

# **Establecimiento de caudales ecológicos en España como nexos entre la Directiva Marco del Agua y la Directiva Hábitats**



**Fernando Magdaleno Mas**

Área de Ingeniería Ambiental

CEDEX (Ministerio de Fomento – Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino)

# Marco normativo en la gestión ecohidrológica de las masas de agua

- Cambios normativos en Europa:

- Directiva Marco del Agua (2000/60/CE)
- Directiva sobre Inundaciones (2007/60/CE)
- Directiva Hábitat (92/43/CEE)
- Directiva Aves (2009/147/CE)
- Directiva sobre Aguas Subterráneas (2006/118/CE)
- Directiva - Normas de Calidad Amb. (2008/105/CE)

- Cambios normativos en España:

- Modificaciones de la Ley de Aguas (R.D.L. 1/2001)
- Modificación del Plan Hidrológico Nacional (Ley 11/2005)
- Reglamento de Planificación Hidrológica (R.D. 907/2007) e Instrucción de Planificación (ARM/2656/2008)
- Reglamento del Dominio Público Hidráulico (R.D. 9/2008)
- Transposición de las Directivas europeas

## Indicadores de calidad para la clasificación del estado ecológico en aguas superficiales - Ríos

- Indicadores biológicos
  - Composición y abundancia de la flora acuática
  - Composición y abundancia de la fauna bentónica de invertebrados
  - Composición, abundancia y estructura de edades de la fauna ictiológica
- Indicadores hidromorfológicos que afectan a los indicadores biológicos
  - **Régimen hidrológico**
    - caudales e hidrodinámica del flujo de las aguas
    - conexión con masas de agua subterránea
  - Continuidad del río
  - Condiciones morfológicas
    - variación de la profundidad y anchura del río
    - estructura y sustrato del lecho del río
    - estructura de la zona ribereña
- Indicadores químicos y fisicoquímicos que afectan a los indicadores biológicos
  - Generales
    - condiciones térmicas
    - condiciones de oxigenación
    - salinidad
    - estado de acidificación
    - condiciones en cuanto a nutrientes
  - Contaminantes específicos
    - contaminación producida por todas las sustancias prioritarias cuyo vertido en la masa de agua se haya observado
    - contaminación producida por otras sustancias cuyo vertido en cantidades significativas en la masa de agua se haya observado

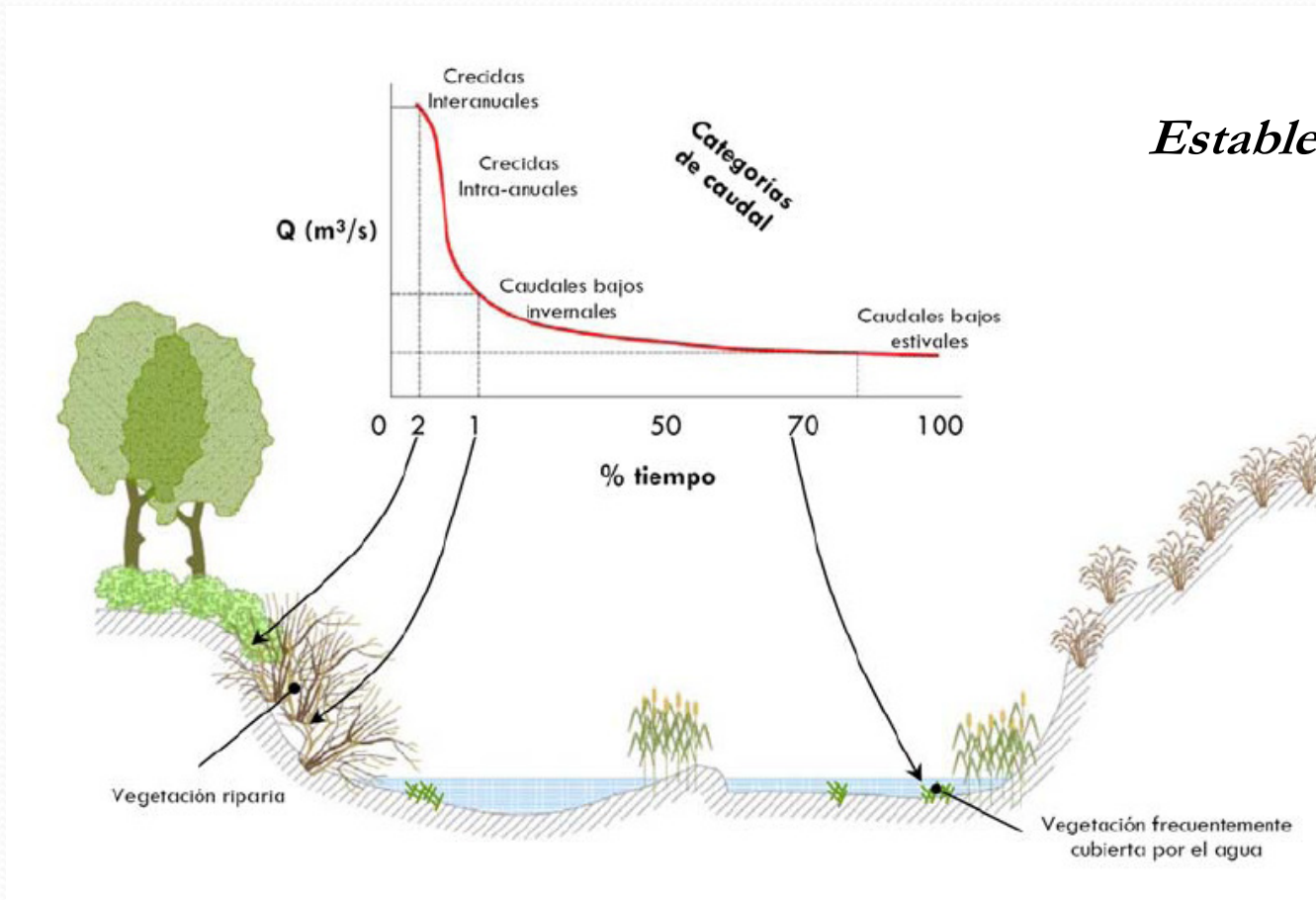


## Régimen de caudales: bases conceptuales

- Relación directa entre régimen hidrológico y procesos biológicos en el ecosistema fluvial

