculation point marked with a red square. Two dialog boxes are open:

Método racional

Busqueda de rios: Código rio (8001.0) Nombre rio

Periodo de retorno: 2 5 10 25 100 500 Otro Máxima crecida ordinaria

Punto de cálculo: X: 756283, Y: 4482292

Editar valores: Calcular variables intermedias

<input type="checkbox"/> Area (A) (km2) =	29.21
<input type="checkbox"/> Tiempo de concentración (h) =	2.73
<input type="checkbox"/> Distancia al punto mas alejado (m) =	8915.0
<input type="checkbox"/> Cota del punto mas alejado (m) =	1104.0
<input type="checkbox"/> Cota del punto de cálculo (m) =	595.0
<input type="checkbox"/> Precipitación (mm) =	218.63
<input type="checkbox"/> Factor corrector del área =	0.9
<input type="checkbox"/> Precipitación corregida (mm) =	197.27
<input type="checkbox"/> Factor torrencialidad (I1/Iid) =	11.0
<input type="checkbox"/> Intensidad (I) (mm/h) =	47.65
<input type="checkbox"/> Coeficiente de escorrentía (C) =	0.59
<input type="checkbox"/> Coeficiente de uniformidad (K) =	1.2
<input type="checkbox"/> P0 (mm) =	19.47
<input type="checkbox"/> Coeficiente corrector del P0 =	1.3
Valores recomendados para el Coeficiente corrector del P0	
<input type="checkbox"/> Aplicar corrección del P0 en función del periodo de retorno	1.0
<input type="checkbox"/> P0 corregido (mm) =	25.31

