

**1ª JORNADA DE CONCERTACIÓN DE LA
PROPUESTA DE CAUDALES ECOLÓGICOS
EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL
GUADIANA**

**JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE LOS REGÍMENES
PROPUESTOS**

Octubre de 2011

Contenido

1	Introducción	1
2	Material de partida	4
2.1	Datos hidrológicos.....	4
2.1.1	<i>Aportaciones mensuales por tramos de río. Modelo SIMPA</i>	4
2.1.2	<i>Datos de aforo</i>	4
2.2	Datos ecohidráulicos	5
2.2.1	<i>Selección de tramos</i>	5
2.2.2	<i>Trabajos de campo</i>	8
3	Metodología	9
3.1	Métodos hidrológicos.....	9
3.1.1	<i>Desagregación de series mediante curvas patrón</i>	9
3.1.2	<i>Consideración de ecotipos</i>	10
3.1.3	<i>Metodología general para ríos permanentes</i>	11
3.1.4	<i>Clasificación hidrológica. Periodos de cese</i>	13
3.2	Métodos ecohidráulicos. El método IFIM	16
3.2.1	<i>Simulación hidráulica</i>	17
3.2.2	<i>Curvas de preferencia biológica</i>	17
3.2.3	<i>Evaluación de hábitat. Determinación del hábitat potencial útil (HPU)</i>	18
3.2.4	<i>Conectividad</i>	19
3.3	Condicionantes para la determinación de los caudales mínimos	20
3.3.1	<i>Registro de Zonas Protegidas</i>	20
3.3.2	<i>Alteración hidrológica</i>	20
3.3.3	<i>Sequías prolongadas</i>	21
3.4	Caudales máximos.....	22
3.4.1	<i>Metodología seguida para la estimación de la distribución estacional de caudales ecológicos máximos por métodos hidrológicos</i>	22
3.4.2	<i>Metodología seguida para la verificación mediante modelos ecohidráulicos de la distribución estacional de caudales ecológicos máximos</i>	23
3.5	Tasa de cambio	23
3.6	Caracterización del régimen de crecidas	24
3.7	Aguas de transición	25
3.8	Lagos y humedales	27
4	Resultados generales	32
4.1	Propuesta técnica de caudales ecológicos en ríos	32
4.1.1	<i>Propuesta técnica de caudales mínimos</i>	32
4.1.2	<i>Propuesta técnica de caudales máximos</i>	33
4.1.3	<i>Propuesta técnica de tasa de cambio máxima</i>	33

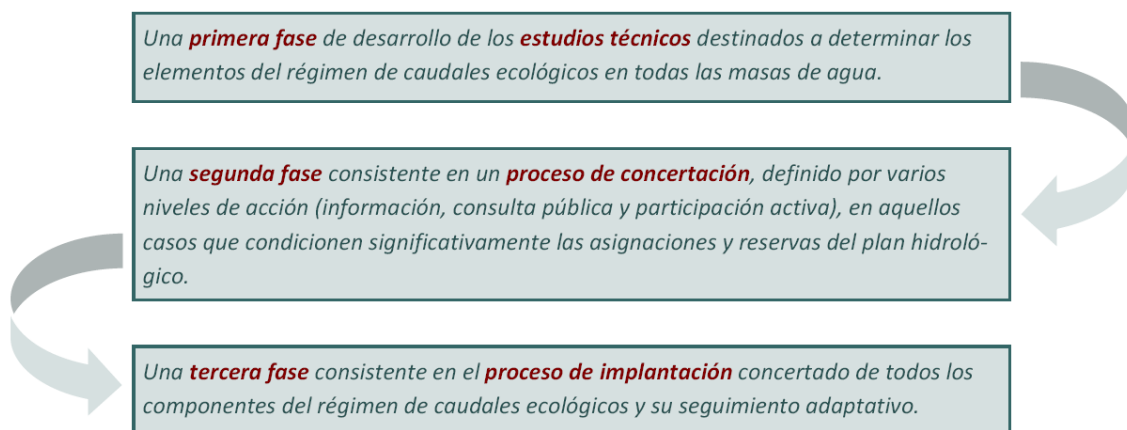
4.1.4	<i>Propuesta técnica del caudal generador.....</i>	33
4.1.5	<i>Resumen de la propuesta final de caudales ecológicos en ríos.....</i>	33
4.2	Propuesta técnica de necesidades ecológicas de lagos y humedales.....	35
4.3	Propuesta técnica de caudales ecológicos en aguas de transición.....	37
5	Puntos de control y seguimiento de caudales ecológicos.....	39
6	Evaluación de efectos.....	40
6.1	Caudales ecológicos en ríos.....	40
6.1.1	<i>Río Bullaque.....</i>	43
6.1.2	<i>Río Ardila II.....</i>	46
6.1.3	<i>Otros ríos.....</i>	49
6.2	Necesidades de zonas húmedas.....	50
6.2.1	<i>Lagunas de Ruidera.....</i>	51
6.2.2	<i>Tablas de Daimiel.....</i>	53
7	Glosario.....	56

1 INTRODUCCIÓN

Los caudales ecológicos son, de acuerdo con el Reglamento de la Planificación Hidrológica¹ (en adelante “RPH”), aquellos que contribuyen a alcanzar el buen estado o buen potencial ecológico en los ríos o en las aguas de transición y mantienen, como mínimo, la vida piscícola que de manera natural habitaría o pudiera habitar en el río, así como su vegetación de ribera. Han de ser fijados en los Planes Hidrológicos y no son objeto de concesión.

El resultado de los trabajos de determinación técnica de caudales ecológicos para la Demarcación Hidrográfica del Guadiana se encuentra actualmente sometida a información pública como Anejo número 6 de la propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico. En su elaboración, cuya justificación se sintetiza en el presente documento, se han considerado métodos meramente hidrológicos juntos a otros que estudian la idoneidad de hábitat que precisan las especies de ictiofauna autóctona, de acuerdo con los resultados que a este respecto muestran determinadas curvas de preferencia que relacionan la habitabilidad potencial con el caudal.

Figura 1. Fases del establecimiento del régimen de caudales ecológicos



Una vez que la propuesta de caudales ecológicos contenida en el borrador de Plan Hidrológico se ajuste mediante el correspondiente proceso de concertación, a desarrollar en principio simultáneamente a la consulta pública del Plan, en paralelo con el resto del proceso de participación, los regímenes así ajustados serán adoptados con la aprobación formal del Plan. A partir de ese momento, corresponderá llevar a cabo

¹ Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.

su implantación efectiva y su seguimiento adaptativo, para desarrollar un nuevo ajuste cuando el Plan Hidrológico sea revisado.

Los diferentes aspectos de los regímenes de caudales ecológicos se habrán pues de abordar desde la perspectiva desarrollada en el apartado 3.4 de la Instrucción de Planificación Hidrológica² (en adelante “IPH”), así como del proceso para su desarrollo en las referidas tres fases: determinación técnica de los regímenes, concertación e implantación. A este respecto, el apartado 3.4.6 de la IPH indica que el objetivo de dicha fase de concertación será “compatibilizar los derechos al uso del agua con el régimen de caudales ecológicos para hacer posible su implantación”.

Los regímenes de caudales ecológicos a respetar en las masas de agua forman parte de las preocupaciones actuales de los gestores para compaginar la demanda social y los requerimientos medioambientales como parte fundamental de la planificación de los recursos hídricos. En el caso de las masas de agua de la categoría río, dichos regímenes, conforme a la IPH, se componen de los siguientes elementos:

- I. Caudales mínimos que deben ser superados, con objeto de mantener la diversidad espacial del hábitat y su conectividad, asegurando los mecanismos de control del hábitat sobre las comunidades biológicas, de forma que se favorezca el mantenimiento de las comunidades autóctonas.
- II. Caudales máximos que no deben ser superados en la gestión ordinaria de las infraestructuras planificadas, con el fin de limitar los caudales circulantes y proteger así a las especies autóctonas más vulnerables a estos caudales.
- III. Distribución temporal de los anteriores caudales mínimos y máximos, con el objetivo de establecer una variabilidad temporal del régimen de caudales que sea compatible con los requerimientos de los diferentes estadios vitales de las principales especies de fauna y flora autóctonas presentes en la masa de agua.
- IV. Caudales de crecida, con objeto de controlar la presencia y abundancia de las diferentes especies, mantener las condiciones físico-químicas del agua y del sedimento, mejorar las condiciones y disponibilidad del hábitat a través de la dinámica geomorfológica y favorecer los procesos hidrológicos que controlan la conexión del río y los acuíferos asociados.

² Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica.

- V. Tasa de cambio, con objeto de evitar los efectos negativos de una variación brusca de los caudales, como pueden ser el arrastre de organismos acuáticos durante la curva de ascenso y su aislamiento en la fase de descenso de los caudales. Asimismo, debe contribuir a mantener unas condiciones favorables a la regeneración de especies vegetales acuáticas y ribereñas.

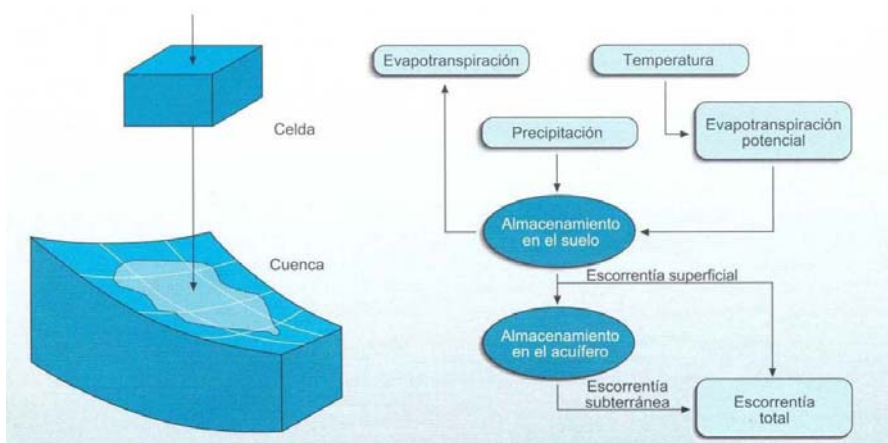
2 MATERIAL DE PARTIDA

2.1 Datos hidrológicos

2.1.1 Aportaciones mensuales por tramos de río. Modelo SIMPA

Las series de aportación mensuales y anuales en cada una de las masas de agua se han obtenido mediante el Sistema Integrado para la Modelación del Proceso Precipitación Aportación (SIMPA) desarrollado por el Centro de Estudios y Experimentación en Obras Públicas (CEDEX).

Figura 2. Diagrama de flujo del modelo distribuido SIMPA



El modelo SIMPA, a partir de precipitaciones, evapotranspiraciones potenciales y parámetros hidrológicos, obtiene mapas de evapotranspiración y escorrentía total, variables de salida del ciclo hidrológico. Los caudales mensuales se obtienen integrando la escorrentía total en las cuencas vertientes a los puntos de simulación.

2.1.2 Datos de aforo

Los datos de aforo utilizados para la determinación de caudales ecológicos en la Demarcación del Guadiana provienen del Anuario 2005-2006 de la Dirección General del Agua (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino), el cual recoge para dicho ámbito las series históricas de 94 estaciones de aforo. Si bien 14 estaciones tienen datos hasta 2006, dado que para el estudio de caudales ecológicos interesan los períodos de registro en régimen natural, y habida cuenta del alto grado de regulación de la cuenca, en muy pocas ocasiones es utilizable el período que llega a la actualidad, interesando más los datos antiguos, a pesar de la disminución de aportaciones constatada desde la segunda mitad del siglo pasado.

2.2 Datos ecohidráulicos

2.2.1 Selección de tramos

Conforme a lo indicado en el epígrafe 3.4.1.1.1 de la IPH, los métodos hidrológicos utilizados para el cálculo de caudal ecológico deberán ser ajustados mediante estudios de modelización de la idoneidad del hábitat en tramos fluviales representativos de cada tipo de río. A fin de responder a dicha representatividad, partiendo para ello de las estaciones de referencia establecidas en el ámbito de estudio en cumplimiento de la Directiva Marco del Agua, e incluyendo aquéllos otros que se han juzgado de especial interés para su preservación por sus valores ambientales o paisajísticos conforme a los siguientes criterios:

- Sectores fluviales de elevado grado de naturalidad.
- Tramos con muy buen estado ecológico conforme a los enunciados de la Directiva Marco del Agua, que sean representativos de las condiciones naturales del río.
- Tramos dentro de espacios naturales protegidos, prestando especial atención a los elementos de la Red Natura 2000, los Parques Naturales, las reservas de las Biosfera, los humedales Ramsar, las reservas fluviales o cualquier otra figura de protección, así como los que alberguen especies en peligro de extinción, sensibles a la alteración de su hábitat, vulnerables o de interés especial.
- Tramos con carácter de conectores ambientales o de corredores de fauna silvestre.
- Tramos con singularidades ambientales y paisajísticas.
- Tramos en los que el establecimiento del caudal ecológico pueda tener repercusiones en las asignaciones y reservas de recursos que se establecerán en los planes hidrológicos.

Por otro lado, se han tenido en cuenta también aquellos puntos identificados como clave en la gestión de las sequías, los tramos incluidos como punto de definición de caudal ecológico en el Plan Hidrológico anterior, los que por la confluencia de ríos se consideren importantes y los relacionados con el desarrollo de infraestructuras y que vengán recogidos en el Esquema de Temas Importantes.

Figura 3. Localización de las masas de agua seleccionadas para el estudio de simulación del hábitat