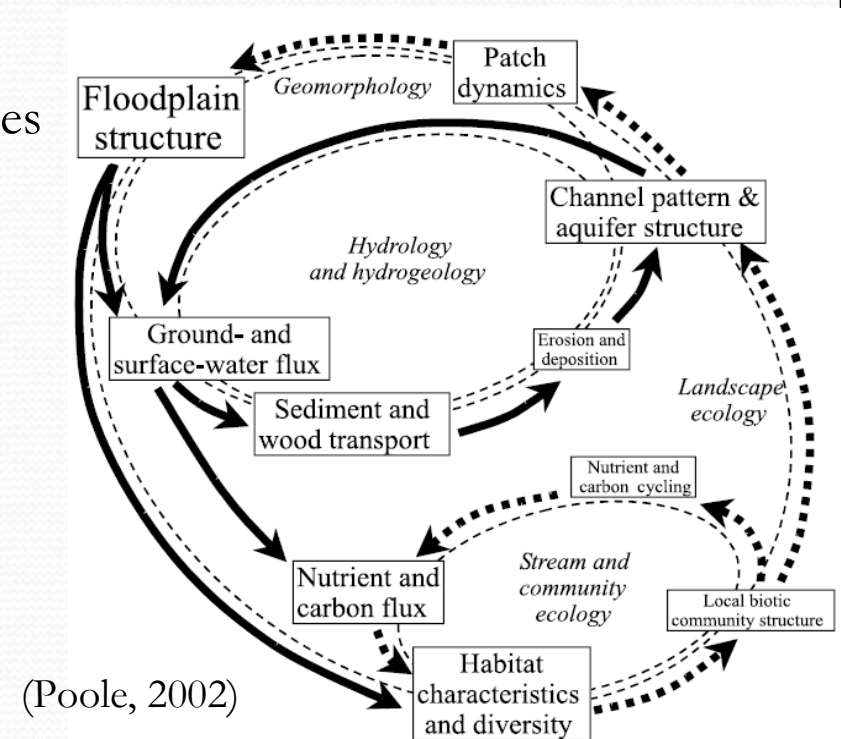


*Establecimiento de caudales funcionales*



## Funcionamiento ecohidrológico de los sistemas fluviales

1. Concepto de la continuidad fluvial
2. Concepto de la discontinuidad serial
3. **Paradigma del régimen natural de caudales (diversidad predecible)**
4. Hipótesis de alteración intermedia
5. Concepto del pulso de inundación
6. Organización jerárquica de los sistemas fluviales
7. Concepto del corredor hiporreico
8. Concepto de la espiral de nutrientes
9. Interacciones cauce-cuenca
10. Otros: procesos biogeomorfológicos, geoquímicos, etc.









## La base legal: Ley de Aguas y el Reglamento de Planificación Hidrológica

- Ley de aguas (RDL 1/2001) - Los caudales ecológicos o demandas ambientales no tendrán el carácter de uso, debiendo considerarse como una **restricción** que se impone con carácter general a los sistemas de explotación.
- En todo caso, se aplicará también a los caudales medioambientales la regla sobre supremacía del uso para abastecimiento de poblaciones recogida en la Ley de Aguas.



# Criterios establecidos en los distintos Planes Hidrológicos de Cuenca (1998)



Cuenca	Criterio
Norte (I, II, III)	El <i>caudal mínimo medioambiental</i> a circular en el cauce no será inferior a un décimo del caudal medio interanual, con un mínimo de 50 litros/segundo en ríos con caudales permanentes todo el año, o la totalidad del caudal natural fluyente, si éste fuese menor a un décimo o a 50 litros/segundo.
Ebro	"...se adoptará, de forma orientativa, como <i>caudal ecológico mínimo</i> el 10% de la aportación media interanual al régimen natural. Cuando el caudal medio interanual en régimen natural sea superior a 80 m <sup>3</sup> /s podrá adoptarse el 5%". Para la zona de desembocadura, se adopta un caudal ecológico mínimo de 100 m <sup>3</sup> /s.
Duero	No existen especificaciones al respecto, si bien se establecen normas para mantener unos caudales mínimos aguas abajo de determinados embalses de la cuenca.
Tajo	<b>Demandas medioambientales:</b> "volumen mensual equivalente al 50% de la aportación mensual media de los meses de verano, medida en la serie de aportaciones naturales consideradas en el Plan".
Guadiana	<b>Caudales y volúmenes exigibles por razones medioambientales:</b> "Para atender las necesidades medioambientales, el volumen vertido desde los embalses para éste fin, no será inferior al 1% de la aportación natural al embalse, ajustándose su distribución temporal de acuerdo con el régimen natural de los ríos". Posteriormente se emplea también el término "caudal mínimo".
Guadalquivir y Guadalete-Barbate	El <i>caudal mínimo medioambiental</i> será el mayor de los siguientes valores: El 35 por 100 del caudal medio diario que ocupe el lugar 19 en la serie clasificada en orden creciente de los caudales naturales medios diarios, o 50 litros/segundo, siempre que no sea superior al caudal natural y no perjudique, en ríos no regulados, los derechos preestablecidos en el momento de aprobación del plan hidrológico.
Júcar	"Se considera como <i>caudal ecológico o medioambiental</i> la disponibilidad de caudales que permitan el mantenimiento y la recuperación de los ecosistemas propios de cada tramo de río. En el caso de que no se cuente con estudios específicos y para cauces de régimen permanente, el caudal medioambiental mínimo no superará el caudal natural del río con un límite superior de 1 m <sup>3</sup> /s".
Segura	<b>Caudal mínimo:</b> se hace referencia a la aplicación de la norma francesa del 10% de la aportación natural media interanual.
Sur (Mediterránea Andaluza)	"...los <i>caudales medioambientales</i> se han fijado en el 10% de la aportación media anual repartida uniformemente a lo largo de los doce meses del año".
Galicia-Costa	<b>"Demanda ecológica asimilable o caudal de protección medioambiental</b> definido como un 10% del caudal medio anual distribuido mensualmente".
Cuencas internas de Cataluña	<b>Caudal mínimo:</b> 5% del módulo anual de 10 años consecutivos, superior a 50 l/s, teniendo en cuenta su variabilidad temporal natural.



## La Ley 11/2005

LEY 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional

(...) La asignación y reserva de recursos para usos y demandas actuales y futuros, así como para la conservación y recuperación del medio natural. A este efecto se determinarán:

- **Los caudales ecológicos, entendiendo como tales los que mantiene como mínimo la vida piscícola que de manera natural habitaría o pudiera habitar en el río, así como su vegetación de ribera.**
- Las reservas naturales fluviales, con la finalidad de preservar, sin alteraciones, aquellos tramos de ríos con escasa o nula intervención humana. Estas reservas se circunscribirán estrictamente a los bienes de dominio público hidráulico.



## Tipos de métodos de cálculo

- Métodos hidrológicos;
- Métodos hidráulicos;
- Métodos de simulación de hábitat;
- Métodos holísticos;
- Métodos combinados;
- Métodos específicos.



## Proceso general de cálculo y establecimiento

- El establecimiento del régimen de caudales ecológicos se realizará mediante un proceso que se desarrollará en tres fases (R.D. 907/2007; ARM 2656/2008):
  - a) Una **primera fase** de desarrollo de los **estudios técnicos** destinados a determinar los elementos del régimen de caudales ecológicos en todas las masas de agua.
  - b) Una **segunda fase** consistente en un proceso de **concertación**, definido por varios niveles de acción (información, consulta pública y participación activa).
  - c) Una **tercera fase** consistente en el proceso de **implantación** de todos los componentes del régimen de caudales ecológicos y su **seguimiento adaptativo**.
- El plan hidrológico recogerá una síntesis de los estudios específicos efectuados por el organismo de cuenca para el establecimiento del régimen de caudales ecológicos.



## Objetivos

- El régimen de caudales ecológicos se establecerá de modo que permita mantener de forma sostenible la funcionalidad y estructura de los ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres asociados, contribuyendo a alcanzar el **buen estado o potencial ecológico** en ríos o aguas de transición.
- En la consecución de estos objetivos tendrán **prioridad los referidos a zonas protegidas**, a continuación los referidos a masas de agua naturales y finalmente los referidos a masas de agua muy modificadas.
- La determinación e implantación del régimen de caudales en las **zonas protegidas** no se referirá exclusivamente a la propia extensión de la zona protegida, sino también a los elementos del sistema hidrográfico que, pese a estar fuera de ella, puedan tener un impacto apreciable sobre dicha zona.

