

### 3. ESTUDIOS REALIZADOS.

#### 3.1. Introducción.

Los trabajos han sido realizados por la empresa de consultoría Infraeco, que resultó adjudicataria del concurso “Realización de las tareas necesarias para el establecimiento del régimen de caudales ecológicos y de las necesidades ecológicas de las masas de agua superficiales continentales y de transición de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Norte, Miño-Limia, Duero y Tajo”. Este trabajo ha sido dirigido por la SGPYUSA de la DGA.

Durante el curso de los trabajos se han celebrado reuniones periódicas para aclarar las dudas y buscar un mínimo grado de homogeneidad en los trabajos. En este trabajo se ha dispuesto de la colaboración de expertos del CEDEX, en especial Fernando Magdaleno.

El elevado número de masas de agua superficiales en la Confederación del Duero, casi 700 masas, impide realizar en el proceso en curso la totalidad de los estudios para todas ellas. Por razones de mera practicidad, mientras que los estudios hidrológicos se han realizado en todas las masas (VER APÉNDICE I), los trabajos completos (incluyendo simulaciones biológicas) se han desarrollado en un número de masas razonable, concretamente en 40 de ellas (VER APÉNDICE II). Entre las masas de agua seleccionadas se encuentran las más significativas e, igualmente, aquellas más sensibles, sin ningún propósito de obviar las de mayores problemas.

#### 3.2. Consideraciones sobre los estudios realizados.

##### 3.2.1. Caudales mínimos.

Como sabemos, según la IPH, la distribución temporal de caudales mínimos “*se obtendrá 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*”.

Y también, “*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 (...)*”. Este grado de alteración hidrológica, clasifica las masas en No Muy Alterada (NMA) hidrológicamente y en Muy Alteradas (MA) hidrológicamente. Para las NMA hay que considerar el caudal “*correspondiente a un umbral del hábitat potencial útil comprendido en el rango 50-80% del hábitat potencial útil máximo*” y para las MA el caudal “*estará comprendido entre el 30 y el 80% del hábitat potencial útil máximo de la masa de agua, para las especies objetivo analizadas*”.

Hay que tener en cuenta que contamos con muy poca información de caudales obtenidos mediante modelación de la idoneidad del hábitat (apenas los 40 tramos estudiados). Sin embargo, en cuanto a caudales obtenidos por métodos hidrológicos, tenemos datos de todas las masas de agua superficial de la Confederación Hidrográfica del Duero (VER APÉNDICE I).

Por otro lado, nos encontramos con el mismo problema (el de la escasez de datos) en lo que se refiere al cálculo del grado de alteración hidrológica, índice de extrema importancia para decidir el caudal ecológico a aplicar en cada masa. En este caso, ni siquiera tenemos los datos de las 40 masas simuladas dado que, en alguna de ellas, no está claro su grado de alteración (se añade el adverbio “*posiblemente*”).

En tercer lugar, hay que recordar el objetivo de este anejo, que es el de fijar el régimen de caudales ecológicos de todas las masas de agua; no el de los 40 tramos estudiados. Entendemos, por tanto, que los estudios realizados en estos 40 tramos deben servir para obtener el régimen de caudales ecológicos de todas las masas.

Realizadas estas consideraciones, está claro que hemos de dar más peso a los caudales obtenidos por métodos hidrológicos, en concreto Qbas, Q21 y Q25, en detrimento de los obtenidos por modelización del hábitat y también que la información sobre el grado de alteración hidrológica es incompleta e inexacta por lo que se ha decidido usar como referencia, en la mayoría de los casos, el caudal correspondiente al 50% del hábitat potencial útil máximo.

Se explica a continuación la forma de proceder. Los caudales obtenidos por métodos hidrológicos (Qbas, Q21 y Q25) los comparamos con los caudales obtenidos mediante la modelación de la idoneidad del hábitat,

también llamados caudales hidrobiológicos (Q HPU X0%). A continuación, se halla el ratio entre el Q HPU 50% y el caudal básico (Qbas), el ratio entre el Q HPU 50% y el caudal de la media móvil de 21 días (Q21) y el ratio entre el Q HPU 50% y el caudal de la media móvil de 25 días (Q25). Así, el caudal elegido (Qbas, Q21 o Q25) será, como norma general, el que más se aproxime o mejor se ajuste (el ratio más cercano a 100%) al caudal hidrobiológico Q HPU 50%. Esto se explica con más detalle a continuación:

En la tabla nº 1 se adjunta resumen de los 40 tramos de río en los que se ha realizado el estudio hidrobiológico:

Río	CÓDIGO MASA	Q 80%HPU	Q 50%HPU	Q 30%HPU	Q 25%HPU	Percentil corte(25-20-15) o máximo	Percentil 5 (diarios) punto campo	Percentil 15 (diarios) punto campo
ADAJA	454	0,908 m³/s	0,580 m³/s	0,409 m³/s	0,365 m³/s	MÁXIMO= 1,57	0,092 m³/s	0,660 m³/s
AGUEDA	523	1,732 m³/s	0,958 m³/s	0,678 m³/s	0,614 m³/s	MÁXIMO= 3,20	0,306 m³/s	0,820 m³/s
ARLANZÓN	186	0,419 m³/s	0,320 m³/s	0,212 m³/s	0,167 m³/s	P20	0,135 m³/s	0,338 m³/s
ARLANZA	159	3,165 m³/s	0,462 m³/s	0,086 m³/s	0,072 m³/s	P25	2,648 m³/s	5,227 m³/s
CARRIÓN	153	3,622 m³/s	2,306 m³/s	1,451 m³/s	1,253 m³/s	P20	2,224 m³/s	3,995 m³/s
DUERO	200678	66,023 m³/s	19,534 m³/s	2,851 m³/s	0,958 m³/s	P25	76,456 m³/s	104,105 m³/s
DUERO	344	8,179 m³/s	6,648 m³/s	5,093 m³/s	3,923 m³/s	P25	6,737 m³/s	9,897 m³/s
DUERO	395	24,521 m³/s	14,072 m³/s	8,704 m³/s	7,450 m³/s	MÁXIMO=63.50	30,417 m³/s	42,344 m³/s
DUERO	826	7,957 m³/s	5,790 m³/s	4,547 m³/s	4,249 m³/s	P25	5,463 m³/s	8,343 m³/s
DUERO	323	1,481 m³/s	0,524 m³/s	0,314 m³/s	0,262 m³/s	P25	1,600 m³/s	2,577 m³/s
DURATÓN	831	0,815 m³/s	0,554 m³/s	0,475 m³/s	0,427 m³/s	P20	0,356 m³/s	0,789 m³/s
ERESMA	544	0,231 m³/s	0,105 m³/s	0,022 m³/s	0,013 m³/s	P20	0,030 m³/s	0,185 m³/s
ESCALOTE	433	0,199 m³/s	0,140 m³/s	0,078 m³/s	0,060 m³/s	P20	0,090 m³/s	0,172 m³/s
ESGUEVA	310	0,450 m³/s	0,365 m³/s	0,286 m³/s	0,264 m³/s	P25	0,327 m³/s	0,436 m³/s
ESLA	38	5,186 m³/s	2,945 m³/s	1,926 m³/s	1,702 m³/s	P20	2,902 m³/s	5,385 m³/s
ESLA	298	31,490 m³/s	20,801 m³/s	16,747 m³/s	15,763 m³/s	P25	30,723 m³/s	42,016 m³/s
ESLA	200671	25,727 m³/s	7,343 m³/s	1,246 m³/s	0,768 m³/s	MÁXIMO =75,00	31,819 m³/s	44,176 m³/s
GUAREÑA	463	0,759 m³/s	0,535 m³/s	0,375 m³/s	0,330 m³/s	P25	0,539 m³/s	0,739 m³/s
HUEBRA	513	1,085 m³/s	0,670 m³/s	0,530 m³/s	0,448 m³/s	P20	0,441 m³/s	0,960 m³/s
MANZANAS	807	0,207 m³/s	0,154 m³/s	0,137 m³/s	0,123 m³/s	P20	0,133 m³/s	0,201 m³/s
NEGRO	211	0,915 m³/s	0,594 m³/s	0,406 m³/s	0,360 m³/s	P25	0,791 m³/s	1,020 m³/s
ORBIGO	48	7,925 m³/s	5,645 m³/s	3,898 m³/s	3,458 m³/s	P15	2,982 m³/s	9,177 m³/s
PISUERGA	260	10,824 m³/s	4,294 m³/s	1,294 m³/s	1,033 m³/s	P25	9,929 m³/s	15,121 m³/s
PISUERGA	90	4,539 m³/s	2,227 m³/s	0,687 m³/s	0,553 m³/s	P25	2,258 m³/s	4,387 m³/s
PORMA	829	5,027 m³/s	0,725 m³/s	0,395 m³/s	0,335 m³/s	P25	3,601 m³/s	5,735 m³/s
RIAZA	372	0,384 m³/s	0,291 m³/s	0,208 m³/s	0,178 m³/s	P20	0,102 m³/s	0,337 m³/s
RITUERTO	327	0,296 m³/s	0,127 m³/s	0,085 m³/s	0,065 m³/s	P25	0,127 m³/s	0,228 m³/s
RUBAGÓN	70	0,203 m³/s	0,129 m³/s	0,104 m³/s	0,092 m³/s	P25	0,109 m³/s	0,183 m³/s
SEQUILLO	123	0,276 m³/s	0,180 m³/s	0,127 m³/s	0,112 m³/s	P25	0,133 m³/s	0,233 m³/s
TAMEGA	224	1,975 m³/s	1,377 m³/s	0,951 m³/s	0,831 m³/s	P25	1,259 m³/s	1,841 m³/s
TERA	214	0,298 m³/s	0,176 m³/s	0,065 m³/s	0,050 m³/s	MÁXIMO = 0,59	0,086 m³/s	0,215 m³/s
TERA	50	5,059 m³/s	3,561 m³/s	2,555 m³/s	2,292 m³/s	P20	3,687 m³/s	5,373 m³/s
TORMES	412	8,017 m³/s	3,647 m³/s	1,841 m³/s	1,346 m³/s	P25	5,583 m³/s	9,134 m³/s
TORMES	505	5,826 m³/s	1,148 m³/s	0,352 m³/s	0,293 m³/s	P25	4,198 m³/s	7,480 m³/s
TORMES	545	4,895 m³/s	2,306 m³/s	1,286 m³/s	0,974 m³/s	P25	2,668 m³/s	5,002 m³/s
TUERTO	105	1,604 m³/s	1,171 m³/s	0,840 m³/s	0,750 m³/s	P20	0,516 m³/s	1,889 m³/s
UCES	480	0,259 m³/s	0,051 m³/s	0,019 m³/s	0,010 m³/s	P25	0,097 m³/s	0,256 m³/s
VALDERADUEY	118	0,054 m³/s	0,032 m³/s	0,017 m³/s	0,013 m³/s	P25	0,041 m³/s	0,059 m³/s
VOLTOYA	828	0,180 m³/s	0,146 m³/s	0,116 m³/s	0,075 m³/s	P15	0,025 m³/s	0,187 m³/s
ZAPARDIEL	474	0,536 m³/s	0,378 m³/s	0,278 m³/s	0,273 m³/s	P25	0,381 m³/s	0,530 m³/s