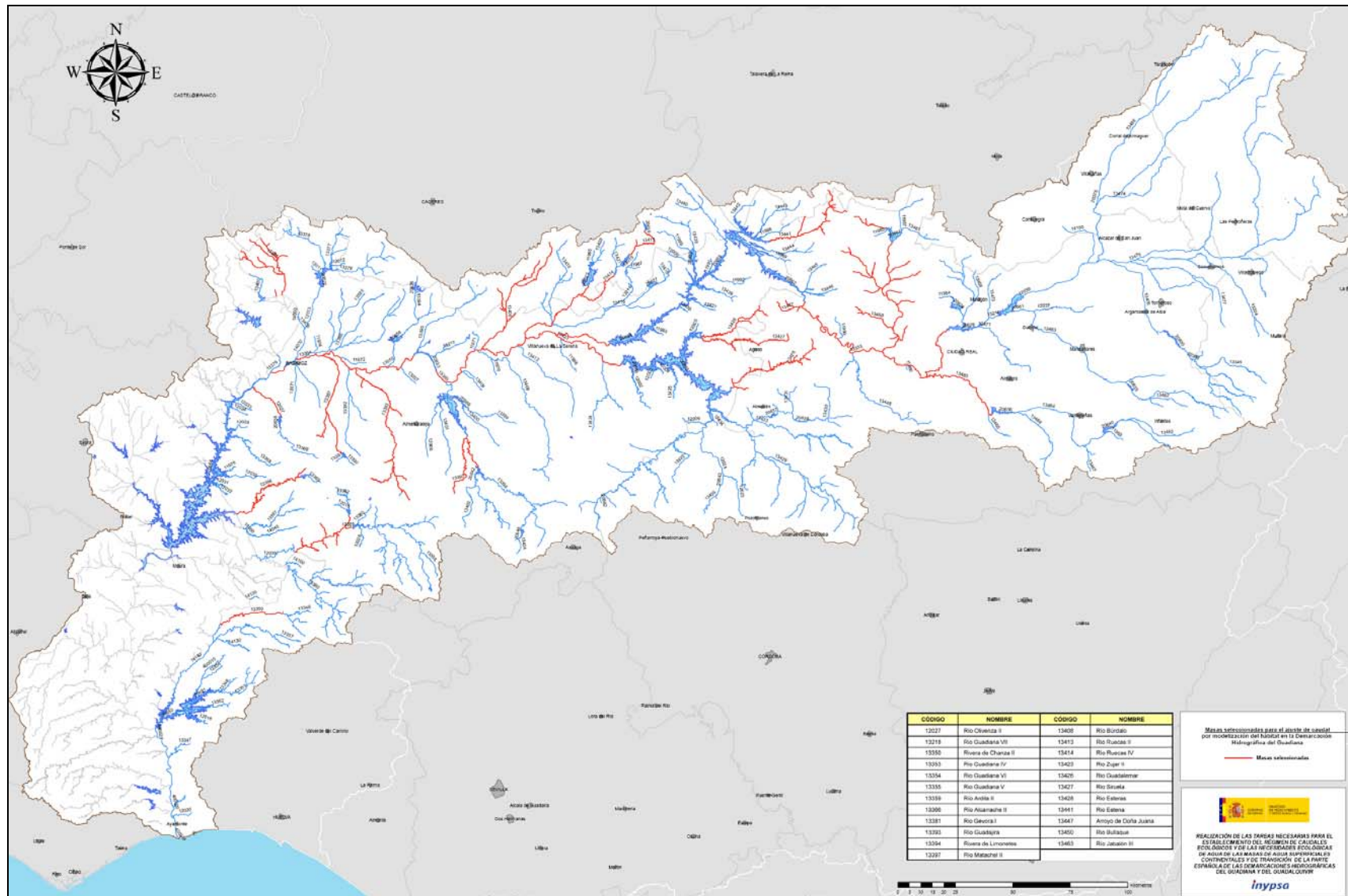


Tabla 1. Masas de agua seleccionadas para el estudio de simulación del hábitat

COD	Nombre	Ecotipo	Hidrorregión	CCAA	Longitud (km)	Área (km ²)	Aportación media (hm ³ /año)	Aportación específica (hm ³ /km ²)
12010	Río Lacara	1	DBBD4	Extremadura	13	423	55,08	0,130
12013	Río Zapatón II	1	DBAD4	Extremadura	20	1.133	115,39	0,102
12024	Río Guadamatilla II	1	DDBD4	Andalucía	24	657	32,82	0,050
12027	Río Olivenza II	1	DBAD4	Extremadura	19	318	33,42	0,105
13218	Río Guadiana VII	17	DBBD4	Extremadura	7	47.539	3.295,95	0,069
13353	Río Guadiana IV	16	ADBB4	Castilla La Mancha	125	22.352	658,77	0,029
13354	Río Guadiana VI	17	DBBD4	Extremadura	64	45.920	3.109,29	0,068
13355	Río Guadiana V	17	DBBD4	Extremadura	101	41.732	2.802,89	0,067
13359	Río Ardila II	8	DBAD4	Extremadura	69	1.827	275,16	0,151
13366	Río Alcarache II	1	EFIMERO	Extremadura	70	380	55,73	0,147
13387	Rivera de los Limonetes	1	DBBD4	Extremadura	71	440	29,96	0,068
13393	Río Guadajira	1	DBBD4	Extremadura	117	901	41,73	0,046
13397	Río Matachel II	1	DBAD4	Extremadura	55	1.444	112,25	0,078
13398	Río Matachel III	1	DBBD4	Extremadura	9	2.546	163,46	0,064
13408	Río Búrdalo	1	DBBD4	Extremadura	104	566	65,35	0,115
13414	Río Rucas IV	1	DBBD4	Extremadura	67	1.905	269,73	0,142
13423	Río Zújar II	17	DBBD4	Extremadura	35	8.515	874,57	0,103
13450	Río Bullaque	8	ABBB2	Castilla La Mancha	215	2.035	258,71	0,127
13463	Río Jabalón III	5	ADDB2	Castilla La Mancha	45	2.359	54,74	0,023
13447	Arroyo de Doña Juana	8	DDBD4	Castilla La Mancha	23	145	26,53	0,183
13381	Río Gévora I	8	EFIMERO	Extremadura	97	438	45,04	0,103
13413	Río Rucas II	8	EFIMERO	Extremadura	25	120	45,41	0,378
13426	Río Guadalemar	8	EFIMERO	Castilla La Mancha	54	249	44,84	0,180
13427	Río Siruela	8	EFIMERO	Castilla La Mancha	61	338	57,22	0,169
13428	Río Esteras	8	EFIMERO	Castilla La Mancha	88	560	97,96	0,175
13441	Río Estena	8	ADBB4	Castilla La Mancha	82	392	67,06	0,171
13350	Rivera de Chanza II	8	DBAD4	Andalucía	32	327	68,96	0,211

Se ha analizado además la topología del sistema de explotación con la finalidad de localizar en las masas de agua los siguientes elementos:

- Elementos de regulación.
- Elementos de derivación.
- Tramos de transporte, ya sea naturales o artificiales.

Una vez considerados todos estos aspectos, y de acuerdo con la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Guadiana, se ha procedido al desarrollo de trabajos ecohidráulicos en 24 masas de agua superficial tipo río del ámbito de la citada Demarcación.

2.2.2 Trabajos de campo

Los trabajos de campo desarrollados en las masas de agua objeto de estudio comenzaron con la inspección para la determinación de un tramo característico. Una vez seleccionado, se procedió a la implementación de las técnicas más adecuadas para la realización del trabajo, diferenciando entre tramos vadeables y no vadeables.

2.2.2.1 *Tramos vadeables*

En los tramos vadeables del ámbito seleccionado se ha procedido al levantamiento del cauce mediante Estación Total, instrumento topográfico electro-óptico con capacidad de medir distancias con precisión milimétrica. A fin de definir la morfología del cauce, se establecieron secciones transversales hasta el nivel de *bankfull*. Las mediciones se tomaron perpendicularmente al sentido de las corriente, iniciándose desde aguas arriba a aguas abajo, de margen izquierda a margen derecha y separadas entre sí, dentro de la misma sección, por una distancia nunca superior a la vigésima parte de la anchura del cauce en el punto considerado. Sobre cada sección, marcadas de modo que las medidas puedan ser replicadas con exactitud, se determinará la velocidad media de la corriente en cada punto topografiado mediante caudalímetro digital y una descripción puntual del lecho, apoyada por la toma de fotografías del mismo para calcular el valor del coeficiente n de Manning.

2.2.2.2 *Tramos no vadeables*

En los tramos no vadeables se ha llevado a cabo el levantamiento topográfico del cauce mediante procedimientos hidroacústicos, utilizando una ecosonda acoplada a una embarcación neumática. Dicho procedimiento parte también del establecimiento, dentro del tramo seleccionado, de secciones transversales. Una vez establecidas las secciones, se determinó la batimetría del cauce mediante ecosonda y la topografía de las riberas mediante Estación Total hasta el nivel de *bankfull*. Al igual que en los tramos vadeables, en cada punto de la batimetría se midió la velocidad de la corriente y se caracterizó el sustrato, utilizando para ello visores o dragas.

3 METODOLOGÍA

3.1 Métodos hidrológicos

3.1.1 Desagregación de series mediante curvas patrón

Dado que las series de caudales procedentes de SIMPA se encuentran elaboradas a escala mensual, resulta en primer lugar necesario adecuar dichas series con el fin de lograr construir, mediante su desagregación, un régimen sintético diario que permita la aplicación de metodologías hidrológicas de cálculo de caudal ecológico.

La desagregación de caudales es un proceso complicado e impreciso, a no ser que se disponga en el tramo en estudio de una estación de aforo que, en todo caso, debe ser fiable y disponer de una serie de registros de suficiente extensión.

Cuando el caso no es el expuesto, la metodología básica partirá de las estaciones de aforo representativas (al menos una por ecotipo) a fin de obtener unos pesos que permitan distribuir a nivel diario la aportación mensual, siguiendo las siguientes recomendaciones:

- Análisis de la serie diaria de partida analizado la variabilidad del peso diario frente a la aportación mensual en cada año de la serie.
- Elección de aquel patrón de distribución diaria del mes que más se aproxime a la aportación mensual media.
- Análisis sobre las menores desviaciones de la aportación anual respecto de la aportación anual media.

El desarrollo del trabajo incluye los siguientes pasos:

- Identificación de las estaciones de aforo existentes en los tramos de río con series históricas representativas.
- Análisis de las series y definición de períodos en régimen natural.
- Contraste y validación de datos por el método de las dobles acumulaciones.
- Selección de estaciones de aforo y períodos utilizables.
- Elección de los patrones de distribución a nivel diario.

3.1.2 Consideración de ecotipos

La tipificación en ecotipos utilizada como base ha sido la implementada por el CEDEX en cumplimiento de lo exigido por la Directiva Marco del Agua, conforme a la cual ha sido posible definir 32 ecotipos o tipos de ríos en la Península Ibérica y Baleares que se reducen a seis en el caso de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana. Los 27 tramos fluviales seleccionados corresponden con cinco ecotipos diferentes

Tabla 2. Ecotipos presentes en las masas de agua seleccionadas

Nombre	Ecotipo	
Río Zapatón II	1	RIOS DE LLANURAS SILICEAS DEL TAJO Y GUADIANA
Río Guadamatilla II		
Río Olivenza II		
Río Alcarache II		
Rivera de los Limonetes		
Río Guadajira		
Río Matachel II		
Río Matachel III		
Río Búrdalo		
Río Rucas IV		
Río Jabalón III	5	RIOS MANCHEGOS
Río Ardila II	8	RIOS DE LA BAJA MONTAÑA MEDITERRANEA SILICEA
Río Bullaque		
Arroyo de Doña Juana		
Río Gévora I		
Río Rucas II		
Río Guadalemar		
Río Siruela		
Río Esteras		
Río Estena		
Rivera de Chanza II		
Río Guadiana IV	16	EJES MEDITERRANEO-CONTINENTALES MINERALIZADOS
Río Guadiana VII	17	GRANDES EJES EN AMBIENTE MEDITERRANEO
Río Guadiana VI		
Río Guadiana V		
Río Zújar II		
Río Zapatón II	1	RIOS DE LLANURAS SILICEAS DEL TAJO Y GUADIANA

3.1.3 Metodología general para ríos permanentes

Los métodos hidrológicos conforman el tipo más simple de metodologías de estimación de caudales ecológicos. Utilizan datos hidrológicos, en forma de caudales históricos mensuales o diarios, para derivar recomendaciones de caudales ecológicos. Consisten en seleccionar un porcentaje fijo u otro índice de caudal como demanda ecológica para mantener un elemento del ecosistema a un nivel aceptable predeterminado. Los caudales recomendados se fijan anualmente, estacionalmente, o mensualmente. La mayoría de metodologías de este tipo utilizan solamente datos de caudal para identificar la demanda de caudal ecológico. Otras metodologías más sofisticadas, como las metodologías holísticas, utilizan estos índices hidrológicos como parte de sus técnicas.

Existen numerosas metodologías de tipo hidrológico, muchas de ellas específicas para una determinada región o contexto. En el caso de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana, la obtención de los caudales ecológicos determinados por métodos hidrológicos que habrán de ser ajustados mediante modelación de la idoneidad del hábitat se ha basado en tres procedimientos diferentes: caudal básico, percentiles 5 y 15 de la curva de caudales clasificados y medias móviles de órdenes 21 y 25.

3.1.3.1 *Método del Caudal Básico*

El denominado “Método del Caudal Básico” parte de series de caudales medios diarios y, mediante la aplicación de medias móviles sobre intervalos crecientes de datos, obtiene una distribución de caudales mínimos acumulados, sobre la que se define el Caudal Básico como el correspondiente a la discontinuidad o incremento relativo mayor. Este método, básicamente hidrológico, incorpora aspectos hidráulicos y criterios biológicos de habitabilidad, partiendo de la idea básica de que el caudal circulante por un tramo de río (series hidrológicas temporales), es la variable primaria que contiene toda la información necesaria para la organización física y biológica del ecosistema fluvial.

El componente fundamental de la metodología es el caudal básico, el cual corresponde con el caudal mínimo necesario para que se conserve la estructura y función del ecosistema acuático afectado. Es, por tanto, el caudal mínimo que debe circular en todo momento por el río, aunque no siempre el recomendado.

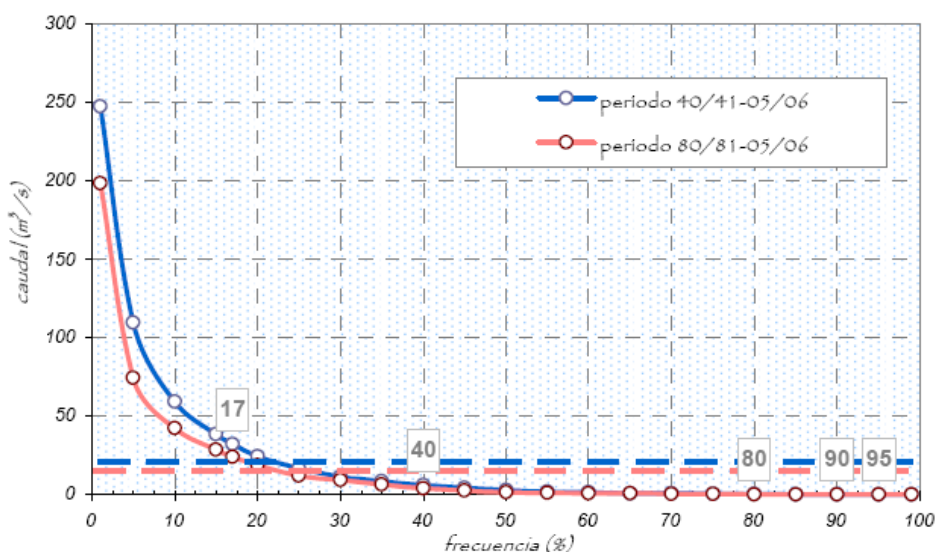
Como dato de partida, el método requiere series continuas recientes de caudales medios diarios. A partir de estas series, el caudal básico se deduce de la aplicación de

medias móviles sobre intervalos de amplitud creciente obtenidos de las series de caudales medios diarios. Las medias móviles se calculan con retardos crecientes, obteniendo unas series secundarias que tienden hacia el valor del caudal medio anual. De cada una de estas series secundarias se calcula el caudal mínimo, obteniéndose una serie terciaria única sobre la que se calcula la razón de incremento entre cada par de valores consecutivos. El caudal básico corresponde al caudal superior del par de valores que recogen la mayor razón de incremento.

3.1.3.2 Percentiles de la curva de caudales clasificados

La curva de caudales clasificados muestra, para un tramo de río, el porcentaje de tiempo en el que se alcanza o se supera un cierto valor del caudal. Es el resultado de ordenar una serie temporal de caudales por orden de magnitud, el cual, si se clasifica por orden cronológico, da lugar a un hidrograma.

Figura 4. Ejemplo de curva de caudales clasificados (Tramo 13353 Guadiana IV)



La definición de percentiles bajos en la curva de caudales clasificados permite, de acuerdo con la IPH, definir umbrales habituales de caudal mínimo. No obstante, y dado que este procedimiento constituye un buen instrumento para caracterizar episodios hidrológicos extremos, como sequías o avenidas, resulta necesario encontrar parámetros que, siendo representativos, no focalicen su definición en situaciones límite, sino que sean representativos de caudales habituales.

En el caso de los caudales ecológicos, los valores de excedencia a seleccionar en la curva de caudales habrán de corresponder a percentiles bajos, siendo habitual la

consideración de los valores umbrales $Q_{85\%}$ y $Q_{95\%}$, (percentiles 15 y 5) los cuales, dado que representan en término medio 55 y 18 días respectivamente, suelen denominarse Q_{310} y Q_{347} . A fin de paliar la falta de información inherente a la curva de caudales clasificados respecto a la distribución temporal de los caudales inferiores al elegido, podría en su caso procederse a determinar el número de días consecutivos en que, como media, el caudal toma valores inferiores a los percentiles indicados.

3.1.3.3 *Medias móviles*

Las Medias Móviles son método estadístico que representa como caudal ecológico el definido por la media de los caudales medios mínimos correspondientes a un número de días consecutivos, calculada sobre la hidrológica seleccionada.

La metodología que se ha tomado como más adecuada para el establecimiento de caudales ecológicos en los ríos temporales de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana es la de las Medias Móviles de Orden 25 (MM25 o Q25dm), método estadístico desarrollado en la Escuela de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid y que representa como caudal ecológico el definido por la media de los caudales medios mínimos correspondientes a 25 días consecutivos, calculada sobre la serie hidrológica seleccionada.

3.1.4 Clasificación hidrológica. Periodos de cese

Conforme a la IPH, previo a la determinación del valor de caudal ecológico por métodos hidrológicos, y partido de las series de aportación generadas por el modelo SIMPA, se ha procedido a distinguir las masas de agua superficial de la Demarcación Hidrográfica en las siguientes categorías:

- **Ríos permanentes:** cursos fluviales que en, régimen natural, presentan agua fluyendo, de manera habitual, durante todo el año en su cauce.
- **Ríos temporales o estacionales:** cursos fluviales que, en régimen natural, presentan una marcada estacionalidad, caracterizada por presentar bajo caudal o permanecer secos en verano, fluyendo agua, al menos, durante un período medio de 300 días al año.
- **Ríos intermitentes o fuertemente estacionales:** cursos fluviales que, en régimen natural, presentan una elevada temporalidad, fluyendo agua durante un período medio comprendido entre 100 y 300 días al año.

- **Ríos efímeros:** cursos fluviales en los que, en régimen natural, tan sólo fluye agua superficialmente de manera esporádica, en episodios de tormenta, durante un período medio inferior a 100 días al año.

En el caso de las masas seleccionadas, los valores obtenidos figuran a continuación.

Tabla 3. Clasificación hidrológica de las masas de agua seleccionadas

Código	Nombre	Percentil 80	Clasificación
12010	Río Lacara	123	INTERMITENTE
12013	Río Zapatón II	115	INTERMITENTE
12024	Río Guadamatilla II	183	INTERMITENTE
12027	Río Olivenza II	151	INTERMITENTE
13218	Río Guadiana VII	0	PERMANENTE
13353	Río Guadiana IV	0	PERMANENTE
13354	Río Guadiana VI	0	PERMANENTE
13355	Río Guadiana V	0	PERMANENTE
13359	Río Ardila II	92	ESTACIONAL
13366	Río Alcarache II	153	INTERMITENTE
13387	Rivera de los Limonetes	120	INTERMITENTE
13393	Río Guadajira	123	INTERMITENTE
13397	Río Machel II	114	INTERMITENTE
13398	Río Machel III	140	INTERMITENTE
13408	Río Búrdalo	92	ESTACIONAL
13414	Río Rucas IV	62	ESTACIONAL
13423	Río Zújar II	62	ESTACIONAL
13450	Río Bullaque	0	PERMANENTE
13463	Río Jabalón III	120	INTERMITENTE
13381	Río Gévora I	138	INTERMITENTE
13413	Río Rucas II	92	ESTACIONAL
13426	Río Guadalemar	123	INTERMITENTE
13427	Río Siruela	119	INTERMITENTE
13428	Río Esteras	100	INTERMITENTE
13441	Río Estena	62	ESTACIONAL
13447	Arroyo Doña Juana	124	INTERMITENTE
13350	Rivera de Chanza II	122	INTERMITENTE

La IPH impone, en su artículo 3.4.1.4.2, para la caracterización específica del régimen de caudales ecológicos de ríos temporales de carácter estacional e intermitente la caracterización del período de cese de caudal, utilizando una serie hidrológica

representativa de, al menos, 20 años. Esta caracterización es de aplicación a 22 de los 27 tramos seleccionados de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana, quedando fuera de su aplicabilidad al menos en los cuatro tramos del eje principal de este sistema fluvial (Guadiana IV, V, VI y VII) así como el Bullaque.