## Caracterización en ríos permanentes

- El régimen de caudales ecológicos definirá, desde el punto de vista temporal, al menos, las siguientes características:
  - a) Distribución temporal de **caudales mínimos**.
  - b) Distribución temporal de **caudales máximos**.
  - c) Máxima **tasa de cambio** aceptable del régimen de caudales.
  - d) Caracterización del **régimen de crecidas**, incluyendo caudal punta, duración y tasa de ascenso y descenso, así como la identificación de la época del año más adecuada desde el punto de vista ambiental.



# Caracterización en ríos permanentes

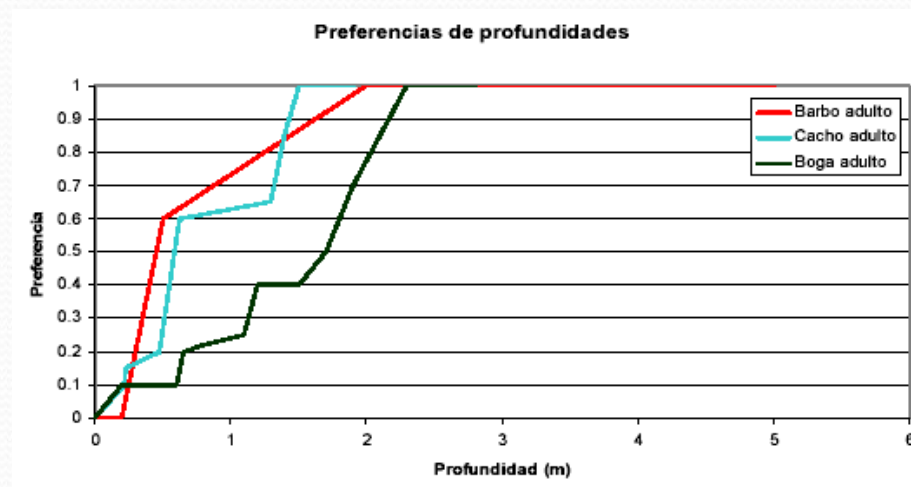
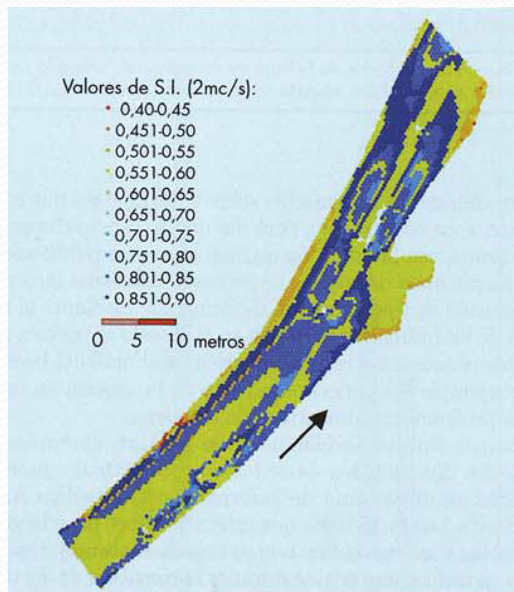
## Caudales mínimos

- Se definirá una distribución temporal aplicando **métodos hidrológicos** y sus resultados deberán ser ajustados mediante la **modelación de la idoneidad del hábitat** en tramos fluviales representativos de cada tipo de río.
- La serie hidrológica utilizada deberá caracterizar el **régimen natural** y, siempre que sea posible, se definirá a **escala diaria**.

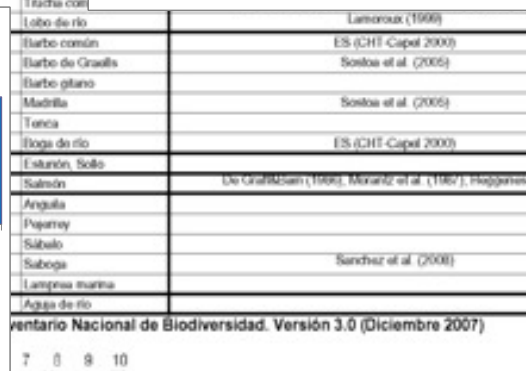


## Caracterización en ríos permanentes – métodos de simulación de hábitat

- La modelación de la idoneidad del hábitat se basará en la **simulación hidráulica acoplada al uso de curvas de preferencia** del hábitat físico para la especie o especies objetivo, obteniéndose curvas que relacionen el hábitat potencial útil con el caudal en los tramos seleccionados.



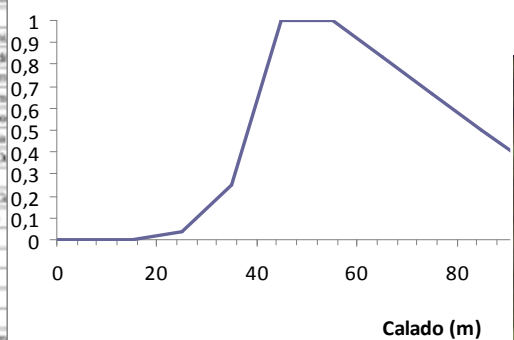




	NOMBRE COMÚN	CURVAS DISPONIBLES
	Lampiras de arroyo	
	Fraile	(3%CHU-Capel 2006, Cuenca-Alonso, 2005, R. Matamala-Freeman, 1990)
	Colmillo del Alagón	
	Cavilal	
	Jarabugo	
na	Loma	(3%CHU-Capel, En desarrollo)
oso	Madriga	

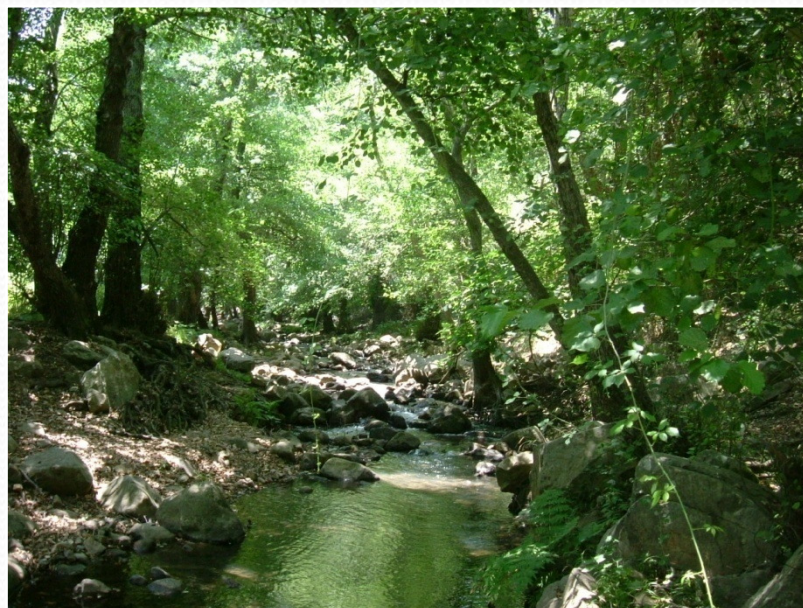


***Luciobarbus sclateri*. A**



## Distribución de caudales mínimos

- Validación de la distribución obtenida mediante el **análisis de su influencia sobre la vegetación de ribera**. Para ello se recomienda el uso de **indicadores de estado**.