**Tabla 1. Resumen de los 40 tramos de río analizados.**

En primer lugar, vamos a comparar los valores del Q HPU 50% con los hidrológicos (Qbas, Q21 y Q25) en el punto de campo donde se realizó el estudio. Esta comparación se hace dividiendo el Q HPU 50% entre el caudal instantáneo del mes más seco en los tres métodos hidrológicos: Qbas, Q21 y Q25. Con estos

ANEJO 4. CAUDALES ECOLÓGICOS.

resultados, se observa el grado de ajuste del caudal HPU 50% con los citados Qbas, Q21 y Q25. La tabla incluye además una columna denominada elección teórica que indica el caudal hidrológico que mejor se ajusta al hidrobiológico y, por tanto, al que teóricamente podemos asimilar. Los resultados se muestran en la tabla nº 2.

Río	CÓDIGO MASA	Q 50%HPU	Q Básico punto campo	Q21 punto campo	Q25 punto campo	Q 50%HPU / Qbas	Q 50%HPU / Q21	Q 50%HPU / Q25	Elección teórica
ADAJA	454	0,580 m³/s	0,075 m³/s	0,255 m³/s	0,359 m³/s	774,48%	227,04%	161,41%	Q25
AGUEDA	523	0,958 m³/s	0,316 m³/s	0,419 m³/s	0,463 m³/s	303,11%	228,75%	206,72%	Q25
ARLANZÓN	186	0,320 m³/s	0,132 m³/s	0,178 m³/s	0,193 m³/s	242,44%	179,39%	165,45%	Q25
ARLANZA	159	0,462 m³/s	2,255 m³/s	3,157 m³/s	3,399 m³/s	20,48%	14,63%	13,58%	Qbas
CARRIÓN	153	2,306 m³/s	2,797 m³/s	2,937 m³/s	3,138 m³/s	82,45%	78,53%	73,50%	Qbas
DUERO	200678	19,534 m³/s	69,001 m³/s	87,697 m³/s	89,688 m³/s	28,31%	22,27%	21,78%	Qbas
DUERO	344	6,648 m³/s	5,223 m³/s	7,364 m³/s	7,629 m³/s	127,27%	90,27%	87,13%	Q21
DUERO	395	14,072 m³/s	29,804 m³/s	35,825 m³/s	36,820 m³/s	47,21%	39,28%	38,22%	Qbas
DUERO	826	5,790 m³/s	4,890 m³/s	6,033 m³/s	6,261 m³/s	118,40%	95,98%	92,48%	Q21
DUERO	323	0,524 m³/s	1,249 m³/s	1,744 m³/s	1,818 m³/s	41,97%	30,05%	28,82%	Qbas
DURATÓN	831	0,554 m³/s	0,296 m³/s	0,616 m³/s	0,683 m³/s	187,14%	89,90%	81,09%	Q21
ERESMA	544	0,105 m³/s	0,041 m³/s	0,101 m³/s	0,120 m³/s	256,10%	103,96%	87,50%	Q21
ESCALOTE	433	0,140 m³/s	0,181 m³/s	0,244 m³/s	0,251 m³/s	77,53%	57,49%	55,77%	Qbas
ESGUEVA	310	0,365 m³/s	0,293 m³/s	0,399 m³/s	0,412 m³/s	124,57%	91,48%	88,59%	Q21
ESLA	38	2,945 m³/s	2,312 m³/s	3,563 m³/s	3,700 m³/s	127,36%	82,65%	79,59%	Q21
ESLA	298	20,801 m³/s	25,509 m³/s	34,828 m³/s	36,316 m³/s	81,54%	59,72%	57,28%	Qbas
ESLA	200671	7,343 m³/s	26,762 m³/s	36,600 m³/s	38,158 m³/s	27,44%	20,06%	19,24%	Qbas
GUAREÑA	463	0,535 m³/s	0,458 m³/s	0,663 m³/s	0,725 m³/s	116,71%	80,73%	73,78%	Qbas
HUEBRA	513	0,670 m³/s	0,859 m³/s	0,670 m³/s	0,747 m³/s	77,95%	100,01%	89,71%	Q21
MANZANAS	807	0,154 m³/s	0,118 m³/s	0,160 m³/s	0,165 m³/s	130,03%	96,30%	93,29%	Q21
NEGRO	211	0,594 m³/s	0,582 m³/s	0,842 m³/s	0,876 m³/s	101,93%	70,49%	67,78%	Qbas
ORBIGO	48	5,645 m³/s	1,255 m³/s	3,695 m³/s	4,803 m³/s	449,90%	152,78%	117,53%	Q25
PISUERGA	260	4,294 m³/s	8,737 m³/s	11,831 m³/s	12,220 m³/s	49,15%	36,29%	35,14%	Qbas
PISUERGA	90	2,227 m³/s	3,072 m³/s	3,072 m³/s	3,625 m³/s	72,49%	72,49%	61,44%	Qbas o Q25
PORMA	829	0,725 m³/s	3,010 m³/s	3,989 m³/s	4,202 m³/s	24,08%	18,18%	17,25%	Qbas
RIAZA	372	0,291 m³/s	0,105 m³/s	0,215 m³/s	0,233 m³/s	278,44%	135,37%	125,21%	Q25
RITUERTO	327	0,127 m³/s	0,180 m³/s	0,238 m³/s	0,246 m³/s	70,52%	53,39%	51,69%	Qbas
RUBAGÓN	70	0,129 m³/s	0,134 m³/s	0,122 m³/s	0,144 m³/s	95,64%	105,24%	89,13%	Qbas
SEQUILLO	123	0,180 m³/s	0,264 m³/s	0,244 m³/s	0,276 m³/s	68,07%	73,52%	65,15%	Q21
TAMEGA	224	1,377 m³/s	1,062 m³/s	1,350 m³/s	1,383 m³/s	129,72%	102,02%	99,56%	Q25
TERA	214	0,176 m³/s	0,096 m³/s	0,113 m³/s	0,116 m³/s	183,80%	155,50%	151,41%	Q25
TERA	50	3,561 m³/s	3,205 m³/s	4,111 m³/s	4,200 m³/s	111,13%	86,62%	84,80%	Qbas
TORMES	412	3,647 m³/s	5,561 m³/s	7,348 m³/s	7,964 m³/s	65,59%	49,63%	45,79%	Qbas
TORMES	505	1,148 m³/s	4,273 m³/s	5,748 m³/s	6,195 m³/s	26,87%	19,98%	18,54%	Qbas
TORMES	545	2,306 m³/s	2,692 m³/s	3,835 m³/s	4,106 m³/s	85,66%	60,12%	56,15%	Qbas
TUERTO	105	1,171 m³/s	0,228 m³/s	0,758 m³/s	1,024 m³/s	514,61%	154,61%	114,36%	Q25
UCES	480	0,051 m³/s	0,200 m³/s	0,153 m³/s	0,172 m³/s	25,61%	33,50%	29,93%	Q21
VALDERADUEY	118	0,032 m³/s	0,044 m³/s	0,066 m³/s	0,070 m³/s	72,73%	48,48%	45,71%	Qbas
VOLTOYA	828	0,146 m³/s	0,018 m³/s	0,077 m³/s	0,106 m³/s	797,21%	189,27%	138,22%	Q25
ZAPARDIEL	474	0,378 m³/s	0,323 m³/s	0,472 m³/s	0,518 m³/s	117,03%	80,08%	72,97%	Qbas