Tabla 4. Propuesta de periodos de cese

Código	Nombre	Clasificación	Cese de Caudal			
			Todos los años	Años alternos		
				mes	nº años	cada
12010	RIO LACARA	Intermitente	Junio-Julio-Agosto	Septiembre	2	4
12013	RIO ZAPATÓN II	Intermitente	Julio-Agosto	Junio	2	4
				Septiembre	1	3
12024	RIO GUADAMATILLA II	Intermitente	Junio-Julio-Agosto-Septiembre	Mayo	1	2
12027	RIO OLIVENZA II	Intermitente	Junio-Julio-Agosto	Mayo	1	4
				Septiembre	2	4
13359	RIO ARDILA II	Estacional	Julio-Agosto	Junio	1	5
				Septiembre	1	5
13366	RIO ALCARACHE II	Intermitente	Junio-Julio-Agosto-Septiembre	Mayo	1	6
13387	RIVERA DE LOS LIMONETES	Intermitente	Julio-Agosto	Junio	1	3
				Septiembre	1	5
13393	RIO GUADAJIRA	Intermitente	Julio-Agosto	Junio	2	4
				Septiembre	1	4
13397	RIO MATACHEL II	Intermitente	Julio-Agosto	Junio	1	4
				Septiembre	1	4
13398	RIO MATACHEL III	Estacional	Julio-Agosto	Junio	1	2
				Septiembre	1	5
13408	RIO BURDALO	Estacional	Julio-Agosto	Junio	1	7
				Septiembre	1	5
13414	RIO RUECAS IV	Estacional	Julio-Agosto			
13423	RIO ZUJAR II	Estacional	-	Julio	1	3
				Agosto	1	3
13463	RIO JABALON III	Intermitente	Julio-Agosto	Junio	1	6
				Septiembre	1	4
13381	RÍO GÉVORA I	Intermitente	Julio-Agosto	Junio	4	5
				Septiembre	1	4
13413	RÍO RUECAS II	Estacional	Julio-Agosto	Junio	1	9
13426	RÍO GUADALEMAR	Intermitente	Julio-Agosto	Junio	1	6
				Septiembre	1	4
13427	RÍO SIRUELA	Intermitente	Julio-Agosto	Junio	1	4
				Septiembre	1	5
13428	RÍO ESTERAS	Intermitente	Julio-Agosto	Septiembre	1	5
13441	RÍO ESTENA	Estacional	-	Julio	2	4
				Agosto	2	4
13447	ARROYO DE DOÑA JUANA	Intermitente	Julio-Agosto	Septiembre	1	4
13350	RIVERA DE CHANZA II	Intermitente	Julio-Agosto	Junio	3	5
				Septiembre	2	4

A la vista de los resultados presentados, puede destacarse que la cuantificación del período de cese de caudales, en todos los casos centrada en los meses de estiaje (de junio a septiembre) oscila entre 1 y 4 meses.

3.2 Métodos ecohidráulicos. El método IFIM

Los métodos ecohidráulicos utilizan como base para definir el caudal ambiental la respuesta de una especie, normalmente piscícola, a aumentos discretos de caudal. Se caracterizan por establecer correspondencias entre el hábitat de las especies fluviales y las características hidráulicas que varían en función de los caudales circulantes. La respuesta se mide como el aumento del hábitat físico en función del cambio en determinadas variables hidráulicas.

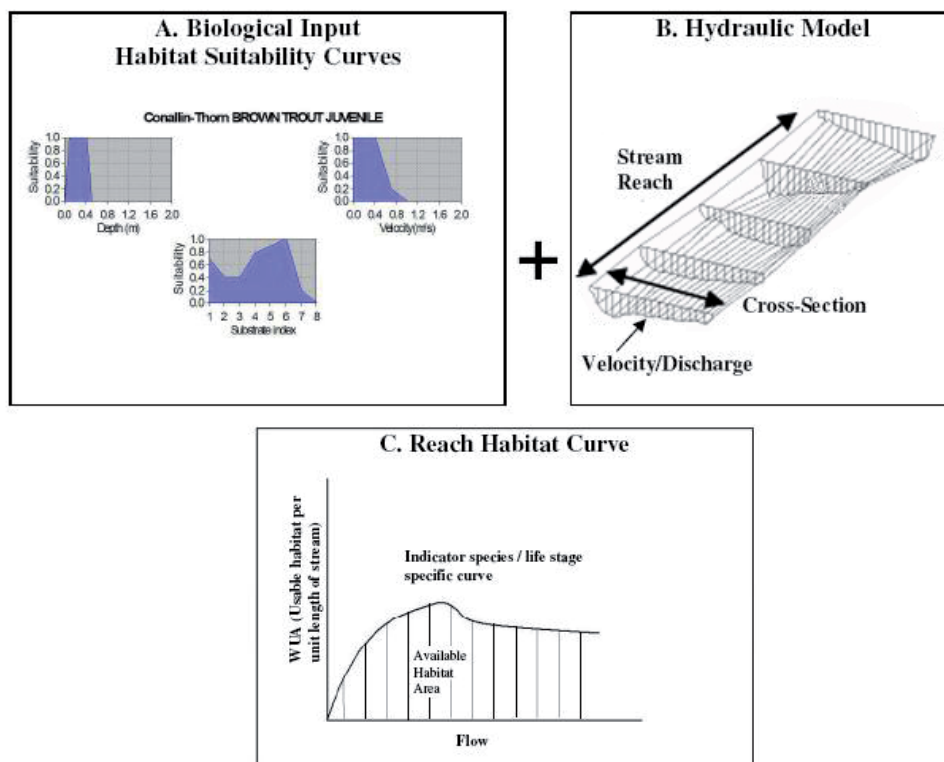
La más conocida de este grupo de metodologías, es la llamada IFIM (Instream Flow Incremental Methodology) y sus aplicaciones informatizadas PHABSIM (Physical Habitat Simulation Methodology) y, más actualizada, RHYHABSIM (River Hydraulics and Habitat Simulation System). El esquema conceptual de dicha metodología parte de tres puntos básicos:

- Un modelo hidráulico fluvial, que expresa como se relaciona el caudal con una serie de parámetros físicos, entre los cuales se puede citar la profundidad de las aguas, la velocidad, o la anchura del cauce inundado.
- Las curvas de preferencia de la fauna, definidas para cada uno de los parámetros hidráulicos anteriores, en las que se expresa como las especies seleccionadas son capaces de soportar las variaciones que puedan tomar dichos parámetros cuando cambian los caudales.
- El valor potencial del hábitat fluvial que integra el valor de las curvas de preferencia para cada caso específico simulado por el modelo hidráulico.

La ventaja evidente de estas metodologías es que utilizan criterios ecológicos fácilmente defendibles. Además, su capacidad de valorar los impactos de pequeños cambios del caudal sobre el hábitat físico, por lo que pueden evaluar una gran cantidad de escenarios para diferentes especies o estados de vida. También se debe mencionar que la simulación hidráulica y biológica se realiza a una escala significativa para los seres vivos.

Estas metodologías han sido criticadas, sin embargo, por estar enfocadas hacia determinadas especies, con los problemas que esto conlleva si la especie elegida no es representativa del ecosistema a estudiar, o si se desconocen los requerimientos de las especies presentes en un determinado río, caso en el que es necesario realizar un importante trabajo de investigación básica. Dada su complejidad, el personal técnico implicado debe ser experto tanto en hidrología como en informática y ecología.

Figura 5. Elementos de la metodología IFIM



3.2.1 Simulación hidráulica

El modelo ecohidráulico IFIM evalúa la cantidad e idoneidad de hábitat acuático utilizable para una especie bajo diferentes escenarios hidráulicos, hidrológicos y biológicos configurables, basándose en la caracterización física del cauce y de su dinámica hidráulica y su posterior traducción en hábitat potencial. Para ello es necesario realizar una simulación hidráulica que supone la simplificación del río mediante su división en secciones a fin de discretizar el tramo en celdas, subsecciones rectangulares muy pequeñas, con un comportamiento hidráulico homogéneo.

En el caso de la demarcación del Guadiana, el modelo hidráulico empleado ha sido el integrado en la aplicación River Hydraulics and Habitat Simulation (RHYHABSIM) versión 4.1 que incorpora algoritmos para simulación hidráulica que resuelven el flujo permanente uniformes o gradualmente variados en cada celda, y opciones para la evaluación de la distribución espacial de las variables hidráulicas y del hábitat.

3.2.2 Curvas de preferencia biológica

Los organismos indicadores para los cuales se ha evaluado el Hábitat Potencial Útil han sido peces. El análisis de la disponibilidad de hábitat requiere de curvas de preferencia para las etapas de adulto, juvenil y alevín de las especies que se encuentren presentes en los tramos estudiados.

El análisis se restringe a especies autóctonas que dispongan de curva de preferencia. En la cuenca del Guadiana, de las especies presentes se disponía de curvas de cuatro ciprínidos (barbo cabecicorto, barbo gitano, boga y cacho) y un cobítido (colmilleja). La Tabla 5 muestra la colección de curvas utilizadas (curvoteca), algunas de las cuales han sido desarrolladas para otras cuencas.

Tabla 5. Conjunto de curvas de preferencia utilizadas en la demarcación del Guadiana

Especie seleccionadas	Curvas utilizadas	
<i>Iberocypris alburnoides</i>	<i>Ib. alburnoides</i>	Al-juv-ad (Diego García Jalón 2009)
<i>Squalius pyrenaicus</i>	<i>Sq. pyrenaicus</i>	alv-juv-ad (Diego García Jalón 2009)
<i>Pseudochondrostoma willkommii</i>	<i>Ps. willkommii</i> <i>Ch. polylepis</i>	alv-juv (Diego García Jalón 2009) ad (Martínez Capel 2004)
<i>Luciobarbus microcephalus</i>	<i>L. bocagei</i> <i>L. microcephalus</i>	ad (Martínez Capel 2004) Alv-juv (Diego García Jalón 2009)
<i>Luciobarbus comiza</i>	<i>L. bocagei</i> <i>L. comiza</i>	ad (Martínez Capel 2004) Alv-juv (Diego García Jalón 2009)
<i>Luciobarbus sclateri</i>	<i>L. sclateri</i>	alv-juv-fr (Diego García Jalón 2009) ad (Ecohidráulica 2009)

alv: alevín; juv: juvenil; ad: adulto; fr: freza

La colmilleja, a pesar de disponer de curva de preferencia ha sido descartada como especie objetivo debido a sus hábitos bentónicos.

3.2.3 Evaluación de hábitat. Determinación del hábitat potencial útil (HPU)

Se define el Hábitat Potencial Útil (HPU) como el equivalente al porcentaje del hábitat, expresado como superficie del cauce inundado o como anchura por unidad de longitud de río, que puede ser potencialmente utilizado con una preferencia máxima por una población o una comunidad fluvial. El procedimiento estándar de evaluación ecohidráulica del hábitat acuático asigna un papel fundamental al modelamiento hidráulico previo, ya que proporciona las profundidades, velocidades y características del lecho en cada uno de los elemento discretizadores del dominio hidrotopográfico (celda) que están activos durante un caudal analizado. Estas predicciones micro-hidráulicas se combinan adecuadamente con los criterios biológicos de preferencia de hábitat para los organismos acuáticos.

La valoración de la idoneidad del micro-ambiente hidráulico se realiza mediante un coeficiente que varía entre cero (inadecuado) y uno (óptimo), el cual deriva de una función univariable. Para cada simulación de un valor supuesto de caudal, el ordenador considera un nivel correspondiente de agua en el río y a partir de esta condición calcula para cada celda, con una profundidad, velocidad y tipo de granulometría determinada, la idoneidad para una especie y estadio concreto. La transformación de las condiciones hidráulicas en idoneidades de hábitat se realiza mediante el uso de las curvas de preferencia, una por cada una de los parámetros

mencionados, que se combinan en cada celda en el llamado Índice de Hábitat. La ponderación estándar multiplica las idoneidades de la profundidad, la velocidad y el sustrato de cada celda mediante un Índice de idoneidad combinado.

La extensión del algoritmo del modelo biológico a todas las celdas del dominio modelable del cauce produce la descripción predictiva de la distribución espacial del organismo objetivo, la cual está determinada por la disponibilidad de hábitat en función del caudal. Repitiendo este proceso con cada uno de los caudales a simular y para las curvas de preferencia seleccionadas, se obtienen las conocidas relaciones caudal-hábitat, a partir de las cuales se pueden determinar los caudales ecológicos convenientes para cada organismo. El rango de simulación máximo recomendado para obtener unas relaciones confiables está comprendido entre el 40% del caudal observado menor y el 250% del caudal mayor, habida cuenta que las extrapolaciones exteriores suelen acarrear errores hidráulicos excesivos³. Los índices de hábitat que más ha sido utilizado en los estudios RHYHABSIM son la “Superficie Ponderada Útil” (“Weigthed Usable Area”, WUA) y el “Hábitat Potencial Útil” (HPU). El HPU se basa en la premisa que la suma de las áreas de las celdas, ponderadas por los respectivos índices de hábitat, es un indicador de las condiciones globales del hábitat durante un caudal. El HPU se expresa como metros cuadrados de hábitat utilizable en una longitud fluvial de 100 m ($m^2/100\text{ m}$). Más importante que los valores, la función HPU-Q expresa la influencia del caudal en la calidad y cantidad del hábitat acuático.

3.2.4 Conectividad

Como la demarcación posee una temporalidad muy marcada, se ha efectuado siempre el análisis de conectividad para las condiciones ecohidráulicas estivales. De este modo se ha comprobado si el caudal mínimo asociado a la reducción de hábitat propuesta resulta franqueable para la ictiofauna. En caso adverso, el caudal necesario para salvaguardar la conectividad integral del tramo ha sido considerado como el caudal ecológico mínimo final. Se ha estimado una profundidad mínima de franqueabilidad de 15 cm y velocidad máxima de 0,5-1 m/s para alevines, 1,5-2 m/s para juveniles y menor de 2,5 m/s para adultos. Consiste en disminuir la profundidad mínima hasta 10 cm, siempre que esto no ocurra en dos secciones consecutivas. Con ello se permite la superación por parte de los peces adultos de obstáculos que no representen grandes distancias.

³ Bovee, K.D. y R.T. Milhous (1978). Hydraulic simulation in instream flow studies: theory and techniques. Instream Flow Information Paper No. 5. U.S. Fish and Wildlife Service, FWS/OBS-78/33. Fort Collins, Colorado

3.3 Condicionantes para la determinación de los caudales mínimos

3.3.1 Registro de Zonas Protegidas

Los convenios internacionales suscritos por España, las directivas Europeas y la legislación nacional y autonómica establecen una serie de categorías de zonas protegidas, cada una con sus objetivos específicos de protección, su base normativa y las exigencias correspondientes a la hora de designación, delimitación, seguimiento y suministro de información. Como condicionante para la determinación de los caudales mínimos se ha considerado el interés de conservación de las masas .Se ha valorado dicho interés a partir de la correspondencia total o parcial de las masas de agua con espacios del Registro de Zonas Protegidas, en particular en relación con las zonas declaradas de protección de hábitat o especies en las que el mantenimiento o mejora del estado del agua constituya un factor importante para su protección. Destacan a este respecto los espacios declarados o propuestos LIC, ZEPA y ZEC, elementos constituyentes de la red europea Natura 2000, así como los tramos de interés piscícola conforme a lo establecido en la Directiva 2006/44/CE, relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces. Se han contemplado también dentro de este apartado los espacios protegidos declarados conforme a la normativa nacional, a nivel estatal o autonómico. En todo caso, se han considerado únicamente aquellos espacios estrictamente vinculados al medio fluvial.

Como criterio adicional, se han considerado otros aspectos contemplados en el Registro de Zonas Protegidas, como son las aguas destinadas al uso recreativo de baño o las zonas sensibles en lo que respecta a nutrientes.

3.3.2 Alteración hidrológica.

Según la IPH, una masa de agua muy alterada hidrológicamente es aquella que, *“por la presencia de elementos de regulación o derivación, o por la concentración de extracciones superficiales o subterráneas, presenta un régimen significativamente diferente al natural, que repercute de forma negativa sobre los ecosistemas acuáticos y terrestres asociados”*. La misma IPH indica la forma de proceder para la identificación de las masas muy alteradas, la cual deberá realizarse mediante el análisis de los conflictos entre los usos existentes y el régimen de caudales natural. Para ello, se habrán de comparar las condiciones del régimen natural de referencia con el régimen circulante en la actualidad mediante el uso de un conjunto de

parámetros que caracterizan estadísticamente la variación hidrológica inter e intraanual. Para el análisis de la alteración del régimen hidrológico se ha empleado el software IAHRIS (“Índices de Alteración Hidrológica en Ríos”), desarrollado en la EUIT Forestales de la Universidad Politécnica de Madrid con el apoyo de la Dirección General del Agua y del CEDEX.