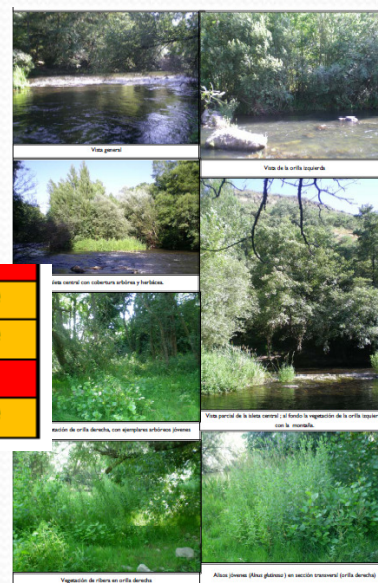




## Distribución de caudales mínimos

- El estudio de la vegetación de ribera se realizó en todas las masas de agua seleccionadas para la simulación hidrobiológica. Para valorar la calidad de los ecosistemas de ribera se emplearon los siguientes índices:
- RFV (Riparian Forest Evaluation), Magdaleno *et al.* (2010).
- QBR (Qualitat del Bosc de Ribera). Munné *et al.* (1998, 2003)
- IHF (Índice de valoración del Habitat Fluvial). Pardo *et al.* (2002)

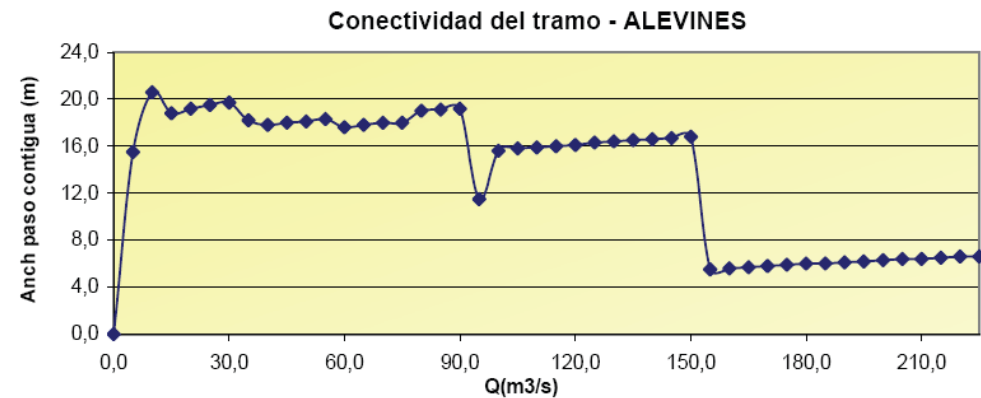
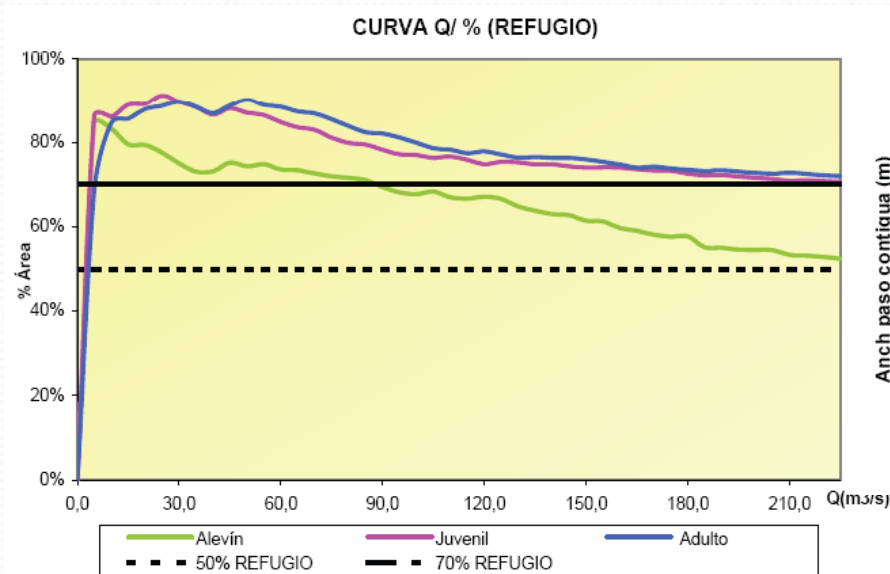
0101021	Tajo 3	Madrid	447081	4432227	15	36	Pobre
0607021	Tajo 4	Toledo	404310	4413843	20,000	41,000	Pobre
0604021	Tajo 5	Toledo	381059	4410669	50,000	48,000	Malo
0602021	Tajo 6	Toledo	340542	4420180	45	44	Pobre



FICHA VALORACIÓN ÍNDICES DE VEGETACIÓN																																																																					
Rio:	Río Aganzola o Arganza																																																																				
Cód. Masa:	ES1004M0201070																																																																				
Coordenadas H30:	X = 207973 Y = 4789325																																																																				
Fecha:	01/11/2009																																																																				
<b>ÍNDICE RFV</b> Asignación de dígitos de 1 a 5 para cada criterio en conjunto																																																																					
Unicriterion	Aspectos considerados	Puntuación																																																																			
Continuidad longitudinal del bosque de ribera	Longitud del tramo de 10 veces barril, valoración de ambos orillos en conjunto, sólo se valoran árboles y arbustos. Tramos aislados son discontinuidad. No se discontinúa la existencia de sustrato rocoso.	1																																																																			
Continuidad transversal bosque de ribera	Tomar 5 secciones transversales y valorar por márgenes. Valorar árboles y arbustos arbóreas y macrófitas, en una anchura de barril a cada margen o todo la anchura vegetación ribera. Discontinúa en falta cobertura de herbáceas arbóreas, presencia de árboles a medio del fondo.	1																																																																			
Complejidad del bosque ripario	En tramos 5 secciones transversales y cada margen. Valorar composición y estructura (densidad, estratificación, presencia de árboles, arbustos y macrófitas).	3																																																																			
Regeneración bosque ripario	En tramo de 10 veces longitud barril se valoran presencia de retoños, sembreros, etc de la vegetación, en cada orillo. No valora vegetación de la transición de generación o retoños por falta de luz por competencia con adultos o sustrato rocoso.	3																																																																			
<b>Valor final:</b>		8																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Suma</th> <th>Combinación de dígitos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>11111</td></tr> <tr><td>19</td><td>11110</td></tr> <tr><td>18</td><td>11101</td></tr> <tr><td>17</td><td>11100</td></tr> <tr><td>16</td><td>11011</td></tr> <tr><td>15</td><td>11010</td></tr> <tr><td>14</td><td>11001</td></tr> <tr><td>13</td><td>11000</td></tr> <tr><td>12</td><td>10111</td></tr> <tr><td>11</td><td>10110</td></tr> <tr><td>10</td><td>10101</td></tr> <tr><td>9</td><td>10100</td></tr> <tr><td>8</td><td>10011</td></tr> <tr><td>7</td><td>10010</td></tr> <tr><td>6</td><td>10001</td></tr> <tr><td>5</td><td>10000</td></tr> <tr><td>4</td><td>01111</td></tr> <tr><td>3</td><td>01110</td></tr> <tr><td>2</td><td>01101</td></tr> <tr><td>1</td><td>01100</td></tr> <tr><td>0</td><td>01011</td></tr> <tr><td>0</td><td>01010</td></tr> <tr><td>0</td><td>01001</td></tr> <tr><td>0</td><td>01000</td></tr> <tr><td>0</td><td>00111</td></tr> <tr><td>0</td><td>00110</td></tr> <tr><td>0</td><td>00101</td></tr> <tr><td>0</td><td>00100</td></tr> <tr><td>0</td><td>00011</td></tr> <tr><td>0</td><td>00010</td></tr> <tr><td>0</td><td>00001</td></tr> <tr><td>0</td><td>00000</td></tr> </tbody> </table>				Suma	Combinación de dígitos	20	11111	19	11110	18	11101	17	11100	16	11011	15	11010	14	11001	13	11000	12	10111	11	10110	10	10101	9	10100	8	10011	7	10010	6	10001	5	10000	4	01111	3	01110	2	01101	1	01100	0	01011	0	01010	0	01001	0	01000	0	00111	0	00110	0	00101	0	00100	0	00011	0	00010	0	00001	0	00000
Suma	Combinación de dígitos																																																																				
20	11111																																																																				
19	11110																																																																				
18	11101																																																																				
17	11100																																																																				
16	11011																																																																				
15	11010																																																																				
14	11001																																																																				
13	11000																																																																				
12	10111																																																																				
11	10110																																																																				
10	10101																																																																				
9	10100																																																																				
8	10011																																																																				
7	10010																																																																				
6	10001																																																																				
5	10000																																																																				
4	01111																																																																				
3	01110																																																																				
2	01101																																																																				
1	01100																																																																				
0	01011																																																																				
0	01010																																																																				
0	01001																																																																				
0	01000																																																																				
0	00111																																																																				
0	00110																																																																				
0	00101																																																																				
0	00100																																																																				
0	00011																																																																				
0	00010																																																																				
0	00001																																																																				
0	00000																																																																				
<b>Estado final de la vegetación</b>		<b>Malo</b>																																																																			