**Tabla 2. Comparación caudales hidrobiológicos con caudales hidrológicos.**

Al analizar esta tabla, se observa una gran disparidad en los ajustes: desde la masa 159 en el río Arlanza donde el Q 50% HPU supone tan solo un 20 % del Qbas hasta la masa en el río Adaja en el que el Q 50% HPU es casi 8 veces (un 774 %) el Qbas. Además de esto, se producen situaciones contradictorias en un mismo río: por ejemplo, en el río Esla, el Q 50% HPU de la masa 38 es un 127% del Qbas mientras que en las masas 298 y 200671, es del 81 y del 27% respectivamente.

Por ello y para simplificar y ordenar la casuística, hemos distinguido tres situaciones distintas. Estas se exponen a continuación:

- a) No hay diferencia significativa entre Q 50% HPU y Qbas, Q21 y Q25. En este caso, hemos asimilado que el Q 50% HPU equivale al caudal Qbas, Q21 y Q25 que mejor se ajuste al mismo. Se ha establecido que no hay diferencia significativa cuando el Q 50% HPU supone entre el 50% y el 150% de cualquiera de los caudales Qbas, Q21 y Q25. La mayoría de los 40 tramos estudiados se encuentran dentro de esta situación.
- b) Hay diferencia significativa y el Q 50% HPU es muy inferior a Qbas, Q21 y Q25. Esto es, cuando el Q 50% HPU supone menos del 50% de todos los caudales Qbas, Q21 y Q25. En este caso, nos hemos quedado del lado de la seguridad y hemos establecido la equivalencia de Q 50% HPU con en el menor de los caudales de la terna Qbas, Q21 y Q25. Esta situación se da en las siguientes masas: 159, 200678, 395, 323, 200671, 260, 829, 505 y 480.
- c) Hay diferencia significativa y el 50% HPU es muy superior a Qbas, Q21 y Q25. Esto es, cuando el Q 50% HPU supone más del 150% de todos los caudales Qbas, Q21 y Q25. Y en este caso, se ha corregido el caudal hidrológico en la proporción que tenía con el hidrobiológico. Esta situación se da sólo en tres de las masas: la 454 en el río Adaja, la 523 en el río Águeda, la 214 en el Tera y la 186 en el Arlanzón.

Así pues, ya tenemos para las 40 masas una equivalencia entre los caudales determinados por el método hidrobiológico y los caudales determinados por métodos hidrológicos.

Hacemos una excepción en la masa de agua número 412, en el río Tormes, aguas abajo de la presa de Almendra, debido a su singularidad. Aquí se adopta como caudal ecológico el Q 30% HPU, prescindiendo del resultado de la comparación con los hidrológicos.

Por otro lado, en alguna de las masas se ha elegido un caudal algo superior al de la elección teórica. Esto se hace para quedarnos del lado de la seguridad. Esto sucede, por ejemplo, en la masa 544, en el río Eresma.