Igualmente se han realizado análisis complementarios adicionales mediante la comparación entre régimen natural (SIMPA) y el régimen de la estación de aforo más representativa del tramo, buscando determinar la incidencia de inversiones del régimen o de descensos de aportaciones muy relevantes.

Por último se ha valorado el grado de regulación de la masa calculando la razón que representa el volumen embalsado respecto del volumen total de aportación natural.

Los tres criterios (IAHRIS, curvas y embalses) se han complementado para la identificación de una masa como muy alterada siguiendo una serie de reglas de actuación. Se identifica una masa como muy alterada cuando:

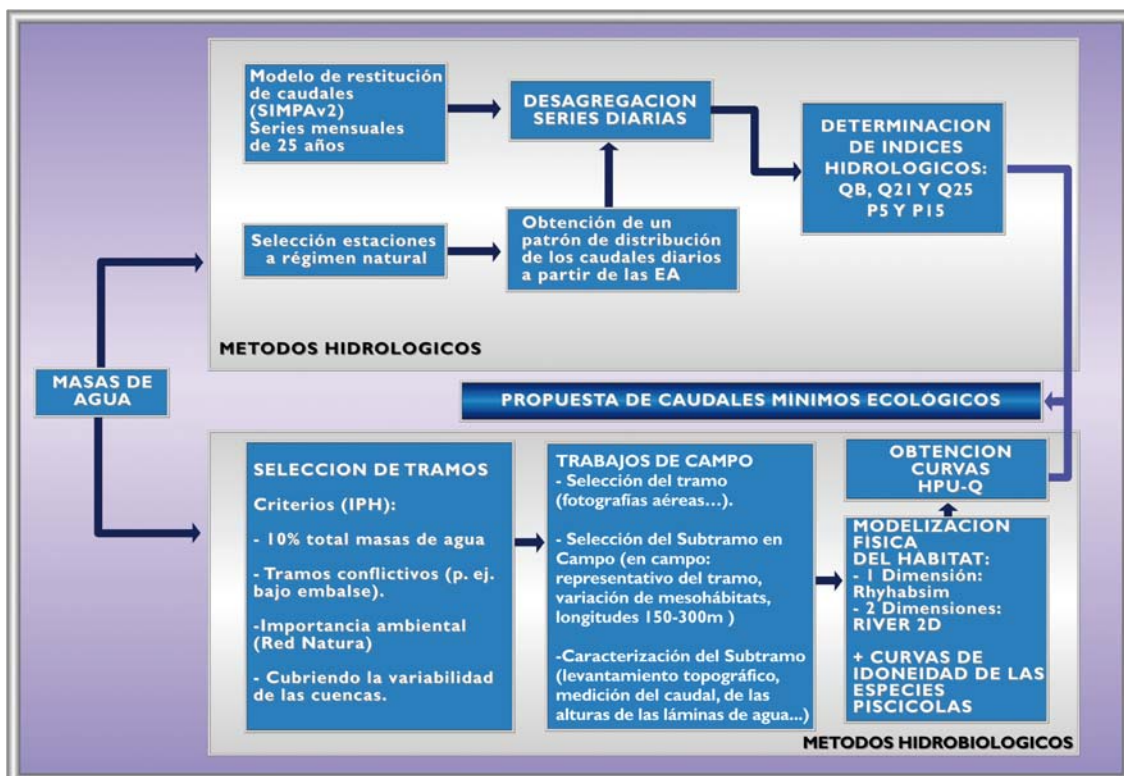
- El índice de alteración global (IAGH) de IAHRIS es muy deficiente.
- La comparación de las curvas de los dos regímenes es claramente diferente.
- El volumen de embalse es mayor que el 50% de la aportación.

3.3.3 Sequías prolongadas

En caso de sequías prolongadas la IPH indica que podrá aplicarse un régimen de caudales menos exigente, alcanzando el umbral de relajación del 25% del HPU máximo, siempre en conformidad con lo determinado en el correspondiente “Plan Especial de Actuación en Situaciones de Alerta y Eventual Sequía de la Cuenca Hidrográfica del Guadiana” aprobado conforme a la Orden MAM/698/2007, de 21 de marzo. En dicho Plan se establecen una serie de medidas de actuación sobre los recursos a tomar atendiendo a distintas circunstancias que van de lo particular a lo general (elemento concreto embalse-acuífero, zona o sistema), prevaleciendo las particulares.

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. En estas zonas se considerará prioritario el mantenimiento del régimen de caudales ecológicos, aunque se aplicará en todo caso la regla sobre supremacía del uso para abastecimiento de poblaciones, según lo establecido por la normativa vigente.

Figura 6. Metodología empleada en la determinación de la propuesta de caudales ecológicos mínimos



3.4 Caudales máximos

Conforme a los criterios establecidos en la IPH, la evaluación de la distribución de caudales máximos para cada hidroperiodo (seco y húmedo) se ha llevado a cabo en aquellos tramos fluviales ubicados aguas abajo de infraestructuras de regulación con un volumen de embalse superior a 1 hm³.

3.4.1 Metodología seguida para la estimación de la distribución estacional de caudales ecológicos máximos por métodos hidrológicos

El empleo de métodos hidrológicos para la estimación de caudales máximos que contempla la IPH se ha realizado analizando los percentiles de excedencia mensuales de una serie representativa de caudales en régimen natural de al menos 20 años de duración. Para la construcción de la correspondiente curva de caudales clasificados se ha partido de la serie de caudales medios mensuales máximos elegidos mes por mes, tomándose un dato por cada mes (el medio mensual), que procede directamente de las aportaciones del SIMPA.

3.4.2 Metodología seguida para la verificación mediante modelos ecohidráulicos de la distribución estacional de caudales ecológicos máximos

Conforme a lo indicado en la IPH, la gestión sostenible de las infraestructuras hidráulicas debe asegurar el mantenimiento de unas condiciones en el medio fluvial que garanticen una adecuada reserva de refugio para las especies presentes. A fin de precisar un caudal máximo más próximo a las especificidades biológicas, se ha valorado la distribución de velocidades del tramo respecto de las velocidades admisibles de las especies objetivo. El régimen de caudales máximos debe ser verificado mediante el uso de los modelos hidráulicos asociados a los modelos de hábitat, de forma que se garantice una adecuada existencia de refugio para los estadios o especies más sensibles, siendo además recomendable el mantenimiento de la conectividad del tramo. Para ello, se han empleado los mismos modelos hidráulicos utilizados en la determinación de los caudales ecológicos mínimos que, asociados a los modelos de hábitat, permiten identificar y cuantificar las áreas con una velocidad inferior a la velocidad crítica para dichas especies, definida como la velocidad mayor a la que el pez es capaz de desplazarse grandes distancias manteniendo un coste energético de desplazamiento mínimo.

En cuanto a la velocidad en celda máxima para proporcionar refugio a la ictiofauna, se han utilizado los intervalos de referencia indicados por la propia IPH, diferenciando entre alevines (0,5-1 m/s), juveniles (1,5-2 m/s) y adultos (superior a 2,5 m/s). En el caso concreto de la Demarcación del Guadiana, se han verificado los regímenes de máximos mediante modelos ecohidráulicos en un total de 10 tramos.

Igualmente se ha considerado que el caudal máximo ecológico debe asegurar la conectividad del tramo, por lo cual se ha evaluado la franqueabilidad del mismo. Al no determinar un porcentaje de superficie franqueable dentro del tramo, se supone que debe verificarse la conectividad estricta (100%).

3.5 Tasa de cambio

En ríos regulados, a fin de completar el régimen de caudales ecológicos de los mismos, la IPH define dos tipos de caudales máximos: aquellos que no deben ser superados durante la operación y gestión ordinaria de las grandes infraestructuras, cuya definición y condicionantes de cálculo se recogen en el apartado 3.4.1.4.1.2, y el denominado “caudal generador” regulado en el epígrafe 3.4.1.4.1.4 sobre caracterización del régimen de crecidas.

Dado que los cambios bruscos de caudal que resultan perjudiciales para la mayoría de las especies acuáticas, resulta precisa su regulación. Así lo establece la IPH en su apartado 3.4.1.4.1.3, estableciendo para ello una tasa de cambio de caudal por unidad de tiempo que se debe aplicar a la hora de realizar sueltas desde algún tipo de infraestructura, ya sea para la explotación de centrales hidroeléctricas u otras demandas de entidad (en general regadíos) o caudal generador, obligado de forma periódica.

La aplicación de una tasa de cambio de caudal por unidad de tiempo es tan importante para los incrementos de caudal como para los decrementos, lo que supone la necesidad de contar, tal como propugna la IPH, con dos valores de “K”, uno para las fases de ascenso y otro para las de descenso de caudales.

Según la propia norma, la estimación se realizará a partir del análisis de avenidas ordinarias de una serie hidrológica representativa de caudales medios diarios de, al menos, 20 años de duración.

Las series de partida han sido los caudales medios diarios obtenidos por desagregación de las aportaciones del SIMPA en el período 1940-2006. Con ellas se ha obtenido la curva de diferencias de caudal entre dos días consecutivos clasificadas adoptándose como tasas de cambio ascendentes o descendentes las que corresponden al percentil 70, por cuanto la instrucción recomienda no superar este valor aunque admita llegar hasta el 90.

Estas tasas de cambio se obtienen a nivel diario. Sin embargo la IPH también apunta la conveniencia de que en determinados casos particulares se considere limitarlas a nivel horario cosa que podría ocurrir en cuencas pequeñas en las que las avenidas naturales no alcanzan nunca una duración superior al día ya sea por su corto tiempo de concentración o por la reducida duración del temporal o por ambas circunstancias a la vez.

3.6 Caracterización del régimen de crecidas

Para el cálculo del Caudal Generador se ha aplicado una distribución de Gumbel a los máximos caudales anuales de una serie representativa del régimen hidrológico del río con al menos 20 años de datos. Se considera como caudal generador aquel que permitiría mantener la estructura actual del cauce, si bien algunos autores consideran que este valor de caudal generador se encuentra sobredimensionado para el mantenimiento del cauce ordinario que definiría dicho régimen, por lo que sería

conveniente disminuirlo en la misma proporción que el caudal registrado medio interanual. Para el cálculo de su magnitud, duración y estacionalidad se ha seguido de modo general una metodología específica desarrollada por el CEDEX.

Dado que, tanto el caudal de la máxima crecida ordinaria como el caudal generador, se identifican, de manera aproximada, con el caudal que produce el inicio de desbordamiento del cauce, ambos conceptos pueden considerarse como equivalentes. De esta forma, los periodos de retorno calculados para la máxima crecida ordinaria pueden considerarse también válidos para el caudal generador, lo que permite obtener su valor mediante interpolación.

Tras la determinación de los caudales generadores se ha procedido a la realización de una validación de los mismos mediante la modelización hidráulica de los tramos representativos de las masas de agua estratégicas situados aguas abajo de las presas de regulación, tal y como prescribe la IPH. Para esto se ha definido la capacidad máxima de la caja del río con el criterio de no provocar afecciones en los predios colindantes. Para la elaboración del estudio se ha utilizado el modelo hidráulico unidimensional HEC-RAS, en régimen permanente, simulando un movimiento gradualmente variado y fondo fijo.

Se ha calculado la lámina de inundación y su calado para el caudal generador. El modelo digital del terreno utilizado ha sido el procedente del vuelo del PNOA del año 2006. Las limitaciones de este modelo han obligado a definir con precisión la caja del río, mediante una serie de tareas manuales en el modelo geométrico (batimétricas, infraestructuras de cruce y encauzamientos y secciones transversales singulares) del hidráulico, con las que se ha obtenido un mayor rigor en los resultados. La propuesta de caudales generadores efectuada con el criterio de la modelización hidráulica garantiza que su tránsito no provocará afecciones en los terrenos situados junto a los cauces, de tal forma que, cuando se desagüen desde las presas, no se espera que produzcan reclamaciones de los usuarios.

3.7 Aguas de transición

Las aguas de transición de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana suponen unos 57 km de longitud, distinguiéndose tres masas de agua diferentes. Partiendo desde la desembocadura hacia aguas arriba, dichas masas tienen la siguiente codificación:

- **40018** (Desembocadura Guadiana, Ayamonte). Comprendida entre la desembocadura y Vila Real/Ayamonte. Su longitud es de unos 18 km.

- **40020** (Sanlúcar de Guadiana). Entre el anterior y Alcoutim/Sanlúcar, de 29,5 km de longitud.
- **40021** (Puerto de la Laja). Desde el anterior hasta Pomarao/Puerto de la Laja, de unos 9,5 km de longitud. A pesar de que a partir de este punto desaparece el efecto mareal, el curso del Guadiana resulta navegable hasta Mértola, distante unos 18 km más, teniendo aptitud para la navegabilidad un total de 68 km aproximadamente.

Figura 7. Ámbito geográfico del Estuario del Río Guadiana



El epígrafe 3.4.1.3.2 de la IPH hace extensiva parte de las indicaciones previamente recogidas con respecto a las masas de agua tipo río, estableciendo la necesidad de definir al menos las siguientes características:

- Caudales mínimos y su distribución temporal, con el objetivo de mantener unas condiciones del hábitat compatibles con los requerimientos de las especies de fauna y flora autóctonas más representativas y controlar la penetración de la cuña salina aguas arriba.
- Caudales altos y crecidas que favorezcan la dinámica sedimentaria, la distribución de nutrientes en las aguas de transición y los ecosistemas marinos próximos, así como el control de la intrusión marina en los acuíferos adyacentes.

Como regla general, el proceso de determinación de caudales ecológicos en aguas de transición habría de seguir dos pasos metodológicos bien diferenciados:

- a) Determinación del tipo de estuario (clasificación)
- b) Cálculo del régimen de caudales ecológicos en función del tipo de estuario. Este paso se divide a su vez en los siguientes pasos básicos:
 - Establecimiento de las condiciones de referencia
 - Zonificación del estuario
 - Establecimiento de los umbrales
 - Determinación del régimen de caudales ecológicos

No obstante lo antedicho, en el caso concreto de las aguas de transición de la Demarcación del Guadiana no se ha aplicado este procedimiento habida cuenta de las peculiaridades jurídicas que derivan de su carácter transfronterizo. El establecimiento de restricciones a los caudales circulantes en el estuario del Guadiana, tales como la que supondría la adopción de un Régimen de Caudales Ecológicos, posee importantes dificultades tanto de índole técnico como administrativo. De hecho, y una vez han sido terminados los estudios elaborados al respecto por el Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) y el Centro de Estudios y Experimentación en Obras Públicas (CEDEX) y elaboradas las Conclusiones Operacionales⁴, subsisten discrepancias a este particular en el seno de los Grupos de Trabajo del Convenio de Albufeira. Debe destacarse no obstante que, conforme al estudio realizado por el Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX en 2009, los caudales recogidos en las Conclusiones Operacionales no asegurarían, en cuanto a valores de salinidad, el mantenimiento de la Situación Objetivo determinada por el propio órgano portugués de investigación.

3.8 Lagos y humedales

Conforme al epígrafe 3.4.4 de la IPH, los requerimientos hídricos ambientales de lagos y zonas húmedas deben considerar como mínimo los siguientes elementos:

- a) Variaciones estacionales e interanuales de la superficie encharcada y de la profundidad.

⁴ Instituto da Água (INAG). "Conclusões Operacionais do Estudo das Condições Ambientais do Estuário do Guadiana e Zonas Adjacentes". Fevereiro de 2005.

- b) Variaciones estacionales e interanuales de la composición química del agua, en particular de su mineralización, tanto en lo referente a composición como a concentración.
- c) Funcionamiento hidrológico y balance hídrico, identificando y cuantificando, cuando esto último sea posible, los aportes de agua que alimentan el sistema, en particular los de origen subterráneo, y las salidas o pérdidas.
- d) Composición y estructura de las comunidades biológicas que albergan (hábitat y especies).