## Distribución de caudales máximos

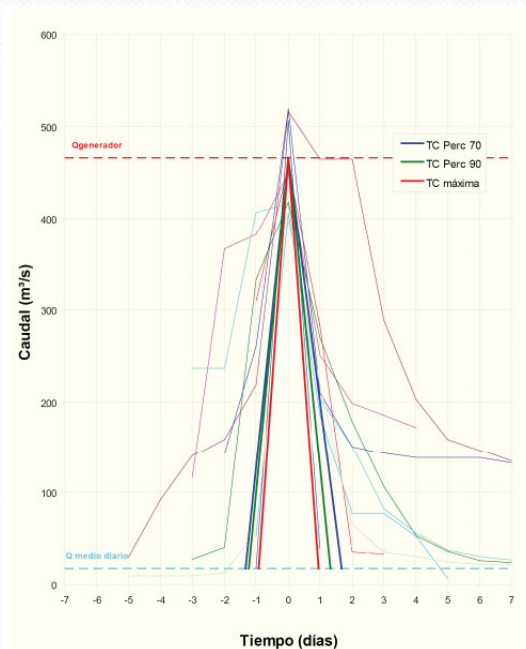
- Percentiles inferiores al 90%.
- Verificado mediante el uso de los modelos hidráulicos asociados a los modelos de hábitat, de forma que se garantice tanto una adecuada existencia de **refugio** para los estadios o especies más sensibles como el mantenimiento de la **conectividad** del tramo





## Tasa de cambio

- Se establecerá una tasa máxima de cambio, definida como la máxima diferencia de caudal entre dos valores sucesivos de una serie hidrológica por unidad de tiempo, tanto para las condiciones de ascenso como de descenso de caudal.
- Su estimación se realizará a partir del **análisis de las avenidas ordinarias de una serie hidrológica representativa** de caudales medios diarios de, al menos, 20 años de duración.



## Caracterización del régimen de crecidas

- En aquellos tramos situados aguas abajo de importantes infraestructuras de regulación se caracterizará la crecida asociada al **caudal generador** que será asociada al caudal de sección llena del cauce y deberá definirse incluyendo su **magnitud, frecuencia, duración, estacionalidad y tasa máxima de cambio**, tanto en la curva de ascenso como en la curva de descenso del hidrograma de la crecida.



MASA DE AGUA		CAUDAL GENERADOR (m³/s)	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)	MES DE MÁXIMA FRECUENCIA
CÓDIGO	DENOMINACIÓN			
ES491MAR002140	Río Trancoso	0,1	3,0	DICIEMBRE
ES493MAR002130	Río Ribadill	18,5	3,0	FEBRERO
ES494MAR002150	Río Deva V	57,0	3,0	FEBRERO
ES494MAR002260	Río Miño VIII	3.710,8	3,0	ENERO



## Ríos temporales, intermitentes y efímeros

- a) En **ríos temporales** se utilizarán los criterios definidos para la determinación de la distribución mensual de caudales mínimos y máximos en **ríos permanentes**. Se realizará, **además**, una **caracterización del periodo de cese de caudal** atendiendo a la frecuencia, duración, estacionalidad y tasa de recesión de los episodios de cese de caudal característicos del régimen natural, utilizando una serie hidrológica representativa de, al menos, 20 años.



## Ríos temporales, intermitentes y efímeros

- b) En **ríos intermitentes** se caracterizarán los siguientes aspectos:
  - Periodo de **cese de caudal** atendiendo a la frecuencia, duración, estacionalidad y tasa de recesión de los episodios de cese de caudal característicos del régimen natural.
  - **Conexión con las aguas subterráneas**, definiendo los volúmenes mínimos necesarios para preservar el flujo subsuperficial que alimenta las pozas y remansos, de gran importancia como sumidero y refugio de las comunidades biológicas, a la espera de períodos hidrológicamente más favorables.
  - **Magnitud de la crecida y período de tiempo de recesión** al caudal base, que permiten el desarrollo del ciclo biológico de las comunidades adaptadas.
  - **Caudal generador**, que permite mantener la dimensión del canal principal del río y su buen funcionamiento morfodinámico.



## Ríos temporales, intermitentes y efímeros

- c) En **ríos efímeros** se determinarán, como elementos característicos, el **tiempo de recesión tras la crecida**, clave para el buen funcionamiento de las comunidades propias de estos sistemas, y el **caudal generador**, que permite mantener su funcionamiento morfodinámico.



## Aguas de transición

- Metodología de ríos, siempre y cuando se cumplan las funciones ambientales.
- Resultados ajustados mediante la utilización de modelos de salinidad.
- Especial atención al aporte de sedimentos necesario para mantener sus elementos geomorfológicos característicos (islas fluviales, barras de mar, deltas, etc.), y la dinámica costera





## Masas de agua muy alteradas hidrológicamente

- En los ríos y estuarios identificados como masas de agua se analizará su grado de alteración hidrológica mediante el cálculo de índices de alteración hidrológica (**IAHRIS**).
- El umbral utilizado para fijar el régimen de mínimos estará comprendido entre el 30 y el 80% del hábitat potencial útil máximo de la masa de agua.



## Sequías prolongadas

- En caso de sequías prolongadas podrá aplicarse un régimen de caudales menos exigente (de conformidad con el Plan especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía).
- Esta excepción **no se aplicará** en las zonas incluidas en la **red Natura 2000** o en la lista de humedales de importancia internacional de acuerdo con el **Convenio de Ramsar**.
- La simulación del hábitat se basará en un umbral de relajación con el objetivo de permitir el mantenimiento, como mínimo, de un 25% del hábitat potencial útil máximo.