Río	CÓDIGO MASA	Elección teórica	Elección final
ADAJA	454	Q25	1,61*Q25
AGUEDA	523	Q25	2,06*Q25
ARLANZÓN	186	Q25	1,65*Q25
ARLANZA	159	Qbas	Qbas
CARRIÓN	153	Qbas	Qbas
DUERO	200678	Qbas	Qbas
DUERO	344	Q21	Q21
DUERO	395	Qbas	Qbas
DUERO	826	Q21	Q21
DUERO	323	Qbas	Qbas
DURATÓN	831	Q21	Q21
ERESMA	544	Q21	Q25
ESCALOTE	433	Qbas	Qbas
ESGUEVA	310	Q21	Q21
ESLA	38	Q21	Q21
ESLA	298	Qbas	Qbas
ESLA	200671	Qbas	Qbas
GUAREÑA	463	Qbas	Qbas
HUEBRA	513	Q21	Q21
MANZANAS	807	Q21	Q21
NEGRO	211	Qbas	Qbas
ORBIGO	48	Q25	Q25
PISUERGA	260	Qbas	Qbas
PISUERGA	90	Qbas o Q21	Qbas o Q21
PORMA	829	Qbas	Qbas
RIAZA	372	Q25	Q25
RITUERTO	327	Qbas	Qbas
RUBAGÓN	70	Qbas	Qbas
SEQUILLO	123	Q21	Q21
TAMEGA	224	Q25	Q25
TERA	214	Q25	Q25*1,51
TERA	50	Qbas	Qbas
TORMES	412	Qbas	Q 30% HPU
TORMES	505	Qbas	Qbas
TORMES	545	Qbas	Qbas
TUERTO	105	Q25	Q25
UCES	480	Q21	Q21
VALDERADUEY	118	Qbas	Qbas
VOLTOYA	828	Q25	Q25
ZAPARDIEL	474	Qbas	Qbas

**Tabla 3. Elección final de equivalencias.**

### 3.2.2. Caudales de sequía.

Según la IPH, el régimen de caudales durante sequías prolongadas ha de permitir el mantenimiento, como mínimo, de un 25% del hábitat potencial útil máximo. Esto es, el Q HPU 25%.

Por otro lado, “la distribución mensual de los caudales correspondientes a este régimen será proporcional a la distribución mensual correspondiente al régimen ordinario de caudales ecológicos (...)”.

Y, por último, hay que indicar que estos caudales de sequía son una excepción que “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”, aunque “se aplicará la regla sobre supremacía del uso para abastecimiento de poblaciones”. Por ello, se han calculado los caudales de sequía para todas las masas de agua.

Para hallar estos caudales, se ha calculado la proporción entre el Q HPU 25% y el Q HPU 50%. Y esta proporción se ha aplicado a los caudales elegidos como Q mínimos. Esto se muestra en la siguiente tabla:

Río	CÓDIGO MASA	Q 80%HPU	Q 50%HPU	Q 30%HPU	Q 25%HPU	Q HPU 25% / Q HPU 50%
ADAJA	454	0,908 m³/s	0,580 m³/s	0,409 m³/s	0,365 m³/s	62,93%
AGUEDA	523	1,732 m³/s	0,958 m³/s	0,678 m³/s	0,614 m³/s	64,07%
ARLANZÓN	186	0,419 m³/s	0,320 m³/s	0,212 m³/s	0,167 m³/s	52,19%
ARLANZA	159	3,165 m³/s	0,462 m³/s	0,086 m³/s	0,072 m³/s	15,53%
CARRIÓN	153	3,622 m³/s	2,306 m³/s	1,451 m³/s	1,253 m³/s	54,32%
DUERO	200678	66,023 m³/s	19,534 m³/s	2,851 m³/s	0,958 m³/s	4,91%
DUERO	344	8,179 m³/s	6,648 m³/s	5,093 m³/s	3,923 m³/s	59,01%
DUERO	395	24,521 m³/s	14,072 m³/s	8,704 m³/s	7,450 m³/s	52,94%
DUERO	826	7,957 m³/s	5,790 m³/s	4,547 m³/s	4,249 m³/s	73,39%
DUERO	323	1,481 m³/s	0,524 m³/s	0,314 m³/s	0,262 m³/s	50,00%
DURATÓN	831	0,815 m³/s	0,554 m³/s	0,475 m³/s	0,427 m³/s	77,02%
ERESMA	544	0,231 m³/s	0,105 m³/s	0,022 m³/s	0,013 m³/s	11,90%
ESCALOTE	433	0,199 m³/s	0,140 m³/s	0,078 m³/s	0,060 m³/s	42,86%
ESGUEVA	310	0,450 m³/s	0,365 m³/s	0,286 m³/s	0,264 m³/s	72,26%
ESLA	38	5,186 m³/s	2,945 m³/s	1,926 m³/s	1,702 m³/s	57,80%
ESLA	298	31,490 m³/s	20,801 m³/s	16,747 m³/s	15,763 m³/s	75,78%
ESLA	200671	25,727 m³/s	7,343 m³/s	1,246 m³/s	0,768 m³/s	10,46%
GUAREÑA	463	0,759 m³/s	0,535 m³/s	0,375 m³/s	0,330 m³/s	61,68%
HUEBRA	513	1,085 m³/s	0,670 m³/s	0,530 m³/s	0,448 m³/s	66,87%
MANZANAS	807	0,207 m³/s	0,154 m³/s	0,137 m³/s	0,123 m³/s	79,87%
NEGRO	211	0,915 m³/s	0,594 m³/s	0,406 m³/s	0,360 m³/s	60,55%
ORBIGO	48	7,925 m³/s	5,645 m³/s	3,898 m³/s	3,458 m³/s	61,25%
PISUERGA	260	10,824 m³/s	4,294 m³/s	1,294 m³/s	1,033 m³/s	24,06%
PISUERGA	90	4,539 m³/s	2,227 m³/s	0,687 m³/s	0,553 m³/s	24,84%
PORMA	829	5,027 m³/s	0,725 m³/s	0,395 m³/s	0,335 m³/s	46,21%
RIAZA	372	0,384 m³/s	0,291 m³/s	0,208 m³/s	0,178 m³/s	60,94%
RITUERTO	327	0,296 m³/s	0,127 m³/s	0,085 m³/s	0,065 m³/s	51,51%
RUBAGÓN	70	0,203 m³/s	0,129 m³/s	0,104 m³/s	0,092 m³/s	71,24%
SEQUILLO	123	0,276 m³/s	0,180 m³/s	0,127 m³/s	0,112 m³/s	62,32%
TAMEGA	224	1,975 m³/s	1,377 m³/s	0,951 m³/s	0,831 m³/s	60,33%
TERA	214	0,298 m³/s	0,176 m³/s	0,065 m³/s	0,050 m³/s	28,54%
TERA	50	5,059 m³/s	3,561 m³/s	2,555 m³/s	2,292 m³/s	64,35%
TORMES	412	8,017 m³/s	3,647 m³/s	1,841 m³/s	1,346 m³/s	36,91%
TORMES	505	5,826 m³/s	1,148 m³/s	0,352 m³/s	0,293 m³/s	25,56%
TORMES	545	4,895 m³/s	2,306 m³/s	1,286 m³/s	0,974 m³/s	42,25%
TUERTO	105	1,604 m³/s	1,171 m³/s	0,840 m³/s	0,750 m³/s	64,02%