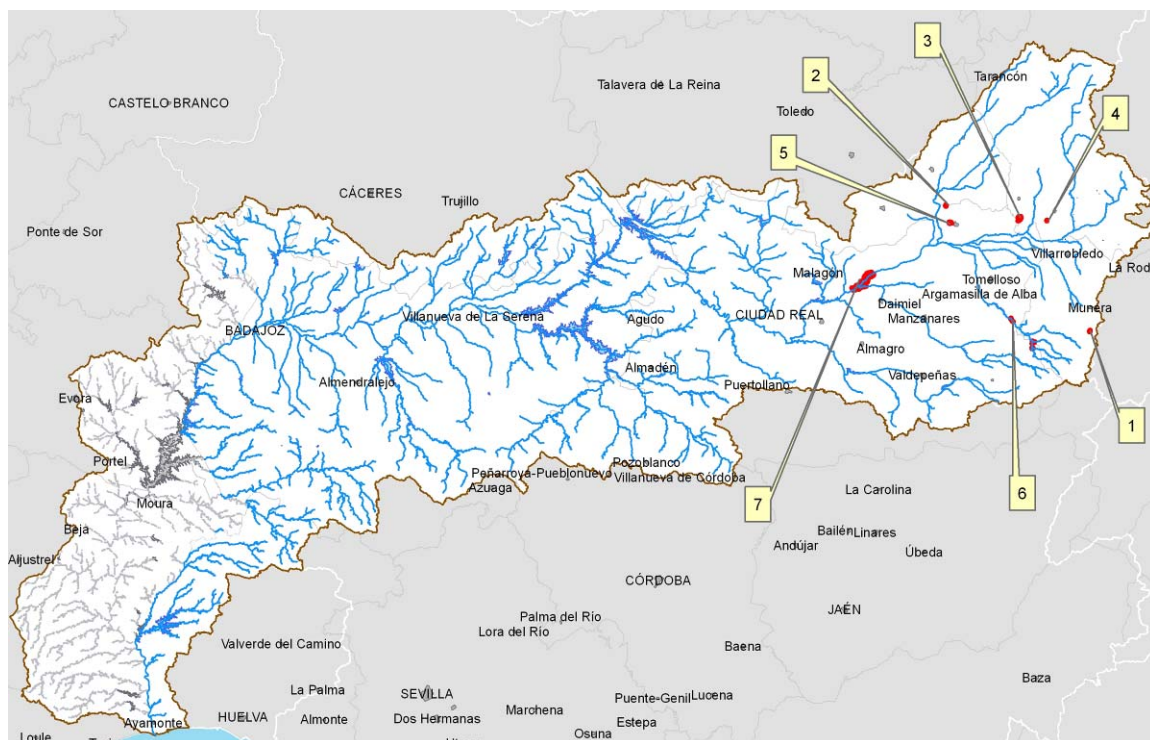
Con estas premisas, los trabajos desarrollados se con respecto a humedales en la parte española de la Demarcación del Guadiana se han centrado en las masas de agua que cumplan alguno de los siguientes requisitos:

- Se encuentren identificados como masas de agua estratégicas.
- Sean masas de agua sometidas a presiones hídricas. Dicha presión se ha identificado con el riesgo cuantitativo (extracciones / captaciones) de incumplimiento de objetivos medioambientales para la masa de agua subterránea subyacente a la masa.
- Sin estar sometidas a presiones, sean masas que presenten especies catalogadas En Peligro de Extinción.
- Sin ser masas de agua, se encuentren simultáneamente protegidos, afectados por presiones hídricas y presenten especies catalogadas en Peligro de Extinción.

Siguiendo el procedimiento descrito, los humedales seleccionados para su estudio, cuya localización constituye la Figura 8, son los siguientes:

- 1) Navalcudia (Complejo Lagunar de El Bonillo)
- 2) Los Carros
- 3) Manjavacas
- 4) Taray Chico
- 5) Veguilla
- 6) Lagunas de Ruidera
- 7) Las Tablas de Daimiel

Figura 8. Ubicación de los humedales estudiados en la Demarcación Hidrográfica



Como datos de partida se han utilizado los siguientes:

- Datos hidrológicos. Se ha partido de los datos recogidos en la aplicación del modelo SIMPA así como, dado el importante efecto que la evaporación en lámina tiene en el balance final, datos de evaporación directa proporcionados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).
- Información espacial. Se utilizaron diferentes Modelos Digitales del Terreno (MDT), en general procedentes del Inventario de Datos Espaciales (IDE) la Junta de Comunidades de Castilla - La Mancha (JCCM). Con objeto de contar con batimetrías de precisión, necesarias para la generación de las curvas de llenado de cada humedal, se llevaron además a cabo diferentes campañas de campo usando GPS diferencial (RTK) para tomar los puntos de referencia en aquellos humedales que durante el verano no presentaba lámina de agua o esta era muy poco profunda, así como, en aquellas lagunas con mayor profundidad, utilizando ecosonda.
- Información ecológica. Como base para la caracterización ecológica se utilizó el Inventario Español de Zonas Húmedas elaborado por la Dirección General para la Biodiversidad en desarrollo del Real Decreto 435/2004.

El procesado de datos ha permitido la obtención de una serie de datos mensuales, desde 1980 hasta 2006, de escorrentía superficial, escorrentía subterránea, infiltración y precipitación, partiendo de la cual y mediante su integración en los correspondientes MDT se pudo construir una curva de llenado representativa de cada humedal. Una vez obtenidos los volúmenes mensuales acumulados en el humedal, procedentes del balance con los datos ponderados a la superficie inundada, obtenemos los volúmenes acumulados desde 1980 hasta 2006. De esta serie anual se obtienen los percentiles 25 y 75 para separar los hidroperiodos secos (hasta el percentil 25), medios (entre el percentil 25 y 75) y húmedos (desde el percentil 75).

La elección del percentil que se considerará adecuado como propuesta de valoración de las necesidades ecológicas para cada humedal, se ha basado en el Gradiente de la Condición Biológica, modelo científico que describe la respuesta biológica frente a niveles crecientes de presión, de tal forma que la condición biológica de un ecosistema se va deteriorando al incrementar un factor de estrés.

El estado de conservación del humedal es un criterio fundamental a tener en cuenta a la hora de escoger un percentil adecuado es la determinación de las necesidades hídricas mínimas para un adecuado funcionamiento ecosistémico. Por ese motivo, se ha realizado un análisis del estado ecológico actual de los humedales objeto de estudio con el propósito de conocer el grado de conservación de los mismos. Este análisis se ha realizado por una parte consultando bibliografía específica, y confrontando ésta con trabajos de campo para estudiar con más detalle el estado actual de los humedales. Al mismo tiempo se tuvieron en cuenta las presiones e impactos a los que están sometidos para tratar de obtener una visión de conjunto acerca del estado ecológico.

El establecimiento de los objetivos de conservación, asociados al régimen de volúmenes necesarios para mantenerlos, sigue la metodología que se describe a continuación:

- a) Establecimiento de comunidades objetivo. Se ha identificado, de entre el conjunto de hábitats presentes en cada humedal, aquel más representativo de los objetivos de conservación de cada humedal y de sus necesidades hídricas.
- b) Superficie actual de las comunidades. La determinación de las superficies actuales ocupadas por cada hábitat se ha obtenido mediante trabajo de campo, análisis de ortofotos y consulta bibliográfica.

- c) Determinación de frecuencias de inundación adecuadas. Para los diferentes hábitats representativos se han propuesto valores asociados de “meses de inundación”, obtenidos a partir de información bibliográfica y criterio de expertos.
- d) Una vez seleccionada la comunidad objetivo y su periodo de inundación, se ha procedido a analizar las series anuales la variación de la superficie de referencia dentro de cada tipo de hidroperiodo, obteniéndose un valor promedio para cada uno de ellos. Este valor se corresponderá con una de las distribuciones de volúmenes de uno de los años, dentro de las obtenidas inicialmente para cada año, la cual será la propuesta para ese tipo de hidroperiodo.

4 RESULTADOS GENERALES

4.1 Propuesta técnica de caudales ecológicos en ríos

4.1.1 Propuesta técnica de caudales mínimos

Previamente a la determinación de los mínimos se debe tener idea del estado de alteración de la masa y su importancia de conservación, dándose cuatro posibles combinaciones. Cada una de ellas implica que, a la hora de determinar el caudal ecológico mínimo se deban seguir unos criterios u otros. Estos criterios básicamente consisten, siguiendo las prerrogativas de la IPH, en acotar un intervalo de caudales ecológicos más o menos amplio y tender a uno de los dos extremos en función del grado de exigencia en caudal de la masa. A continuación se muestran las recomendaciones de los intervalos en los que se situarán los caudales mínimos:

- a) Considerando el caudal correspondiente a un umbral del hábitat potencial útil:
- En ríos no alterados hidrológicamente, el rango es del 50-60%.
 - En ríos alterados hidrológicamente, el rango es del 30-60%.

En general se ha tomado el valor mínimo del intervalo, salvo en los casos en los que presente un interés de conservación, la existencia de competencia por el recurso, o existencia de algún elemento regulador aguas abajo de la masa de agua, en cuyo caso se ha optado por los valores máximos.

Tabla 6. Umbrales del HPU considerados

	“Muy Alterada”	“No muy alterada”
Interés de conservación	60%	60%
Sin interés de conservación	30%	50%

- b) Estableciendo el caudal que permite la conectividad del tramo evitando que se fraccione el ecosistema. En los casos donde la curva de hábitat potencial era creciente y sin aparentes máximos, se ha adoptado como valor máximo de hábitat potencial útil el correspondiente al caudal definido por los percentiles 15, 20 o 25 de los caudales medios diarios en régimen natural, obtenido de la serie hidrológica representativa.

La distribución estacional de caudales ecológicos mínimos en condiciones ordinarias para la Demarcación Hidrográfica del Guadiana en los dos bioperiodos establecidos en

la IPH constituye el Apartado 4.1.1 del Apéndice 4 de la Memoria del Proyecto de Plan Hidrológico de cuenca del Guadiana en la parte española de la Demarcación Hidrográfica. Por su parte la distribución estacional de caudales ecológicos mínimos en condiciones de sequía prolongada se recogen en el Apartado 4.1.2 del Apéndice 4 de la Memoria del Proyecto de Plan Hidrológico de cuenca del Guadiana en la parte española de la Demarcación Hidrográfica.

4.1.2 Propuesta técnica de caudales máximos

La distribución estacional de caudales ecológicos máximos para la Demarcación Hidrográfica del Guadiana en los dos bioperiodos establecidos en la IPH constituye el Apartado 4.1.1 del Apéndice 4 de la Memoria del Proyecto de Plan Hidrológico de cuenca del Guadiana en la parte española de la Demarcación Hidrográfica.

4.1.3 Propuesta técnica de tasa de cambio máxima

Los resultados obtenidos para la tasa de cambio diaria para aquellas masas de agua situadas aguas abajo de las grandes infraestructuras en las cuales resulta de aplicación tal cálculo figura en el Apartado 4.1.1 del Apéndice 4 de la Memoria del Proyecto de Plan Hidrológico de cuenca del Guadiana en la parte española de la Demarcación Hidrográfica.

4.1.4 Propuesta técnica del caudal generador

Los resultados obtenidos para el caudal generador para aquellas masas de agua situadas aguas abajo de las grandes infraestructuras en las cuales resulta de aplicación tal cálculo, figura en el Apartado 4.1.1 del Apéndice 4 de la Memoria del Proyecto de Plan Hidrológico de cuenca del Guadiana en la parte española de la Demarcación Hidrográfica.

4.1.5 Resumen de la propuesta final de caudales ecológicos en ríos

La siguiente tabla sintetiza la propuesta final de caudales ecológicos para la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana: caracterización del periodo de cese de caudal, caudales ecológicos mínimos y máximos de las masas en los dos bioperiodos definidos, caudales ecológicos durante sequías prolongadas, tasa de cambio (ascendente y descendente), la caracterización del régimen de crecidas y caudal generador.

JORNADA DE CONCERTACIÓN DE LA PROPUESTA DE CAUDALES ECOLÓGICOS EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA

Tabla 7. Resumen de la propuesta final de caudales ecológicos

Masa agua		Régimen de caudales ecológicos (mínimo/máximo) (m³/seg.)											Tasa de cambio (m³/s/día)		Caudal generador (m³/seg.)	Estación de control ROE/SAIH		
Código	Denominación	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	Ascenso		Descenso	Código	Denominación
12010	Río Lácara	0,15	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,15	0,15	0,00	0,00	0,00	0,02	62	60	10,00	--	--
		4,16	14,38	14,38	14,38	14,38	14,38	4,16	4,16	0,00	0,00	0,00	0,00					
12013	Río Zapatón II	0,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	97	90	40,00	--	--
		5,10	19,49	19,49	19,49	19,49	19,49	5,10	5,10	5,10	0,00	0,00	5,10					
12024	Río Guadamatilla II	0,03	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	11	11	31,00	--	--
		3,28	10,36	10,36	10,36	10,36	10,36	3,28	3,28	0,00	0,00	0,00	0,00					
12027	Río Olivenza II	0,17	0,17	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,05	0,00	0,00	0,00	0,02	19	19	15,00	--	--
		2,11	6,19	6,19	6,19	6,19	6,19	2,11	2,11	0,00	0,00	0,00	2,11					
13218	Río Guadiana VII	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,84	0,11	0,12	1,54	1064	724	--	4030/E2-25	Azud de Badajoz
		318,24	933,47	933,47	933,47	933,47	933,47	318,24	318,24	318,24	318,24	318,24	318,24					
13353	Río Guadiana IV	1,40	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	0,60	0,20	0,20	0,20	155	121	5,00	CR2-01	Guadiana en Puebla de Don Rodrigo
		28,67	143,66	143,66	143,66	143,66	143,66	28,67	28,67	28,67	28,67	28,67	28,67					
13354	Río Guadiana VI	6,70	6,70	6,70	6,70	6,70	6,70	6,70	6,70	1,70	0,65	0,49	1,70	999	733	--	4924	Prado Ruano
		192,78	526,50	526,50	526,50	526,50	526,50	192,78	192,78	192,78	192,78	192,78	192,78					
13355	Río Guadiana V	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20	0,46	0,46	0,46	0,46	1130	878	39,00	CR2-25	Guadiana en Valverde de Mérida
		150,71	451,85	451,85	451,85	451,85	451,85	150,71	150,71	150,71	150,71	150,71	150,71					
13359	Río Ardila II	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,40	0,01	0,00	0,00	0,01	162	132	22,00	4174/CR2-50	Jerez de los Caballeros
		7,90	26,30	26,30	26,30	26,30	26,30	7,90	7,90	7,90	0,00	0,00	7,90					
13366	Río Alcarache II	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	29	27	13,00	--	--
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
13387	Riviera Limonetes	0,09	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,07	0,02	0,00	0,00	0,03	14	16	10,00	4165/CR2-42	Talavera la Real/Albuera en Talavera
		2,52	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	2,52	2,52	2,52	0,00	0,00	2,52					
14230	Río Guadajira II	0,09	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	16	16	10,00	CR2-37	Guadajira en Guadajira
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
13397	Río Matachel II	0,10	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,10	0,06	0,00	0,00	0,10	53	35	40,00	--	--
		12,68	37,01	37,01	37,01	37,01	37,01	12,68	12,68	12,68	0,00	0,00	12,68					
13398	Río Matachel III	0,01	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	80	44	125,20	--	--
		12,51	26,62	26,62	26,62	26,62	26,62	12,51	12,51	12,51	0,00	0,00	12,51					
14200	Río Búrdalo II	0,20	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,20	0,01	0,00	0,00	0,01	50	24	32,10	CR2-23	Búrdalo en Santa Amalia
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
13414	Río Rucas IV	0,51	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,30	0,09	0,00	0,00	0,09	175	93	22,00	CR2-19	Rucas en Hernán Cortés
		12,58	52,47	52,47	52,47	52,47	52,47	12,58	12,58	12,58	0,00	0,00	12,58					
13423	Río Zujar II	4,00	4,46	4,46	4,46	4,46	4,46	1,85	1,85	0,01	0,01	0,01	0,01	425	331	39,00	4105	Villanueva de la Serena
		60,30	163,99	163,99	163,99	163,99	163,99	60,30	60,30	60,30	60,30	60,30	60,30					
14160	Río Bullaque II	0,36	0,36	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,10	0,03	0,03	0,10	74	54	10,00	4214/CR1-21	Puente Luciana/Bullaque en Luciana
		11,12	41,38	41,38	41,38	41,38	41,38	11,12	11,12	11,12	11,12	11,12	11,12					
13463	Río Jabalón III	0,12	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,07	0,01	0,00	0,00	0,01	12	12	4,00	4103	Puente Morena
		5,59	6,02	6,02	6,02	6,02	6,02	5,59	5,59	5,59	5,59	5,59	5,59					

4.2 Propuesta técnica de necesidades ecológicas de lagos y humedales

En el caso de los humedales de Navalculdia, Los Carros, Manjavacas, Taray Chico y La Veguilla, la implementación de la metodología previamente expuesta ha permitido la obtención de la distribución estacional de necesidades ecológicas mínimas de aportación en tres regímenes hidrológicos, correspondientes con años húmedos, medios y secos. Los cálculos efectuados provienen de la consideración de la serie anual de los volúmenes acumulados en lagos y lagunas desde 1980 hasta 2006, procedentes del balance ponderado a la superficie inundada, obteniéndose los percentiles 25 y 75 para separar los hidroperiodos o años secos (hasta el percentil 25), medios (entre el percentil 25 y 75) y húmedos (desde el percentil 75). Los valores finales obtenidos como resultado figuran en la Tabla 8 presentada a continuación.