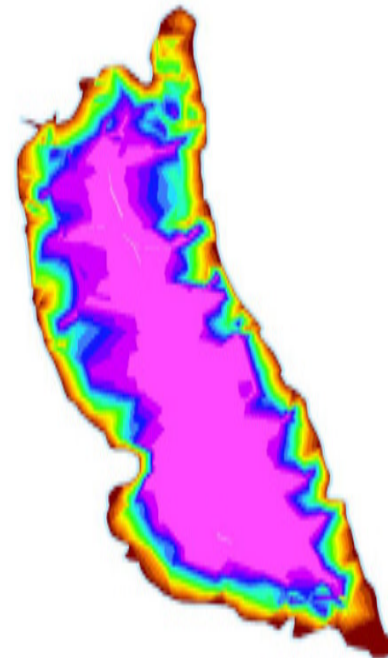
EMBALSES		OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	Aportación equiv (Hm³/año)
AGAVANZAL	Q MÍNIMO	2,438	3,020	3,522	3,622	3,357	3,831	3,963	3,645	2,659	2,438	2,425	2,438	98,160
	Q SEQUÍA	1,569	1,943	2,267	2,331	2,160	2,465	2,550	2,345	1,711	1,569	1,560	1,569	83,167
ÁGUEDA	Q MÍNIMO	0,224	0,329	0,261	0,667	0,574	0,607	0,690	0,657	0,440	0,210	0,204	0,210	13,286
	Q SEQUÍA	0,144	0,211	0,167	0,428	0,368	0,389	0,442	0,421	0,282	0,134	0,131	0,134	8,618
AGUILAR	Q MÍNIMO	2,329	2,325	2,290	2,177	2,177	2,177	2,177	2,177	2,438	2,393	2,623	2,570	79,218
	Q SEQUÍA	0,579	0,577	0,569	0,541	0,541	0,541	0,541	0,541	0,606	0,594	0,651	0,638	18,186
ALMENDRA	Q MÍNIMO	1,841	2,210	2,127	2,372	2,325	2,221	2,604	2,500	2,043	1,841	1,841	1,841	87,868
	Q SEQUÍA	1,346	1,616	1,555	1,734	1,700	1,623	1,903	1,828	1,494	1,346	1,346	1,346	48,488
BARRIOS	Q MÍNIMO	0,935	1,167	1,502	1,811	1,655	1,851	2,000	1,574	0,935	0,935	0,935	0,935	42,820
	Q SEQUÍA	0,573	0,715	0,920	1,109	1,014	1,134	1,225	0,964	0,573	0,573	0,573	0,573	28,106



## Requerimientos de lagos y zonas húmedas

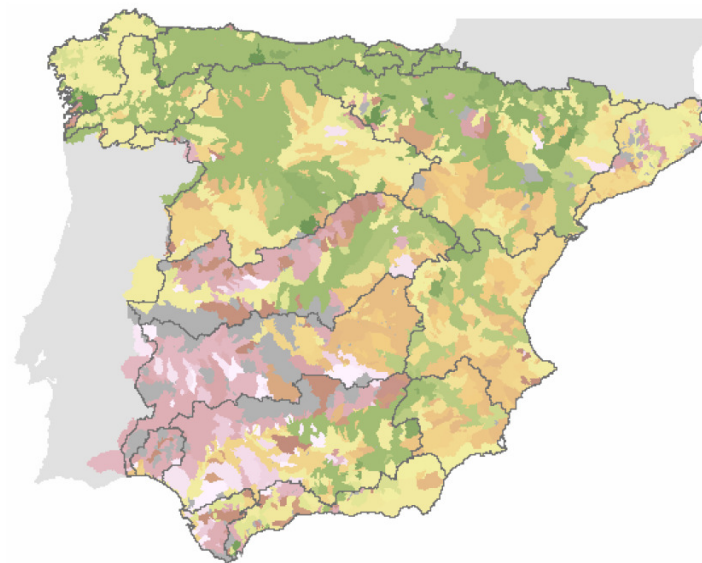
- En el proceso de determinación de los requerimientos hídricos de las masas de agua se deberán considerar como mínimo los siguientes elementos:
  - Variaciones estacionales e interanuales de la superficie encharcada y de la profundidad.
  - Variaciones estacionales e interanuales de la composición química del agua.
  - Funcionamiento hidrológico y balance hídrico.
  - Composición y estructura de las comunidades biológicas que albergan.

Datos de la laguna			Meses de afección			
Cota lámina de agua	Área (%)	Volumen (%)	3	6	12	24
0	100,0	100,0	I	I	I	I
-1	93,7	88,4	I	II	II	II
-2	89,3	77,4	II	III	III	III
-3	84,6	67,0	III	III	III	IV
-4	79,5	57,1	III	III	IV	V
-5	72,1	47,9	IV	IV	V	V
-6	66,2	39,7	V	V	V	VI
-7	61,4	32,0	V	VI	VI	VI
-8	56,7	24,9	VI	VI	VII	VII





Extrapolación



> 400 masas de agua



DH TAJO		ESTUDIO DE CAUDALES MÍNIMOS POR MÉTODOS HIDROLÓGICOS
CÓDIGO MASA DE AGUA	R. Alagón desde E. Valdeobispo hasta el R. Jerte (PUNTO DE CAMPO)	
0902021		

CLASIFICACIÓN DE LA MASA	PERMANENTE
GRADO DE ALTERACIÓN HIDROLÓGICA (IAHRIS)	POSIBLEMENTE MUY ALTERADA

DEMANDA AMBIENTAL VIGENTE\*

	Caudal (m³/s)	Aportación anual (hm³/año)	% a/Qnat
Q Básico (series anuales de datos diarios)	0,300 m³/s	9,47	1,01%
Percentil 5 (serie de datos diarios)*	0,266 m³/s	8,36	0,90%
Percentil 15 (serie de datos diarios)*	0,871 m³/s	21,15	2,28%
Q21 (series anuales de datos diarios)	0,418 m³/s	13,17	1,41%
Q25 (series anuales de datos diarios)	0,444 m³/s	13,99	1,49%

OBSERVAC

MEDIA DE CAUDALES (m³/s)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	
Q natural	33,99	47,68	71,40	65,86	42,80	26,63	25,63	24,94	5,41	1,18	0,79	8	
Perc 5*	0,57	0,63	1,00	1,98	2,56	1,07	2,90	1,03	0,27	0,27	0,27	0	
Perc 15*	2,05	1,88	3,06	2,95	3,77	2,06	4,11	1,99	0,67	0,67	0,67	0	
Factor de variación	Galafondo ***	8,75	15,79	40,27	51,46	29,25	26,49	16,68	16,46	10,46	8,23	7,99	8
F var 1 = $\sqrt{\frac{Q}{Q_{min}}}$	F var 1	8,54	7,74	9,48	9,10	7,34	6,00	5,69	5,60	2,61	1,22	1,00	3
Q básico	1,96	2,33	2,85	2,73	2,20	1,80	1,71	1,68	0,78	0,37	0,30	0	
Q 21	2,73	3,23	3,96	3,80	3,08	2,51	2,37	2,34	1,09	0,51	0,42	1	
Q 25	2,90	3,43	4,20	4,04	3,25	2,68	2,52	2,48	1,16	0,54	0,44	1	
F var 2 = $\sqrt{\frac{Q}{Q_{min}}}$	F var 2	3,60	3,91	4,48	4,36	3,79	3,30	3,15	3,15	1,89	1,14	1,00	2
Q básico	1,05	1,18	1,35	1,31	1,13	0,99	0,98	0,96	0,57	0,34	0,30	0	
Q 21	1,46	1,63	1,87	1,82	1,58	1,38	1,33	1,32	0,79	0,48	0,42	0	
Q 25	1,55	1,74	1,99	1,93	1,67	1,46	1,41	1,40	0,84	0,51	0,44	0	
F var 3 = $\sqrt{\frac{Q-Q_{min}}{Q_{max}-Q_{min}}}$	F var 3	1,69	1,81	2,00	1,96	1,77	1,63	1,59	1,56	1,26	1,07	1,00	1
Q básico	0,51	0,55	0,80	0,59	0,53	0,49	0,48	0,48	0,38	0,32	0,30	0	
Q 21	0,70	0,76	0,84	0,82	0,74	0,68	0,67	0,66	0,52	0,45	0,42	0	
Q 25	0,75	0,80	0,89	0,87	0,79	0,72	0,71	0,70	0,56	0,48	0,44	0	
F var 4 = $\sqrt{\frac{Perc 15}{Perc 15_{an}}}$	F var 4	1,75	1,68	2,14	2,10	2,37	1,75	2,48	1,72	1,00	1,00	1,00	1
Q básico	0,53	0,50	0,84	0,63	0,71	0,53	0,74	0,52	0,30	0,30	0,30	0	
Q 21	0,73	0,70	0,89	0,88	0,99	0,73	1,03	0,72	0,42	0,42	0,42	0	
Q 25	0,78	0,74	0,95	0,93	1,05	0,78	1,10	0,76	0,44	0,44	0,44	0	