UCES	480	0,259 m³/s	0,051 m³/s	0,019 m³/s	0,010 m³/s	19,33%
VALDERADUEY	118	0,054 m³/s	0,032 m³/s	0,017 m³/s	0,013 m³/s	39,06%
VOLTOYA	828	0,180 m³/s	0,146 m³/s	0,116 m³/s	0,075 m³/s	51,37%
ZAPARDIEL	474	0,536 m³/s	0,378 m³/s	0,278 m³/s	0,273 m³/s	72,26%

Tabla 4. Equivalencias entre el Q HPU 50% y el Q HPU 25 % o caudal de sequía.

### 3.2.3. Caudales máximos.

De las cuarenta masas en las que se han realizado los estudios hidrobiológicos, los caudales máximos sólo se han calculado en diez masas. En concreto, en las que se encuentran inmediatamente aguas abajo de grandes infraestructuras hidráulicas. No obstante, en un par de casos en los que no se cumple lo anterior, se ha considerado que podían extrapolarse los resultados sin demasiado error. Esto ocurre en la masa 395, aguas abajo del embalse de San José, quedando el punto de campo a unos 20 Km; y en la masa 50, aguas abajo del embalse de Nuestra Sra. De Agavanzal, en el que el punto de campo está a unos 30 km.

En la tabla siguiente se presentan los tramos en los que se han estudiado los caudales máximos así como los valores de los mismos.

RÉGIMEN DE CAUDALES MÁXIMOS

Código Masa	Río	Embalse	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
186	ARLANZÓN	ÚZQUIZA	12,719	12,719	12,719	12,719	9,986	9,986	9,986	9,986	9,986	9,986	9,986	9,986
395	DUERO	SAN JOSÉ	536,400	536,400	536,400	536,400	536,400	536,400	536,400	320,600	320,600	320,600	320,600	320,600
200678	DUERO	ALDEADÁVILA	1189,950	1189,950	1189,950	1189,950	1189,950	1189,950	1189,950	1010,000	1010,000	1010,000	1010,000	1010,000
831	DURATÓN	LAS VENCÍAS	12,020	12,020	12,020	12,020	12,020	12,020	12,020	12,020	12,020	12,020	12,020	12,020
200671	ESLA	RICOBAYO	813,476	813,476	813,476	813,476	813,476	813,476	813,476	813,476	333,908	333,908	333,908	333,908
372	RIAZA	LINARES DEL ARROYO	17,250	17,250	17,250	17,250	17,250	17,250	17,250	17,250	17,250	17,250	17,250	17,250
50	TERA	Nº Sº DE AGAVANZAL	247,820	247,820	247,820	247,820	86,993	86,993	86,993	86,993	86,993	86,993	86,993	86,993
214	TERA	VEGA DE TERA	12,450	12,450	12,450	12,450	12,450	12,450	12,450	12,450	12,450	12,450	12,450	12,450
412	TORMES	LA ALMENDRA	141,611	141,611	141,611	141,611	141,611	141,611	141,611	141,611	141,611	141,611	141,611	141,611
545	TORMES	VILLAGONZALO	98,363	98,363	98,363	98,363	60,565	60,565	60,565	60,565	60,565	60,565	60,565	60,565