Tabla 8. Propuesta de necesidades ecológicas de lagos y humedales

dam ³	Navalculdia			Los Carros			Manjavacas			Taray Chico			La Veguilla		
	H	M	S	H	M	S	H	M	S	H	M	S	H	M	S
OCT	6,74	9,57	13,78	1,03	1,35	1,06	3,87	11,07	4,08	1,25	0,40	0,20	1,64	3,78	4,58
NOV	16,10	14,48	23,94	3,77	5,38	0,95	26,42	31,49	28,92	2,31	1,71	1,56	9,81	9,78	2,72
DIC	46,27	24,84	11,16	7,99	3,71	2,77	45,06	18,56	10,33	2,45	1,89	0,90	24,59	9,79	8,71
ENE	39,91	31,21	17,49	10,12	3,58	1,15	17,26	23,65	6,07	1,97	1,16	1,38	12,97	13,40	6,51
FEB	33,45	37,29	22,78	9,88	4,15	1,86	80,69	47,53	31,56	2,14	0,88	1,63	40,47	3,15	6,19
MAR	33,33	24,87	35,79	15,24	5,43	1,99	107,8	39,10	21,45	2,40	1,97	1,39	54,20	27,56	8,57
ABR	35,41	25,87	48,55	11,49	5,81	3,87	136,1	47,63	58,64	3,35	1,99	1,55	27,26	23,50	10,52
MAY	33,99	32,02	55,80	18,37	7,18	3,39	93,97	40,55	20,24	2,73	2,03	2,12	40,68	8,24	8,72
JUN	0,00	13,87	79,99	0,00	2,75	5,52	0,00	32,13	4,10	3,95	1,04	1,13	0,00	4,49	12,99
JUL	0,00	5,60	63,32	0,00	1,83	0,76	0,00	19,75	10,33	0,86	0,75	0,65	0,00	4,23	0,00
AGO	0,00	7,86	31,42	0,95	0,48	0,57	1,34	8,76	8,98	1,28	1,11	0,83	0,84	1,60	0,00
SEP	0,00	4,30	15,95	0,89	0,68	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,08

En el caso específico de Las Tablas de Daimiel, tanto los datos obtenidos mediante el Sistema Integrado para la Modelación del Proceso Precipitación Aportación (SIMPA) como el correspondiente balance, no han resultado satisfactorios. Por este motivo se ha llevado a cabo, en base a las condiciones actuales, la estimación de los volúmenes necesarios teniendo en cuenta otras fuentes de información. Así, como elementos de salida se han considerado además de la evaporación directa sobre la lámina de agua (medida en tanque, según datos procedentes de AEMET), tanto la evapotranspiración potencial en la superficie no inundada de Las Tablas de Daimiel como las necesidades

ecológicas aguas abajo de la presa de Puente Navarro. Como elementos de entrada se han considerado la precipitación directa sobre la lámina de agua, y la escorrentía efectiva (en base a la precipitación sobre la zona no inundada del humedal), la entrada de aportes laterales (ríos Cachón, El Gato, Cauce Lobosa y Madre Chica del Gigüela). Con las premisas expuestas, los resultados obtenidos de aportaciones necesarias determinadas para el humedal de Las Tablas de Daimiel se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Propuesta de necesidades ecológicas para Las Tablas de Daimiel

Aportación necesaria (hm³)	Años Medios
OCT	1,92
NOV	1,06
DIC	2,24
ENE	4,87
FEB	4,55
MAR	5,12
ABR	3,29
MAY	3,04
JUN	3,13
JUL	3,89
AGO	3,19
SEP	1,94
TOTAL	38,25

Por último, en el caso de las lagunas de Ruidera se ha valorado especialmente su carácter de ecosistema fluviolacustre, motivado tanto la configuración geomorfológica como por el propio funcionamiento hidrológico de las lagunas. Entre las características de este sistema se destaca que los niveles de lámina de agua de las lagunas vienen condicionados fundamentalmente por las descargas del acuífero, siendo dichas descargas recogidas en la estación de aforos de La Cubeta. Conforme a esto, los registros de aforo de la referida estación muestran indirectamente el régimen de fluctuaciones de las lagunas, así como el régimen de descargas del acuífero. Teniendo todo esto en cuenta, y dado que el régimen de fluctuaciones supone un factor clave en la estructura y funcionamiento del ecosistema, para este caso concreto se ha adoptado como régimen hidrológico natural el determinado por la estación de aforos de La Cubeta. Teniendo en cuenta los objetivos de conservación del Parque Natural, se han seleccionado los percentiles 10 y 50 de los caudales aforados para definir los caudales ecológicos en los años secos y medios, respectivamente. Estos caudales

representan las descargas de referencia del acuífero que marcan el régimen de fluctuaciones del nivel de lámina de agua de las lagunas. Finalmente, estas propuestas quedan formuladas tal como se recogen en la Tabla 10.

Tabla 10. Propuesta de necesidades ecológicas para las lagunas de Ruidera

Aportación necesaria (hm³)	Años secos	Años medios
OCT	1,33	2,19
NOV	1,24	2,11
DIC	1,25	2,30
ENE	1,32	2,40
FEB	1,39	2,70
MAR	1,52	3,43
ABR	1,67	3,31
MAY	1,65	3,40
JUN	1,67	3,10
JUL	1,68	2,95
AGO	1,57	2,72
SEP	1,38	2,42

4.3 Propuesta técnica de caudales ecológicos en aguas de transición

Tal como se ha referido previamente, las dificultades tanto de índole técnico como administrativo consecuencia del carácter transfronterizo del estuario del Guadiana hacen muy compleja la adopción de la metodología general basada tanto a lo que indica la IPH para las aguas de transición (epígrafes 3.4.1.3.2 y 3.4.1.4.3) como al Capítulo 5 (“Aguas de Transición”) de la Guía Metodológica para la Determinación de Caudales Ecológicos. Es por ello, y a pesar de las discrepancias subsisten a este particular en el seno de los Grupos de Trabajo del Convenio de Albufeira, que se ha decidido tomar como referencia los estudios elaborados al respecto por LNEC y CEDEX y las correspondientes Conclusiones Operacionales. La distribución estacional resultante de caudales ecológicos para la masa de agua 400021 (Guadiana Transición I), así como para la masa 20650 (Embalse del Chanza) se muestra en la Tabla 11, presentada a continuación. Dicha tabla recoge además los respectivos puntos de control y seguimiento de caudales ecológicos.

Tabla 11. Resumen de la propuesta final de caudales ecológicos para el estuario del Guadiana

Masa agua		Régimen	Régimen de caudales ecológicos mínimos (hm ³)												Estación de control SAIH	
Código	Denominación		OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	Código	Denominación
20650	Embalse del Chanza	Medio	1,20	2,50	2,50	2,50	2,50	1,50	1,50	1,50	1,20	1,20	1,20	1,20	E3-01	Embalse Chanza
		Húmedo	1,20	3,00	3,50	2,50	2,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,20	1,20	1,20		
400021	Guadiana Transición I	Seco	8,00	24,00	26,00	26,00	24,00	20,00	18,00	16,00	8,00	8,00	8,00	8,00	CR3-06	Aguas abajo confluencia Guadiana con Ribera Golondrina
		Medio	25,20	51,50	53,50	53,50	49,50	52,50	35,50	36,50	25,20	17,20	17,20	17,20		
		Húmedo	27,20	63,00	93,50	92,50	82,50	81,50	51,50	41,50	31,50	25,20	25,20	25,20		

5 Puntos de control y seguimiento de caudales ecológicos

La verificación del cumplimiento del régimen de caudales ecológicos se realizará mediante el control de las siguientes estaciones de aforo pertenecientes a ROEA y SAIH:

Tabla 12. Puntos de control y seguimiento de caudales ecológicos

Estación de control ROEA/SAIH		Masa agua	
Código	Denominación	Código	Denominación
4030/E2-25	Azud de Badajoz	13218	Río Guadiana VII
CR2-01	Guadiana en Puebla de Don Rodrigo	13353	Río Guadiana IV
4924	Prado Ruano	13354	Río Guadiana VI
CR2-25	Guadiana en Valverde de Mérida	13355	Río Guadiana V
4174/CR2-50	Jerez de los Caballeros	13359	Río Ardila II
4165/CR2-42	Talavera la Real/Albuera en Talavera	13387	Rivera Limonetes
CR2-37	Guadajira en Guadajira	14230	Río Guadajira II
CR2-23	Búrdalo en Santa Amalia	14200	Río Búrdalo II
CR2-19	Ruecas en Hernán Cortés	13414	Río Ruecas IV
4105	Villanueva de la Serena	13423	Río Zújar II
4214/CR1-21	Puente Luciana/Bullaque en Luciana	13450	Río Bullaque II
4103	Puente Morena	13463	Río Jabalón III
E3-01	Embalse Chanza	20650	Embalse del Chanza
CR3-06	Aguas abajo confluencia Guadiana con Ribera Golondrina	400021	Guadiana Transición I

Se entenderá que se cumple con el régimen de caudales establecidos cuando se cumplan las condiciones siguientes:

- los volúmenes mínimos mensuales se superan en 11 de los 12 meses del año hidrológico.
- el volumen mínimo mensual en una estación de control no será inferior en un 10% al volumen mínimo mensual fijado en la masa.
- el caudal mínimo instantáneo no será inferior en un 10 % al caudal mínimo del mes correspondiente.

6 Evaluación de efectos

6.1 Caudales ecológicos en ríos

Los estudios de “Propuesta final de régimen de caudales ecológicos para cada masa de agua en la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana” (SGPUSA, 2010) incluidos en el Anejo 6 de la Propuesta de Plan Hidrológico del Guadiana, han establecido el régimen de caudales ecológicos mínimos en 19 masas de agua estratégicas de la Demarcación. Estos caudales han sido los utilizados en el resto de apartados del Plan en los que han sido necesarios, como los balances realizados para la Asignación y Reserva de Recursos.

Tabla 13. Régimen de caudales ecológicos mínimos incluidos en la Propuesta del PHGn (hm³)

Código Masa	Nombre masa	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOT
12010	Río Lácara	0,40	1,27	1,31	1,31	1,19	1,31	0,39	0,40	0,00	0,00	0,00	0,05	7,63
12013	Río Zapatón II	0,00	2,07	2,14	2,14	1,94	2,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,43
12024	Río Guadamatilla II	0,08	0,18	0,19	0,19	0,17	0,19	0,08	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	1,16
12027	Río Olivenza II	0,45	0,43	0,54	0,54	0,48	0,54	0,52	0,13	0,00	0,00	0,00	0,05	3,68
13218	Río Guadiana VII	26,78	25,92	26,78	26,78	24,19	26,78	25,92	26,78	2,18	0,29	0,31	4,00	216,73
13353	Río Guadiana IV	3,75	5,18	5,36	5,36	4,84	5,36	5,18	5,36	1,56	0,54	0,54	0,52	43,55
13354	Río Guadiana VI	17,95	17,37	17,95	17,95	16,21	17,95	17,37	17,95	4,41	1,74	1,31	4,41	152,53
13355	Río Guadiana V	13,93	13,48	13,93	13,93	12,58	13,93	13,48	13,93	1,19	1,23	1,23	1,19	114,02
13359	Río Ardila II	1,29	1,24	1,29	1,29	1,16	1,29	1,24	1,07	0,03	0,00	0,00	0,03	9,92
13366	Río Alcarache II	0,03	0,03	0,13	0,13	0,12	0,13	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63
13387	Rivera Limonetes	0,23	0,44	0,46	0,46	0,41	0,46	0,44	0,19	0,05	0,00	0,00	0,08	3,22
13393	Río Guadajira	0,24	0,52	0,54	0,54	0,48	0,54	0,52	0,11	0,00	0,00	0,00	0,03	3,51
13397	Río Machel II	0,27	1,30	1,34	1,34	1,21	1,34	1,30	0,27	0,16	0,00	0,00	0,26	8,79
13398	Río Machel III	0,03	1,48	1,53	1,53	1,38	1,53	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,03	7,60
13408	Río Búrdalo	0,54	1,04	1,07	1,07	0,97	1,07	1,04	0,54	0,03	0,00	0,00	0,03	7,40
13414	Río Rucas IV	1,37	2,15	2,22	2,22	2,01	2,22	2,15	0,80	0,23	0,00	0,00	0,23	15,60
13423	Río Zujar II	10,71	11,56	11,95	11,95	10,79	11,95	4,80	4,96	0,03	0,03	0,03	0,03	78,79
13450	Río Bullaque	0,96	0,93	2,54	2,54	2,30	2,54	2,46	2,54	0,26	0,08	0,08	0,26	17,52
13463	Río Jabalón III	0,32	0,52	0,54	0,54	0,48	0,54	0,52	0,19	0,03	0,00	0,00	0,03	3,70

Fuente: Datos PHC-DHGn

La Directiva 2000/60/CE, reza en su artículo 4, en cuanto a los objetivos ambientales referidos a aguas superficiales naturales, que “Los Estados miembros tratarán de lograr los objetivos de prevenir el deterioro del estado ecológico.....” definido - de acuerdo a su Anejo 5 – por un natural régimen hidrológico en cuanto a cantidad y dinámica de flujo en las masas de agua de categoría Ríos.

El Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica, dice en su Artículo 18 que “El plan hidrológico determinará el régimen de caudales ecológicos en los ríos y aguas de transición definidos en la demarcación, incluyendo también las necesidades de agua de los lagos y de las zonas húmedas”.

Así pues, el objetivo del establecimiento de un régimen de caudales ecológicos es que éstos permitan 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 las masas de agua. Teniendo en cuenta esta premisa es fácil deducir los efectos ambientales positivos de los caudales ecológicos.

Además, no cabe duda que los caudales ecológicos también tienen efectos económicos y sociales positivos sobre diversos usos o actividades como pueden ser las ecoturísticas y recreativas, pesca, científicas, etc. Tampoco hay que olvidar los valores de existencia de las propias masas de agua, donde los ecosistemas acuáticos forman parte de la propia identidad de los habitantes ribereños.

De todas formas, la definición de caudales ecológicos en las diferentes masas de agua debe hacerse teniendo en cuenta los efectos negativos o afecciones sobre los usos de las mismas. A efectos de este informe, se entiende por *afección* la disminución del caudal asignado debido a la restricción que supone el caudal ecológico, o lo que es lo mismo, la *disminución de las garantías de los usos*, que dará lugar a perjuicios por las consecuentes pérdidas en las cosechas, pérdidas en la producción eléctrica, el incremento de costes de producción, etc.

Las afecciones más importantes detectadas en la demarcación del Guadiana, teniendo en cuenta el régimen de caudales ecológicos mínimos de la Propuesta del Plan, se han dado en los usos agrícolas de cinco masas, para los que se han definido una serie de medidas en el Plan con el fin de mejorar sus garantías.

Tabla 14. Unidades de Demanda Agraria (UDA) afectadas por los caudales ecológicos mínimos incluidos en la Propuesta del PHGn

Código masa	Nombre masa	Código UDA afectada	Nombre UDA afectada	Demanda 2015 (hm ³ /año)	Garantía Volumétrica	Medida adoptada
13353	Río Guadiana IV	R13A	EL VICARIO	8,00	84,1%	Reducción de la dotación o superficie. Gestión en sequías
		R20A	GUADIANA IV	12,00	92,9%	
13450	Río Bullaque	R17A	TORRE DE ABRAHAM	31,69	96,1%	Gestión en sequías
		R21A	AMPLIACIÓN TORRE ABRAHAM	11,25	96,1%	
		R18A	BULLAQUE	6,73	94,9%	
12010	Río Lácara	R42B	LÁCARA	0,49	95,8%	
13366	Río Alcarache II	R57B	ALCARRACHE II	0,06	88,5%	
13397	Río Matachel II	R34B	LOS MOLINOS	2,53	86,5%	

Fuente: Datos PHC-DHGn

La medida de reducción de la dotación en las UDAs de El Vicario y Guadiana IV consistiría en la adaptación de menores dotaciones mediante la incorporación de mejoras técnicas actuales o futuras que ahorren recurso; supondría un coste de 15,17 millones de euros. Como alternativa, la reducción de la superficie regable supondría un coste de 53,91 millones de euros para estas unidades de demanda.

La medida de gestión en sequías planteada para las unidades de demanda anteriores, consistiría en seguir los criterios fijados en el Plan Especial de Sequías para los sistemas a los que pertenecen las diferentes unidades de demanda, llegando finalmente al correcto cumplimiento de las garantías de las mismas.

Una vez vistos los efectos de los caudales ecológicos propuestos en los estudios técnicos y el Plan, es necesario comprobar la posible afección sobre los usos que podría suponer un posible aumento de la magnitud de los caudales mínimos, según los criterios de la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH). Esta comprobación se ha llevado a cabo estimando la relación de los diferentes regímenes con las garantías de los usos existentes, lo que es un problema complejo cuyo análisis se ha realizado mediante la simulación del sistema general de la cuenca utilizando un modelo numérico detallado entre recursos hídricos y demandas.

En este modelo de recursos los datos se analizan a nivel mensual utilizando como unidad el hm³. Para este análisis se ha considerado el efecto sobre las garantías de un potencial caudal mayor al propuesto en el Plan, así como el efecto de un caudal menor (HPU 50%) permitido también por la IPH. En este informe se incluye como ejemplo la variación que producirían diferentes regímenes sobre los usos en dos masas de agua concretas, el río Bullaque y el río Ardila.

6.1.1 Río Bullaque

6.1.1.1 *Análisis de garantías*

A continuación se muestran los diferentes regímenes analizados en el modelo de recursos para el río Bullaque. Los datos marcados en azul son los caudales propuestos en el Plan vistos anteriormente.

Tabla 15. Regímenes de caudales ecológicos mínimos analizados en el río Bullaque (hm³)

Tipo régimen	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOT
Ecohidráulico HPU 50%	0,96	0,93	1,98	1,98	1,79	1,98	1,92	1,98	0,13	0,08	0,08	0,26	14,08
Ecohidráulico HPU 60%	0,96	0,93	2,54	2,54	2,30	2,54	2,46	2,54	0,26	0,08	0,08	0,26	17,52
Ecohidráulico HPU 80%	2,46	2,38	4,34	4,34	3,92	4,34	4,20	4,34	0,26	0,08	0,08	0,26	31,00

Fuente: Datos PHC-DHGn y elaboración propia

Las demandas afectadas por el caudal ecológico serían las unidades de demanda agraria (UDA) del embalse de Torre Abraham y del río Bullaque, que comparten sistema de explotación.