GARANTÍAS MENSUALES DE LOS CAUDALES HIDROLÓGICOS (%)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Perc 5*	100,0	96,0	96,0	92,0	100,0	96,0	100,0	100,0	96,0	88,0	84,0	9
Perc 15*	92,0	88,0	92,0	88,0	96,0	92,0	96,0	96,0	96,0	48,0	48,0	8
Q básico	92,0	96,0	92,0	88,0	100,0	96,0	100,0	96,0	88,0	80,0	84,0	6
Q 21	92,0	96,0	92,0	88,0	100,0	96,0	100,0	96,0	88,0	80,0	84,0	6
Q 25	92,0	96,0	92,0	88,0	100,0	96,0	100,0	96,0	88,0	80,0	84,0	6
F var 1 = $\sqrt{\frac{Q}{Q_{min}}}$	Q básico	96,0	96,0	92,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,0	80,0	84,0	8
Q 21	92,0	96,0	92,0	88,0	100,0	96,0	100,0	96,0	88,0	80,0	84,0	6
Q 25	92,0	96,0	92,0	88,0	100,0	96,0	100,0	96,0	88,0	80,0	84,0	6
F var 2 = $\sqrt{\frac{Q}{Q_{min}}}$	Q básico	100,0	96,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,0	84,0	84,0	9
Q 21	96,0	96,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,0	68,0	68,0	8
Q 25	96,0	96,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,0	68,0	64,0	8
F var 3 = $\sqrt{\frac{Q-Q_{min}}{Q_{max}-Q_{min}}}$	Q básico	100,0	96,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,0	84,0	84,0	9
Q 21	96,0	96,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,0	72,0	68,0	9
Q 25	96,0	96,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,0	68,0	64,0	9
F var 4 = $\sqrt{\frac{Perc 15}{Perc 15_{an}}}$	Q básico	100,0	96,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,0	84,0	84,0	9
Q 21	96,0	96,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,0	72,0	68,0	9
Q 25	96,0	96,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,0	68,0	64,0	9

\* Los percentiles 5 y 15 se han calculado para cada mes, por lo que no se han aplicado los factores de variación. El valor es mayor que el percentil correspondiente a la serie completa, a igual o menor que el caudal natural mensual; cuando el perc cumple alguna de estas dos condiciones, se ha adoptado el valor límite correspondiente (valor en rojo).

\*\* Caudal en el embalse de Valdeobispo, en el inicio de la masa.

\*\*\* Los datos registrados se han tomado de la EA 3040 que está a 1,7 km del final de la masa.

Fuente de datos: serie corta (de 1980-81 a 2005-08)

DH TAJO		ESTUDIO DE CAUDALES MÍNIMOS POR MÉTODOS HIDROBIOLÓGICOS
CÓDIGO MASA DE AGUA	R. Alagón desde E. Valdeobispo hasta el R. Jerte (PUNTO DE CAMPO)	
0902021		

CLASIFICACIÓN DE LA MASA	PERMANENTE
GRADO DE ALTERACIÓN HIDROLÓGICA (IAHRIS)	POSIBLEMENTE MUY ALTERADA

DEMAN 57,60 hm³/año

Percentil 5 (serie de datos diarios)*:	0,266 m³/s	Caudal (m³/s)	Caudal de referencia adoptado <sup>10</sup> (m³/s)	Aportación anual (hm³/año)	% a/Qnat
Q 80% HPUmax (series anuales de datos diarios)		1,100 m³/s	1,100 m³/s	34,69	3,71%
Q 50% HPUmax (series anuales de datos diarios)		0,706 m³/s	0,706 m³/s	22,28	2,38%
Q 30% HPUmax (series anuales de datos diarios)		0,452 m³/s	0,452 m³/s	14,25	1,52%
Q 25% HPUmax (series anuales de datos diarios)		0,393 m³/s	0,393 m³/s	12,39	1,32%

NOTA: corte de la curva HPU por el percentil 25

MEDIA DE CAUDALES (m³/s)

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Q natural	33,99	47,68	71,40	65,86	42,80	26,63	25,63	24,94
Perc 5*	0,57	0,63	1,00	1,98	2,56	1,07	2,90	1,03
Perc 15*	2,05	1,88	3,06	2,95	3,77	2,06	4,11	1,99
Factor de variación	Qaforado***	8,75	15,79	40,27	51,46	29,25	26,49	16,68
F var 1 = $\sqrt{\frac{Q}{Q_{min}}}$	F var 1	6,54	7,74	9,48	9,10	7,34	6,00	5,69
Q 80%	7,19	8,52	10,43	10,01	8,07	6,80	6,25	6,16
Q 50%	4,82	5,47	6,69	6,43	5,18	4,24	4,01	3,95
Q 30%	2,96	3,50	4,28	4,11	3,32	2,71	2,57	2,53
Q 25%	2,57	3,04	3,72	3,58	2,88	2,36	2,23	2,20
F var 2 = $\sqrt{\frac{Q}{Q_{min}}}$	F var 2	3,50	3,91	4,48	4,36	3,79	3,30	3,15
Q 80%	3,85	4,31	4,93	4,80	4,15	3,63	3,50	3,47
Q 50%	2,47	2,78	3,18	3,08	2,87	2,33	2,25	2,23
Q 30%	1,58	1,77	2,02	1,97	1,71	1,49	1,44	1,43
Q 25%	1,37	1,54	1,76	1,71	1,48	1,30	1,25	1,24
F var 3 = $\sqrt{\frac{Q-Q_{min}}{Q_{max}-Q_{min}}}$	F var 3	1,69	1,81	2,00	1,96	1,77	1,63	1,59
Q 80%	1,95	2,00	2,20	2,16	1,95	1,79	1,75	1,74
Q 50%	1,19	1,28	1,41	1,38	1,25	1,15	1,12	1,12
Q 30%	0,78	0,82	0,90	0,89	0,80	0,74	0,72	0,72
Q 25%	0,68	0,71	0,79	0,77	0,70	0,64	0,63	0,62
F var 4 = $\sqrt{\frac{Perc 15}{Perc 15_{an}}}$	F var 4	1,75	1,68	2,14	2,10	2,37	1,75	2,48
Q 80%	1,92	1,84	2,35	2,31	2,81	1,93	2,72	1,89
Q 50%	1,23	1,18	1,51	1,48	1,67	1,24	1,75	1,22
Q 30%	0,79	0,78	0,97	0,96	1,07	0,79	1,12	0,78
Q 25%	0,69	0,68	0,84	0,82	0,93	0,69	0,97	0,68