Periodo de Retorno: 100

Caudal m3/s: 275

Selección de las capas de cálculo y otras variables

RASTER DE PRECIPITACION Capas asignadas actualmente

Precipitación 2 años: [dropdown] Precipitaciones 2 años

Precipitación 5 años: [dropdown] Precipitaciones 5 años

Precipitación 10 años: [dropdown] Precipitaciones 10 años

Precipitación 25 años: [dropdown] Precipitaciones 25 años

Precipitación 100 años: [dropdown] Precipitaciones 100 años

Precipitación 500 años: [dropdown] Precipitaciones 500 años

RASTER GENERALES

MDT: [dropdown] mdt25

Direcciones de drenaje: [dropdown] dir25

P0: [dropdown] P0

Factor de torrencialidad: [dropdown] I1Iid

Cuenca mínima de cálculo: [input] 10 [input] km2

GENERACIÓN DE INFORMES

Método racional

Busqueda de rios

Código rio
 Nombre rio

0.0

Zoom

Periodo de retorno
 2 5 10
 25 100 500
 Otro
 Máxima crecida ordinaria

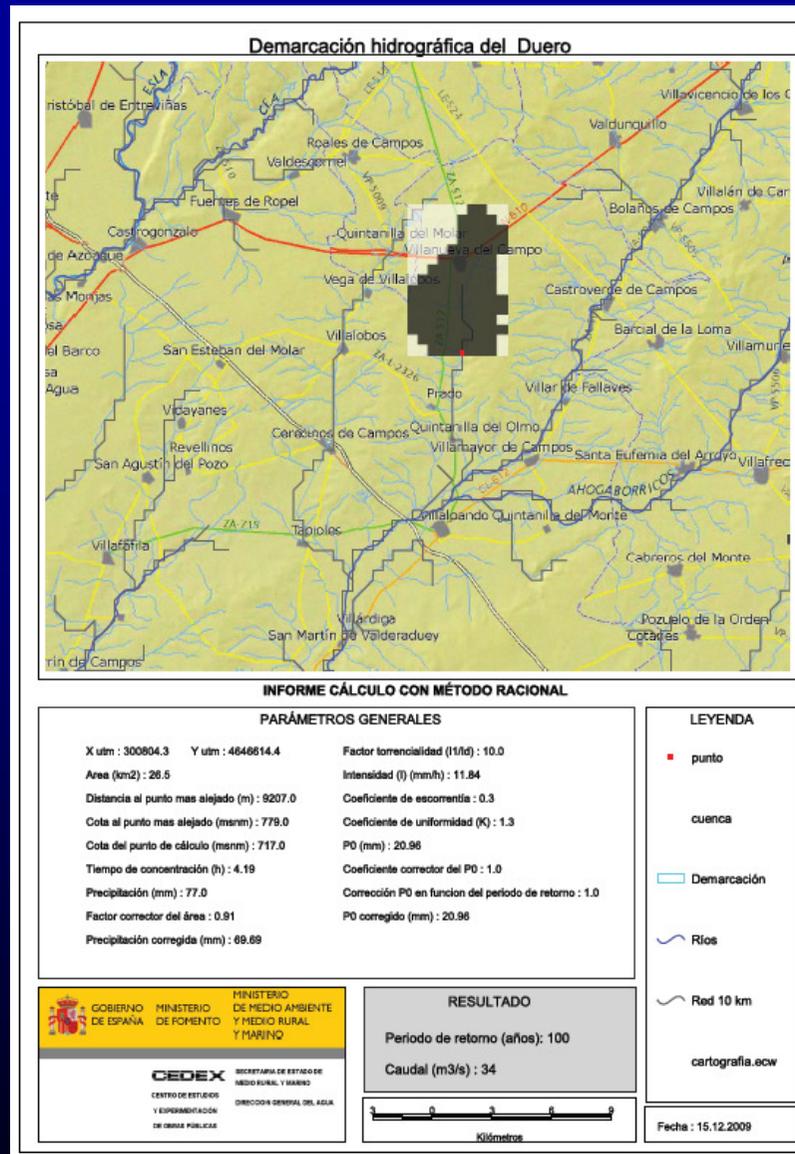
X: 566206.6
 Y: 4533882.8

Editar valores

<input type="checkbox"/>	Area (A) (km2) =	22.25
<input type="checkbox"/>	Tiempo de concentración (h) =	2.82
	Distancia al punto mas alejado (m) =	7207.0
	Cota del punto mas alejado (m) =	1228.0
	Cota del punto de cálculo (m) =	1082.0
<input type="checkbox"/>	Precipitación (mm) =	81.56
	Factor corrector del área =	0.91
	Precipitación corregida (mm) =	74.24
<input type="checkbox"/>	Factor torrencialidad (I1/I2) =	10.0
	Intensidad (I) (mm/h) =	16.36
	Coefficiente de escorrentía (C) =	0.12
	Coefficiente de uniformidad (K) =	1.21
<input type="checkbox"/>	P0 (mm) =	31.0
	Coefficiente corrector del P0 =	0
	Valores recomendados para el Coeficiente corrector del P0	
<input type="checkbox"/>	Aplicar corrección del P0 en función del periodo de retorno	1.31
	P0 corregido (mm) =	46.91