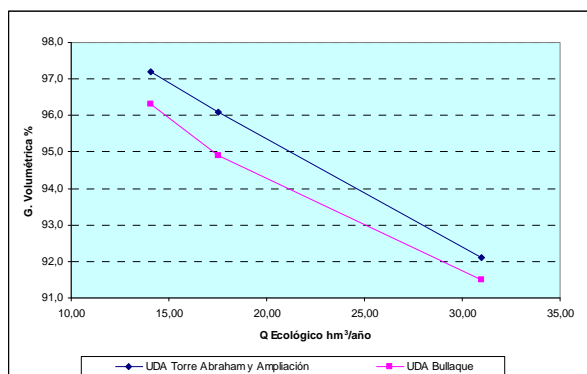
Tabla 16. UDAs de Torre Abraham y Bullaque

UDA	Cod. UDA	Demanda 2015 (hm ³ /año)
Torre Abraham	R17A	31,69
Ampliación Torre Abraham	R21A	11,25
Bullaque	R18A	6,73

Fuente: Datos PHC-DHGn

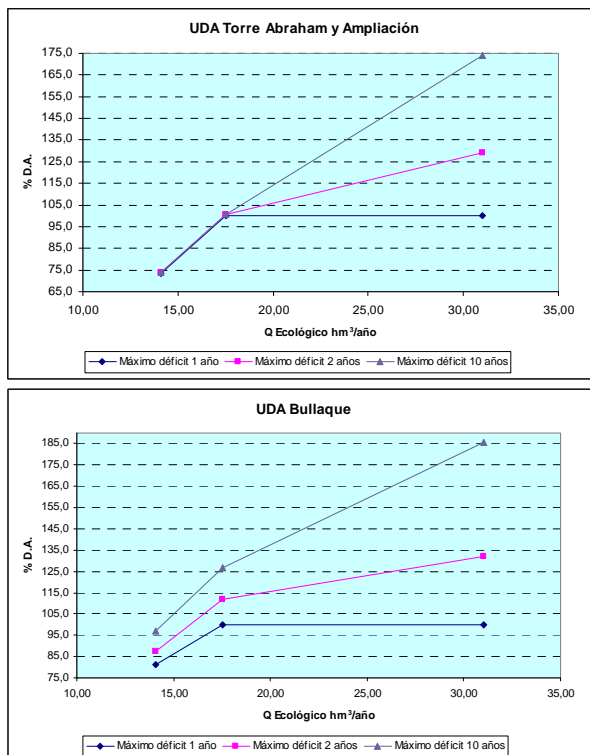
La variación de la garantía de las demandas frente al régimen de caudal ecológico se aprecia en la siguiente figura. Como es obvio, a medida que aumenta el caudal ecológico disminuye la garantía volumétrica de las demandas agrarias, o lo que es lo mismo, aumenta su déficit.

Figura 9. Garantía volumétrica en relación con el caudal ecológico



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Porcentaje de déficit respecto de la demanda anual en relación con el caudal ecológico



Fuente: Elaboración propia

Conviene recordar que la IPH establece que se considera satisfecha una demanda agraria cuando el déficit en un año es menor que el 50% de la demanda anual, el déficit acumulado en 2 años es menor que el 75% de la demanda anual, y el déficit acumulado en 10 años es menor que el 100% de la demanda anual.

En la gráfica anterior puede apreciarse el incumplimiento de este criterio de garantía de la IPH en los tres caudales simulados, para los que el máximo déficit en un año sobrepasa ampliamente el 50%.

6.1.1.2 Valoración económica de afecciones

Para poder realizar la valoración económica del efecto del aumento del caudal ecológico (80% HPU en lugar del 60% HPU utilizado en el Plan Hidrológico), se calibra el modelo disminuyendo el valor de las demandas con déficits (demanda con aumento de Qeco), de manera que su garantía volumétrica aumente hasta el nivel de garantía del caudal ecológico anterior. Después se valorarán las pérdidas (en términos de Margen Neto (MN) y Beneficio (B⁰)) de dos opciones alternativas: la reducción de la superficie de regadío y la reducción de las dotaciones de riego (donde sean suficientes para cubrir las necesidades de los cultivos).

Las siguientes tablas muestran información sobre las unidades de demanda objeto de estudio y los resultados del análisis de valoración de la afección por aumento de los caudales ecológicos.

Tabla 17. UDAs de Torre Abraham y Bullaque

UDA	Superficie PHC (ha)	Necesidades riego parcela (m ³ /ha año)	Eficiencia media de riego en transporte y distribución	Necesidades riego brutas (m ³ /ha año)	Dotación PHC (m ³ /ha año)	Superávit teórico regadío (m ³ /ha año)
Torre Abraham	5.762	4.180	80%	5.225	5.500	275
Ampliación Torre Abraham	2.500	4.180		5.225	4.500	0
Bullaque	1.914	4.180		5.225	3.516	0

Fuente: Datos PHC-DHGn

De acuerdo con los valores de superávit de la tabla anterior, únicamente sería posible reducir las dotaciones de riego en la UDA Torre de Abraham (R17A).

Tabla 18. Valoración Alternativa 1: Reducción de superficies de regadío

UDA	Demanda 2015 (hm ³ /año)	Demanda con aumento de Qeco (hm ³ /año)	Demanda afectada (hm ³ /año)	Superficie a reducir (ha)	MN PHC (€/ha)	Pérdidas s/ MN (€/año)	Bº PHC (€/ha)	Pérdidas s/ Beneficio (€/año)
T. Abraham	31,69	25,05	6,64	1.208	518	625.762	81,53	98.455
Ampliación T. Abraham	11,25	8,89	2,36	524	518	271.512	81,53	42.719
Bullaque	6,73	5,45	1,28	364	608	221.379	-46,70	-17.002
	49,67	39,39	10,28	2.096		1.118.650		124.173

Fuente: Datos PHC-DHGn y elaboración propia

Tabla 19. Valoración Alternativa 2: Reducción de dotaciones de riego

UDA	Dotación Alt. 2 (m ³ /ha año)	Demanda 2015 Alt. 2 (hm ³ /año)	Demanda afectada (hm ³ /año)	Demanda con aumento de Qeco (hm ³ /año)	Superficie a reducir (ha)	Ventaja en superficie s/ Alt. 2 (ha)	Ventaja en pérdidas s/ MN Alt. 2 (€/año)	Ventaja en pérdidas s/ Bº Alt. 2 (€/año)
T. Abraham	5.225	30,11	5,06	25,05	968	240	124.201	19.541
Ampliación T. Abraham	4.500	11,25	2,36	8,89	524	0	0	0
Bullaque	3.516	6,73	1,28	5,45	364	0	0	0
		48,09	8,70	39,39	1.856	240	124.201	19.541

Fuente: Elaboración propia

El aumento de los caudales ecológicos requeriría una reducción de superficie de 2.096 ha, lo que implicaría pérdidas por unos 1,12 M€/año en términos de margen neto y 0,12 M€/año en términos de beneficio. En la UDA Torre de Abraham la opción de reducción de dotaciones de riego comportaría una ventaja económica sobre la alternativa de reducción de superficie de unos 0,12 M€/año en términos de margen neto y unos 0,02 M€/año en términos de beneficio.

6.1.2 Río Ardila II

6.1.2.1 *Análisis de garantías*

A continuación se muestran los diferentes regímenes analizados en el modelo de recursos para el río Ardila II. Los datos marcados en azul son los caudales propuestos en el Plan vistos anteriormente.

Tabla 20. Regímenes de caudales ecológicos mínimos analizados en el río Ardila II (hm³)

Tipo régimen	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOT
Ecohidráulico HPU 50%	1,10	1,06	1,10	1,10	0,99	1,10	1,06	0,80	0,03	0,00	0,00	0,03	8,37
Ecohidráulico HPU 60%	1,29	1,24	1,29	1,29	1,16	1,29	1,24	1,07	0,03	0,00	0,00	0,03	9,92
Ecohidráulico HPU 80%	1,74	1,68	1,74	1,74	1,57	1,74	1,68	1,07	0,03	0,00	0,00	0,26	13,27

Fuente: Datos PHC-DHGn y elaboración propia

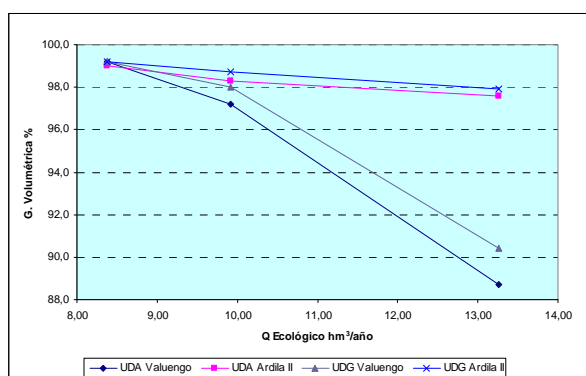
Las demandas afectadas por el caudal ecológico serían las unidades de demanda agraria y unidades de demanda ganadera (UDG) del embalse de Valuengo y del río Ardila, que comparten sistema de explotación. Las demandas ganaderas de Valuengo y Ardila II se sitúan en la comarca de Jerez de los Caballeros.

Tabla 21. UDAs y UDGs de Valuengo y Ardila II

UDA/UDG	Cod. UDA/UDG	Demanda 2015 (hm ³ /año)
Valuengo	R63B	7,50
Ardila II	R64B	0,85
Valuengo	G23B	4,60
Ardila II	G25B	0,39

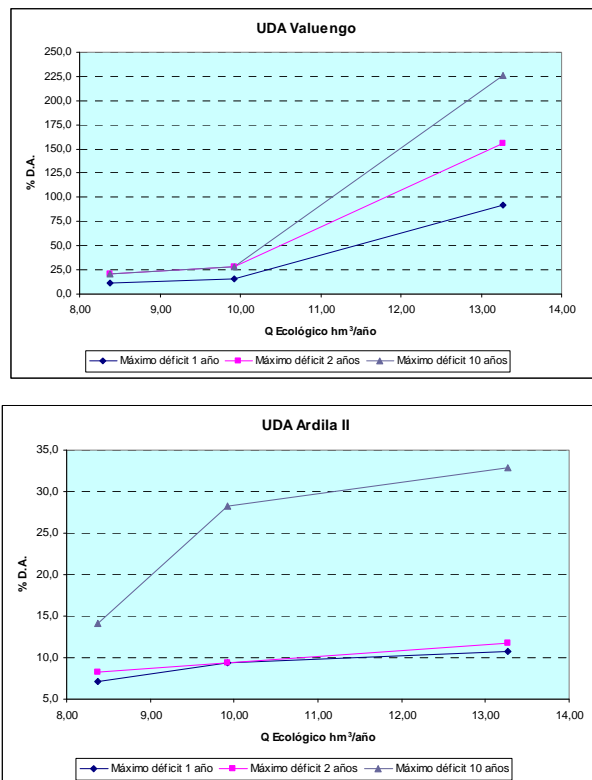
Fuente: Datos PHC-DHGn

Figura 11. Garantía volumétrica en relación con el caudal ecológico



Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Porcentaje de déficit respecto de la demanda anual en relación con el caudal ecológico



Fuente: *Elaboración propia*

La variación de la garantía de las demandas frente al régimen de caudal ecológico se aprecia en la anterior figura. Como ejemplo, se muestra también la variación de los déficits de los regadíos.

Puede apreciarse que la variación del caudal ecológico no afecta prácticamente a las demandas del río Ardila II, debido principalmente a su menor cuantía.

No ocurre lo mismo para las demandas del embalse de Valuengo, mucho más importantes cuantitativamente, cuyas garantías disminuyen considerablemente al aumentar el caudal ecológico (80% HPU) llegando al incumplimiento de los criterios de garantía establecidos en la IPH.

6.1.2.2 Valoración económica de afecciones

A continuación se muestran los resultados del análisis de valoración de la afección por aumento de los caudales ecológicos. Para las unidades de demanda agrícola se valorarán las pérdidas como en el caso anterior. Para las unidades de demanda ganadera se valorarán las pérdidas (en términos de VAB) por la reducción de cabezas de ganado.

Tabla 22. UDAs de Valuengo y Ardila II

UDA	Superficie PHC (ha)	Necesidades riego parcela (m ³ /ha año)	Eficiencia media de riego en transporte y distribución	Necesidades riego brutas (m ³ /ha año)	Dotación PHC (m ³ /ha año)	Superávit teórico regadío (m ³ /ha año)
Valuengo	1.000	8.676	75%	11.569	7.500	0
Ardila II	129	8.676		11.569	6.600	0

Fuente: Datos PHC-DHGn

En este caso no sería posible reducir las dotaciones de riego en las UDAs.

Tabla 23. Valoración Alternativa 1: Reducción de superficies de regadío

UDA	Demanda 2015 (hm ³ /año)	Demanda con aumento de Qeco (hm ³ /año)	Demanda afectada (hm ³ /año)	Superficie a reducir (ha)	MN PHC (€/ha)	Pérdidas s/ MN (€/año)	Bº PHC (€/ha)	Pérdidas s/ Beneficio (€/año)
Valuengo	7,50	4,70	2,80	373	571	213.130	177,02	66.088
Ardila II	0,85	0,60	0,25	38	571	21.624	177,02	6.705
	8,35	5,30	3,05	411		234.754		72.794

Fuente: Datos PHC-DHGn y elaboración propia

El aumento de los caudales ecológicos requeriría una reducción de superficie de 411 ha, lo que implicaría pérdidas por unos 0,23 M€/año en términos de margen neto y 0,073 M€/año en términos de beneficio.

Tabla 24. Demanda 2015 y necesidades hídricas por tipo de ganado en la Comarca de Jerez de los Caballeros

Jerez de los Caballeros	Bovino	Porcino	Ovino	Caprino	Equino	Aves	Total
Demanda 2015 (hm³/año)	2,00	4,74	0,16	0,04	0,03	0,01	6,99
Distribución demanda	29%	68%	2%	1%	0,4%	0,2%	100%
Nec. hídricas (m³/año)	17,60	2,87	2,00	1,98	4,72	0,08	17,60

Fuente: Datos PHC-DHGn

Para valorar el aumento de los caudales ecológicos se supone que la afección de la demanda no incide en la distribución del tipo de ganado, es decir, que la distribución se mantiene constante. El VAB de la ganadería en la provincia de Badajoz (en la que se encuentran las UDG objeto de estudio) asciende a 127,74 M€, provincia que cuenta con un total de 8,3 millones de cabezas de ganado, por lo que el VAB medio por cabeza de ganado en la provincia se estima en 15,4 €. Tanto en la comarca de Jerez de los Caballeros como en la provincia de Badajoz, el tipo de ganado mayoritario es el porcino con un peso sobre el total de 68% y 64% respectivamente.

Tabla 25. UDGs de Valuengo y Ardila II

UDG	Demanda 2015 (hm ³ /año)	Demanda con aumento de Qeco (hm ³ /año)	Demanda afectada (hm ³ /año)
Valuengo	4,60	2,90	1,70
Ardila II	0,39	0,32	0,07

Fuente: Datos PHC-DHGn

Tabla 26. Valoración de la reducción de dotaciones en las UDGs

Afección	UDG	Bovino	Porcino	Ovino	Caprino	Equino	Aves	Total	Pérdida VAB (€)
Demanda (hm³/año)	Valuengo	0,49	1,15	0,04	0,01	0,01	0,00	1,70	
	Ardila II	0,02	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	
Cabezas (Nº)	Valuengo	27.666	402.152	19.732	4.889	1.467	38.404	494.310	7.611.341
	Ardila II	1.139	16.559	812	201	60	9	18.782	289.198
									7.900.539

Fuente: Elaboración propia

El aumento del caudal ecológico implicaría una minoración de la demanda de 1,7 hm³/año en la UDG de Valuengo y de 0,07 hm³/año en la UDG de Ardila II, lo que conduciría a una reducción de 494.310 y 18.782 cabezas ganado respectivamente; ello daría lugar a una pérdida de VAB de 7,9 M€.

6.1.3 Otros ríos

Además de las dos masas de agua anteriores, hay otras masas entre las 19 estratégicas estudiadas en las que habría efectos negativos sobre los usos relacionados si se aumenta su caudal ecológico mínimo. Tal es el caso de los ríos Lácara, Guadiana IV, Alcarache II, y Machel II, que ya tenían afecciones con los caudales iniciales propuestos en el Plan, y los ríos Zapatón II, Olivenza II, Guadajira, Búrdalo, Rucas IV y Jabalón III. En todos estos ríos, ya sea en la propia masa o en el embalse aguas arriba, hay demandas agrarias más o menos importantes que se verían afectadas por un aumento del caudal ecológico mínimo.

En los ríos Guadamatilla II y Limonetes un aumento de los caudales ecológicos también produciría efectos negativos sobre los usos asociados, pero en este caso las demandas son de abastecimiento a poblaciones, siendo necesario respetar la supremacía de este uso frente a la restricción del caudal ecológico.

En los tramos Guadiana V, Guadiana VI, Guadiana VII, Machel III y Zújar II no se producirían efectos negativos sobre los usos asociados debido a la gran capacidad de regulación de sus sistemas de embalses situados aguas arriba.