GARANTÍAS MENSUALES DE LOS CAUDALES HIDROBIOLÓGICOS

	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Perc 5*	100,0	96,0	96,0	92,0	100,0	96,0	100,0	100,0
Perc 15*	92,0	88,0	92,0	88,0	96,0	92,0	96,0	96,0
Q 80%	64,0	72,0	72,0	80,0	72,0	64,0	80,0	68,0
Q 50%	80,0	84,0	76,0	80,0	80,0	76,0	96,0	80,0
Q 30%	88,0	84,0	84,0	80,0	100,0	88,0	100,0	88,0
Q 25%	92,0	84,0	88,0	84,0	100,0	88,0	100,0	92,0
F var 1 = $\sqrt{\frac{Q}{Q_{min}}}$	Q básico	84,0	84,0	76,0	80,0	96,0	84,0	96,0
Q 21	92,0	84,0	92,0	88,0	100,0	88,0	100,0	92,0
Q 25%	92,0	88,0	92,0	92,0	100,0	96,0	100,0	100,0
F var 2 = $\sqrt{\frac{Q}{Q_{min}}}$	Q básico	92,0	84,0	92,0	88,0	100,0	88,0	100,0
Q 21	92,0	88,0	92,0	92,0	100,0	96,0	100,0	100,0
Q 25%	92,0	92,0	96,0	100,0	96,0	100,0	100,0	100,0
F var 3 = $\sqrt{\frac{Q-Q_{min}}{Q_{max}-Q_{min}}}$	Q básico	92,0	88,0	92,0	92,0	100,0	96,0	100,0
Q 21	92,0	96,0	92,0	100,0	100,0	96,0	100,0	100,0
Q 25%	96,0	96,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
F var 4 = $\sqrt{\frac{Perc 15}{Perc 15_{an}}}$	Q básico	92,0	88,0	92,0	92,0	100,0	92,0	100,0
Q 21	92,0	96,0	92,0	100,0	100,0	96,0	100,0	100,0
Q 25%	96,0	96,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

\* Los percentiles 5 y 15 se han calculado para cada mes, por lo que no se han aplicado los factores de variación. El valor mensual debe ser igual o mayor que el percentil correspondiente a la serie completa, a igual o menor que el caudal natural mensual; cuando el percentil mensual obtenido no cumple alguna de estas dos condiciones, se ha adoptado el valor límite correspondiente (valor en rojo).

\*\* Caudal en el embalse de Valdeobispo, en el inicio de la masa.

\*\*\* Los datos registrados se han tomado de la EA 3040 que está a 1,7 km del final de la masa.

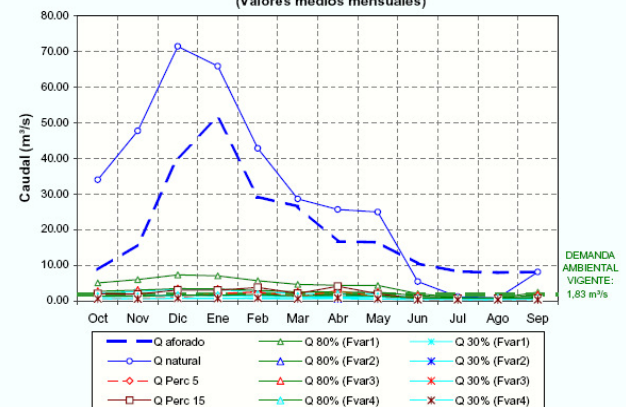
Fuente de datos: serie corta (de 1980-81 a 2005-08)

DH TAJO		ESTUDIO DE CAUDALES MÍNIMOS POR MÉTODOS HIDROBIOLÓGICOS
CÓDIGO MASA DE AGUA	R. Alagón desde E. Valdeobispo hasta el R. Jerte (PUNTO DE CAMPO)	
0902021		

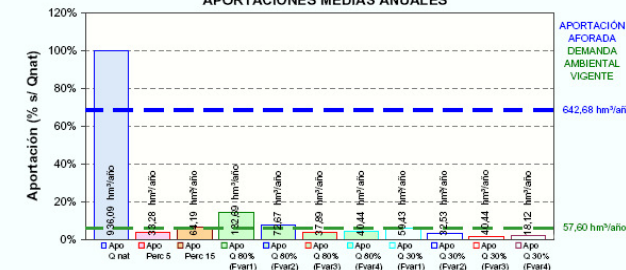
CLASIFICACIÓN DE LA MASA DE AGUA:	PERMANENTE
-----------------------------------	------------

GRADO DE ALTERACIÓN HIDROLÓGICA (IAHRIS):	POSIBLEMENTE MUY ALTERADA
---	---------------------------

CAUDALES NATURALES E HIDROBIOLÓGICOS (Valores medios mensuales)



APORTACIONES MEDIAS ANUALES

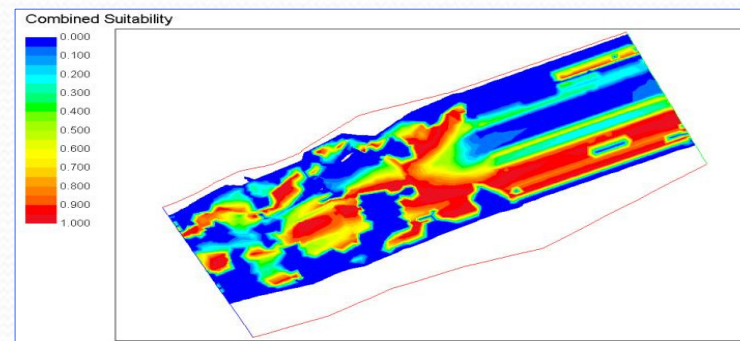


Fuente de datos: serie corta (de 1980-81 a 2005-08)

Factores de variación:  $F var 1 = \sqrt{\frac{Q}{Q_{min}}}$   $F var 2 = \sqrt{\frac{Q}{Q_{min}}}$   $F var 3 = \sqrt{\frac{Q-Q_{min}}{Q_{max}-Q_{min}}}$   $F var 4 = \sqrt{\frac{Perc 15}{Perc 15_{an}}}$

## Seguimiento del régimen de caudales

- Se realizará un seguimiento del régimen de caudales ecológicos y de su relación con los ecosistemas, con objeto de conocer el **grado de cumplimiento** de los **objetivos previstos** e introducir eventuales **modificaciones** del régimen definido.
- El seguimiento del régimen de caudales incorporará los siguientes elementos al proceso:
  - a) Mejora del conocimiento sobre el funcionamiento de los ecosistemas y especies.
  - b) Mejora del conocimiento de la relación de los caudales ecológicos con el mantenimiento y estructura de los ecosistemas terrestres asociados.
  - c) Previsiones del efecto del cambio climático sobre los ecosistemas acuáticos.





## Conclusiones y recomendaciones

- I. Los caudales ecológicos son una herramienta básica para la consecución de los objetivos de la DMA y la DH, pero sólo si se entienden como caudales funcionales asociados al desarrollo de procesos físicos y ecológicos
- II. La legislación española cuenta con mecanismos de cálculo detallados y robustos para el establecimiento de los regímenes ecológicos
- III. Los regímenes propuestos destacan, especialmente, por la variabilidad temporal de sus valores, el mayor conocimiento sobre los requerimientos biológicos y la inclusión de crecidas generadoras
- IV. Debe prestarse especial atención a los datos hidrológicos de partida, a la incorporación de nuevas comunidades biológicas y procesos biogeomorfológicos, no considerados en este ciclo de planificación, así como al seguimiento de los regímenes



[fernando.magdaleno@cedex.es](mailto:fernando.magdaleno@cedex.es)