Tabla 5. Masas y valores de caudales máximos en m3/s.

### 3.2.4. Otras consideraciones.

#### Distribución temporal de caudales:

Según la IPH, para definir la distribución temporal de caudales mínimos “se seleccionarán periodos homogéneos y representativos en función de la naturaleza hidrológica de la masa de agua y de las especies autóctonas”. En concreto, hay que identificar “(...) al menos dos periodos distintos dentro del año”.

Se han considerado como periodos homogéneos y representativos cada uno de los doce meses del año; por tanto habrá un caudal mínimo propuesto para cada mes.

#### Masas de agua no permanentes:

Son los ríos temporales, intermitentes y efímeros. Se caracterizan principalmente porque tienen un periodo de cese de caudal. El periodo de cese puede ser anual, bienal o quinquenal. Tanto el periodo de cese como el carácter de su estacionalidad se indicarán en la propuesta de caudales. En la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero, se identificaron en principio 37 masas no permanentes. No obstante, al realizar los estudios de caudales hidrológicos, se ha visto que no todas tienen periodo de cese de caudal.

#### Tramo del Duero Internacional:

Las masas de agua ubicadas en este tramo, se rigen por el Convenio de Albufeira que establece, entre otras cosas, los caudales mínimos que se deben cumplir. Por ello, para estas masas no se calculan los caudales mínimos en este anejo.

### 3.3. Síntesis de los estudios.

Dada su extensión, la información de los estudios realizados se presenta en dos apéndices a este anejo:

En el APÉNDICE I se incluye la síntesis de los caudales obtenidos por métodos hidrológicos de todas las masas de agua superficial.

En el APÉNDICE II se incluye la síntesis de los principales análisis relativos a los caudales ecológicos en las 40 masas de agua seleccionadas. Estos análisis han consistido en lo siguiente:

a) Por una parte se han determinado los caudales mínimos precisos desde la perspectiva hidrológica y la ecohidrológica. Esta determinación constituye una de las partes más importantes del conjunto de los caudales ecológicos. A partir de los datos de un modelo de simulación hidrológica (SIMPA-2) se obtienen series a nivel mensual de aportaciones en régimen natural; con esta información, y en aplicación de métodos contrastados, se pueden proponer asignaciones de recursos hídricos para dichos caudales hidrológicos. En forma independiente, se han estudiado sobre el terreno el hábitat potencial útil para la(s) especie(s) y estadios relativos a cada masa de agua para diferentes caudales circulantes en la misma; según las regulaciones de la IPH se ha obtenido el caudal mínimo adecuado desde esta perspectiva. Finalmente, la propia IPH indica que la distribución temporal de los caudales mínimos se determinará ajustando los caudales obtenidos por métodos hidrológicos al resultado de la idoneidad del hábitat.

b) Una segunda componente del estudio consiste en determinar los caudales máximos que pueden circular por los cauces sin menoscabo de los valores ambientales del ecosistema. El estudio se restringe a aquellas masas de agua por debajo de las grandes infraestructuras de regulación y que forman parte de cauces que son utilizados como elementos de transporte de volúmenes relevantes de agua para grandes consumidores, generalmente de regadío. Los estudios tienen igualmente una doble componente hidrológica y ecohidrológica.

c) Independientemente, se han obtenido en el estudio los hidrogramas de las avenidas (de carácter ordinario), que deberían ser garantizadas en aquellas masas de agua en las que los embalses de regulación en operación las han erradicado. Estas crecidas se implementarían con una periodicidad baja y, normalmente, coincidiendo con períodos hidrológicos húmedos.

d) Se ha estudiado igualmente la tasa de cambio máxima admisible por razones ecológicas para los caudales.