Periodo de Retorno: 100

Caudal m3/s : 0

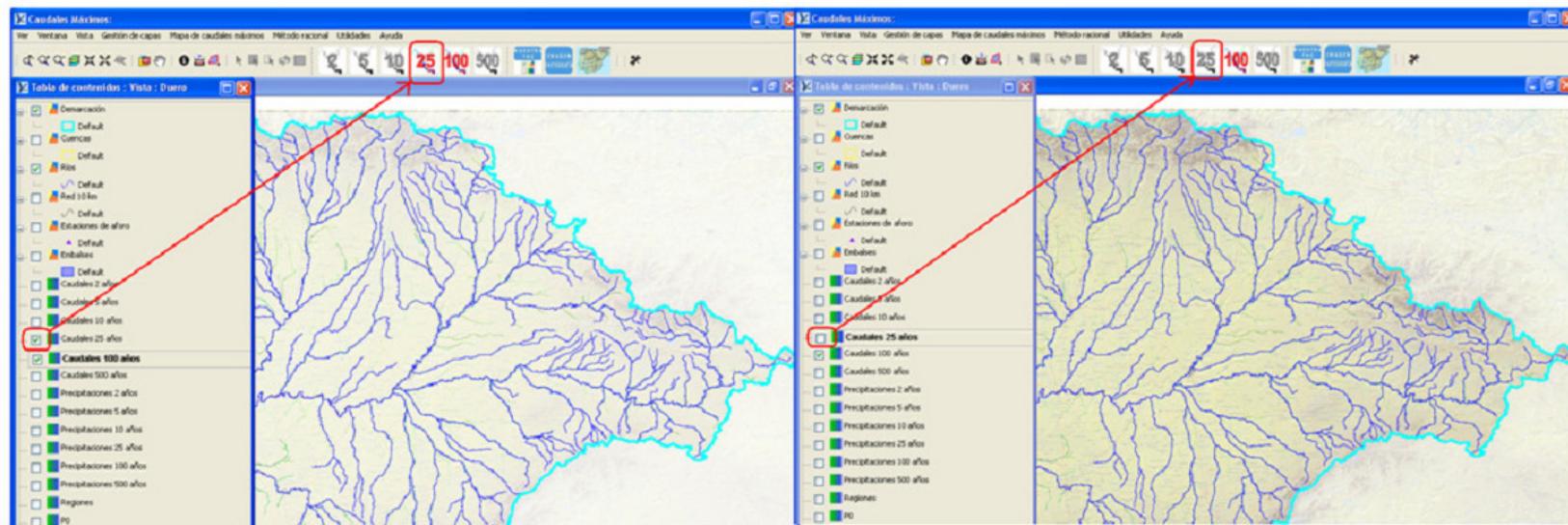


BOTONES DE ACTIVACIÓN DE MAPAS DE CAUDALES MÁXIMOS



Capa activada en el TOC

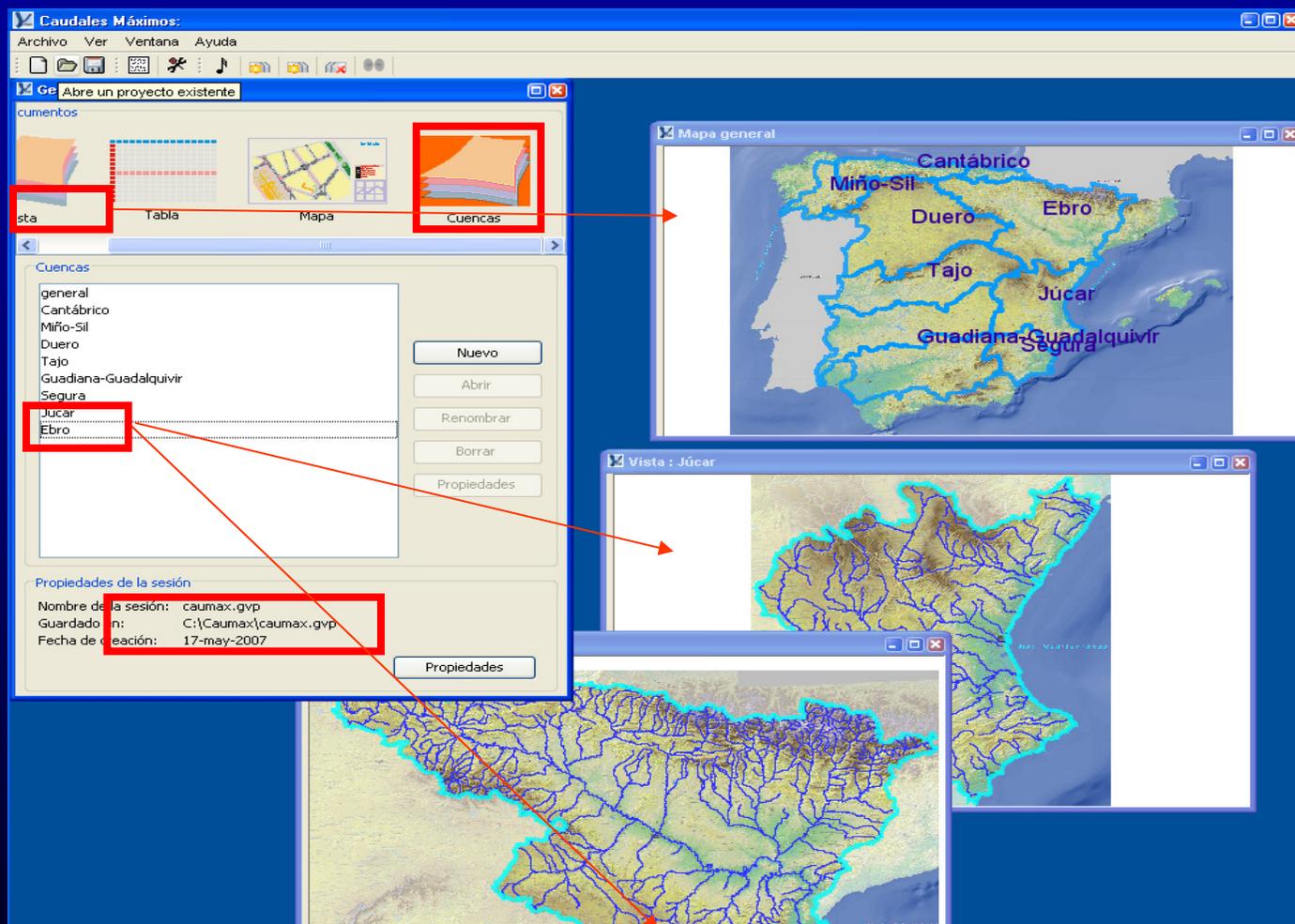
Capa desactivada en el TOC



Activa la tabla de contenidos, la imagen de fondo y enlace con vista principal

PROYECTO CAUMAX.GVP

Almacenamiento del trabajo



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

La aplicación está disponible en:

<http://www.marm.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snczi/mapa-de-caudales-maximos/>

http://hercules.cedex.es/caumax/caumax_v2.rar