6.2 Necesidades de zonas húmedas

Los estudios de “Estimación de necesidades ecológicas de lagos y humedales. Demarcación Hidrográfica del Guadiana” (SGPUSA 2010) elaborados para la redacción de la Propuesta de Plan Hidrológico del Guadiana e incluidos en su Anejo 6, han establecido las necesidades ecológicas de lagos y humedales de las siguientes zonas húmedas situada en el Alto Guadiana.

- 1) Navalculdia (Complejo Lagunar de El Bonillo)
- 2) Los Carros
- 3) Manjavacas
- 4) Taray Chico
- 5) Veguilla
- 6) Lagunas de Ruidera
- 7) Las Tablas de Daimiel

Siguiendo la normativa de planificación (IPH), los resultados obtenidos para Lagunas de Ruidera y Tablas de Daimiel han servido de base para la determinación y contraste de los recursos subterráneos disponibles y la evaluación de los efectos que sobre los ecosistemas dependientes de las aguas subterráneas tendrían un aumento o disminución de dichas necesidades ecológicas frente a diferentes escenarios de extracción. Las conclusiones finales alcanzadas han sido reflejadas en la Propuesta de Plan Hidrológico del Guadiana tanto en la Memoria, Anejos 6 y 11, así como en Normativa, donde se reflejan los recursos subterráneos disponibles en las masas de aguas subterráneas.

Además, en las masas de aguas subterráneas relacionadas con estas dos zonas húmedas se han establecido los recursos subterráneos disponibles medios, tanto a medio plazo (2010-2105) como a largo plazo (2015-2027). No obstante, debido al desequilibrio existente en la mayoría de las masas de aguas subterráneas del Alto Guadiana, entre recurso subterráneo disponible y extracciones, que afectan a las zonas húmedas y principalmente a las Tablas de Daimiel, ha sido necesario establecer en la propuesta del Plan, y en concordancia con el PEAG, un periodo transitorio que permita la recuperación progresiva de este desequilibrio seleccionando el máximo plazo previsto mediante medidas de gestión iniciadas en el PEAG y la previstas en la propuesta de Plan (plazo máximo para 2027).

A continuación, se resumen los efectos identificados para distintos criterios de aumento o disminución de los requerimientos de caudales ecológicos en Lagunas de Ruidera y Tablas de Daimiel.

6.2.1 Lagunas de Ruidera

6.2.1.1 *Necesidades ambientales*

El régimen de fluctuaciones de un humedal es un factor clave en la estructura y funcionamiento del ecosistema asociado, por lo que para el estudio de las lagunas de Ruidera se ha adoptado como el régimen hidrológico el correspondiente a los registros históricos de la estación de aforos de la Cubeta que representa la salida natural del acuífero de Campos de Montiel.

Las especificaciones técnicas de la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH), indican que para obtener la distribución temporal de caudales mínimos, se podrán definir percentiles entre el 5 y el 15% a partir de la curva de caudales clasificados.

Teniendo en cuenta los objetivos de conservación del Parque Natural Lagunas de Ruidera para definir los caudales ecológicos en los años secos y medios, los percentiles seleccionados han sido el 10 y el 50, respectivamente. Estos caudales deberán representar las descargas de referencia del acuífero que marcan el régimen de fluctuaciones del nivel de lámina de agua de las lagunas.

6.2.1.2 *Influencia de las extracciones*

Los estudios hidrogeológicos realizados por el MOPU (1987) e IGME (1991) sobre la declaración de sobreexplotación del acuífero de Campo de Montiel, así como los específicos realizados para la propuesta de Plan Hidrológico, establecen la gran vulnerabilidad del sistema de las lagunas frente a las explotaciones de aguas subterráneas concentradas en el espacio y en el tiempo; especialmente en los meses de estiaje en la zona de alimentación en los que no se producen precipitaciones, y en cambio, las necesidades de riego son máximas (junio a septiembre). En conclusión, se deben considerar los efectos negativos que producirán la traslación directa de las extracciones sobre el sistema de las lagunas. Por todo lo anterior, y tomando como referencia las necesidades ecológicas indicadas anteriormente para Lagunas de Ruidera, en la propuesta de Plan Hidrológico se establecen los recursos subterráneos disponibles para la masa de agua subterránea Campo de Montiel que permiten el drenaje a través de las lagunas y manantiales de la cabecera del Guadiana.

6.2.1.3 Efectos previsibles

Los caudales considerados en la actual propuesta de PH están referidos a los años medios y secos, siendo la principal conclusión sobre los efectos previsibles, que cualquier aumento de los requerimientos hídricos para la conservación de este espacio protegido debería repercutirse al 100% sobre los usos de las aguas subterráneas existentes. Es decir, y a modo de ejemplo, en caso de aumentar en 4 hm³/año dichos requerimientos, deberán reducirse en la misma cantidad los recursos medios subterráneos disponibles establecidos en 8 hm³/año en la propuesta del Plan.

Por otra parte, y para el caso contrario de disminución de requerimientos de conservación, podrían aumentarse las extracciones pero repartiéndolas en los meses octubre-mayo, y manteniéndose el régimen entre junio-septiembre, debiendo en todos los casos estar avalado por los estudios pertinentes sobre el buen estado de los ecosistemas y los RAE correspondientes de la declaración de sobreexplotación.

6.2.1.4 Valoración económica de afecciones

Teniendo en cuenta que 1 hm³ más de requerimiento ambiental supone 1 hm³ menos de extracción, a continuación se muestran los resultados de la valoración de las pérdidas por disminución de 1 hm³ en la unidad de demanda agraria de Montiel (R1A).

Tabla 27. UDA de Montiel (R1A)

UDA	Superficie PHC (ha)	Necesidades riego parcela (m ³ /ha año)	Eficiencia media de riego en transporte y distribución	Necesidades riego brutas (m ³ /ha año)	Dotación PHC (m ³ /ha año)	Superávit teórico regadío (m ³ /ha año)
Montiel	6.000	2.285	93%	2.461	1.500	0

Fuente: Datos PHC-DHGn

En este caso no sería posible reducir las dotaciones de riego en la UDA de Montiel.

Tabla 28. Valoración Alternativa 1: Reducción de superficies de regadío

UDA	Demanda afectada (hm ³ /año)	Superficie a reducir (ha)	MN PHC (€/ha)	Pérdidas s/ MN (€/año)	Bº PHC (€/ha)	Pérdidas s/ Beneficio (€/año)
Montiel	1,00	667	661,70	441.131	123,65	82.431

Fuente: Datos PHC-DHGn y elaboración propia

El aumento de 1 hm³ del requerimiento ambiental en las Lagunas de Ruidera conllevaría una reducción de la superficie regable de 667 ha, lo que implicaría pérdidas por unos 0,44 M€/año en términos de margen neto y 0,082 M€/año en términos de beneficio.

6.2.2 Tablas de Daimiel

6.2.2.1 *Necesidades ambientales*

En el estudio “Estimación de necesidades ecológicas de lagos y humedales de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana” (SGPUSA 2010), se analiza la situación anterior a 2009-10 que no producía drenaje alguno hacia las Tablas de Daimiel, basándose en los trabajos de diversos autores, entre los que destaca el del Dr. Pedro Martínez-Santos y colaboradores, “Wetland Restoration in the Mancha Occidental Aquifer, Spain: A Critical Perspective on Water, Agricultural, and Environmental Policies” (2008). Dichos trabajos, incluidos posteriormente en su tesis, concluyen con una estimación de las aportaciones de los ríos Gigüela, Guadiana y Azuer, así como las debidas a aguas subterráneas, con resultado final igual a cero en dicho periodo de estudio.

Por ello, para obtener las necesidades ecológicas se ha tomado como referencia el régimen natural del sistema de las Tablas de Daimiel, que tiene en cuenta las pérdidas por evaporación de las zonas húmedas, proponiendo los volúmenes necesarios para la consecución y mantenimiento de las superficies húmedas; y no sólo de las Tablas de Daimiel sino también de su entorno.

Además, el principal factor a tener en cuenta es el volumen de agua que debería salir aguas abajo de Puente Navarro para mantener un caudal ecológico. Y también las aguas que se infiltrarían desde la superficie de las Tablas de Daimiel al acuífero infrayacente, lo cual se ha tenido en cuenta de cara a la propuesta de futura gestión recogida en el nuevo PH.

En conclusión, la propuesta de necesidades ecológicas a que responde la propuesta de Plan Hidrológico basada en los estudios indicados, integra tanto aportación superficial como subterránea.

6.2.2.2 *Influencia de las extracciones*

Dichas necesidades ecológicas para el humedal de Las Tablas de Daimiel (38,25 hm³/año) representan el 15,48% de las aportaciones totales naturales, así como del orden del 56,25% de los valores de las descargas del acuífero Mancha Occidental a los Ojos del Guadiana conforme a los datos de control de la Estación de Aforos de Zuacorta (EA 4909), la cual muestra valores medios anuales de 68 hm³/año entre los años 1914 y 1941, que pueden tomarse como condiciones prácticamente naturales.

Se puede considerar, por lo tanto, la referida valoración de las necesidades ecológicas como un adecuado indicador hidrológico integrado de la recuperación del buen estado de las masas de aguas subterráneas, previsto en el Plan Hidrológico para el periodo 2023-2027. Su elección se justifica también en el modo en que se han calculado las necesidades ecológicas aguas abajo de la presa de Puente Navarro ajustando el valor hidrológico de caudal mínimo a partir de la información disponible sobre modelación de idoneidad de hábitat en el tramo fluvial Guadiana IV, representativo del mismo tipo de río.

Dicho valor de referencia será exigible en 2027, puesto que se ha determinado un periodo transitorio (2010-2027) en el que se seguirán aplicando las medidas previstas en PEAG y en el programa de medidas de la Propuesta de Plan Hidrológico, para una adecuación de las extracciones que permita la recuperación progresiva de los niveles freáticos, que posibiliten el mantenimiento y buen estado de la Tablas de Daimiel.

Los estudios hidrogeológicos realizados en su día para la declaración de sobreexplotación del acuífero de Mancha Occidental, así como los específicos realizados para la propuesta de Plan Hidrológico, establecen la gran vulnerabilidad del sistema de las zonas húmedas frente a las explotaciones de aguas subterráneas distribuidas por todo el Alto Guadiana y concentradas en especialmente en Mancha Occidental.

Tomando como referencia las necesidades ecológicas indicadas anteriormente para las Tablas de Daimiel, en la propuesta de Plan Hidrológico se establecen los recursos subterráneos disponibles para cada una de las masas de aguas subterráneas del Alto Guadiana una vez recuperado los niveles del acuífero que permiten cierto drenaje a través de los Ojos del Guadiana.

6.2.2.3 Efectos previsibles

El drenaje del acuífero en la zona de Ojos del Guadiana y su entorno hace necesario unos niveles freáticos elevados que oscilen en función de las variaciones climáticas y de las extracciones, pero que no se ven afectados por el exceso de las extracciones respecto a los recursos disponibles establecidos en dicha propuesta. Este delicado equilibrio dará lugar al mantenimiento de las necesidades ecológicas de las zonas húmedas y su entorno.

En el supuesto de plantearse un aumento de dichas necesidades ecológicas, se obligaría a la reducción de los recursos subterráneos disponibles. Concretamente, los

recursos medios disponibles estimados a largo plazo para el conjunto del Alto Guadiana de unos 250 hm³/año, teniendo en cuenta dichas necesidades, deberían de reducirse más del 50% para poder alcanzar unas condiciones cercanas a las naturales; es decir, las extracciones de aguas subterráneas existentes anteriores a 1970. Reducciones más intensas de las extracciones hasta los 60 hm³/año serían compatibles con un estado prácticamente natural semejante al anterior de los años 50 del pasado siglo, cuando las aportaciones medias subterráneas al humedal alcanzaban valores cercanos a los 70 hm³/año.

Por el contrario, una disminución de las necesidades ecológicas del 50%, se traduciría en un aumento poco significativo de los recursos disponibles a largo plazo a partir de 2027 (inferior al 5-10%) debido a que los niveles freáticos que deben permanecer necesariamente altos para favorecer el drenaje del acuífero, junto a las variaciones tan irregulares del clima y los efectos previsibles del cambio climático a partir de 2030, provocarán un aumento de la evaporación en las zonas húmedas, con especial significado en las masas de aguas subterráneas centrales del sistema Alto Guadiana formadas por Mancha Occidental I y II.

Finalmente, las incertidumbres asociadas al largo plazo deberán tratarse mediante estudios que permitan realizar el seguimiento de todas las variables implicadas en la gestión de los recursos hídricos, la mejora del conocimiento y el empleo de equipos humanos y herramientas altamente especializadas.

7 Glosario

Acuífero: Una o más capas subterráneas de roca o de otros estratos geológicos que tienen la suficiente porosidad y permeabilidad para permitir ya sea un flujo significativo de aguas subterráneas o la extracción de cantidades significativas de aguas subterráneas.

Aguas de transición: Masas de agua superficial próximas a la desembocadura de los ríos que son parcialmente salinas como consecuencia de su proximidad a las aguas costeras, pero que reciben una notable influencia de flujos de agua dulce.

Autoridad competente: La o las autoridades designadas con arreglo a los apartados 2 y 3 del artículo 3 de la Directiva Marco del Agua (DMA).

Buen estado cuantitativo de las aguas subterráneas: El estado cuantitativo alcanzado por una masa de agua subterránea cuando la tasa media anual de extracción a largo plazo no rebasa los recursos disponibles de agua y no está sujeta a alteraciones antropogénicas que puedan impedir alcanzar los objetivos medioambientales para las aguas superficiales asociadas, que puedan ocasionar perjuicios significativos a ecosistemas terrestres asociados o que puedan causar una alteración del flujo que genere salinización u otras intrusiones.

Buen estado de las aguas subterráneas: El estado alcanzado por una masa de agua subterránea cuando tanto su estado cuantitativo como su estado químico son, al menos, buenos.

Buen estado de las aguas superficiales: El estado alcanzado por una masa de agua superficial cuando tanto su estado ecológico como su estado químico son, al menos, buenos.

Buen estado ecológico: El estado de una masa de agua superficial cuyos indicadores de calidad biológicos muestran valores bajos de distorsión causada por la actividad humana, desviándose sólo ligeramente de los valores normalmente asociados a condiciones inalteradas en el tipo de masa correspondiente. Los indicadores hidromorfológicos son coherentes con la consecución de dichos valores y los indicadores fisicoquímicos se encuentran dentro de los rangos de valores que garantizan el funcionamiento del ecosistema específico del tipo y la consecución de los valores de los indicadores biológicos especificados anteriormente. Además las concentraciones de contaminantes no superan las normas establecidas.

Buen potencial ecológico: El estado de una masa de agua muy modificada o artificial cuyos indicadores de calidad biológicos muestran leves cambios en comparación con los valores correspondientes al tipo de masa más estrechamente comparable. Los indicadores hidromorfológicos son coherentes con la consecución de dichos valores y los indicadores fisicoquímicos se encuentran dentro de los rangos de valores que garantizan el funcionamiento del ecosistema y la consecución de los valores de los indicadores biológicos especificados anteriormente. Además las concentraciones de contaminantes no superan las normas establecidas.

Caudal ecológico: Caudal que contribuye a alcanzar el buen estado o buen potencial ecológico en los ríos o en las aguas de transición y mantiene, como mínimo, la vida piscícola que de manera natural habitaría o pudiera habitar en el río, así como su vegetación de ribera.

Caudal generador: Caudal que regula la estructura geomorfológica de los cauces, evitando su progresivo estrechamiento y colonización.

Caudales máximos: Los caudales máximos que no deben ser superados durante la operación y gestión ordinaria de las infraestructuras hidráulicas definidos, al menos, en dos periodos hidrológicos homogéneos y representativos, correspondientes al periodo húmedo y seco del año.

Caudales mínimos: Los caudales mínimos determinados ajustando los caudales obtenidos por métodos hidrológicos al resultado de la modelación de la idoneidad del hábitat que no deben ser superados durante la operación y gestión ordinaria de las infraestructuras hidráulicas definidos, al menos, en dos periodos hidrológicos homogéneos y representativos, correspondientes al periodo húmedo y seco del año.

Demanda de agua: Volumen de agua, en cantidad y calidad, que los usuarios están dispuestos a adquirir para satisfacer un determinado objetivo de producción o consumo. Este volumen será función de factores como el precio de los servicios, el nivel de renta, el tipo de actividad, la tecnología u otros.

Especie objetivo: especie autóctona de fauna o flora que por su vinculación directa al hábitat fluvial, por su carácter endémico, por estar amenazada o por contar con alguna figura de protección, puede ser seleccionada como indicadora.

Estado de las aguas subterráneas: La expresión general del estado de una masa de agua subterránea, determinado por el peor valor de su estado cuantitativo y de su estado químico.

Estado de las aguas subterráneas: La expresión general del estado de una masa de agua subterránea, determinado por el peor valor de su estado cuantitativo y de su estado químico.

Estado de las aguas superficiales: La expresión general del estado de una masa de agua superficial, determinado por el peor valor de su estado ecológico y de su estado químico.

Estado ecológico: Una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales.

Garantía volumétrica: fracción de la demanda total que se satisface durante el periodo de cálculo.

Hábitat fluvial: zona de un río con condiciones apropiadas para la vida de un organismo, especie o comunidad animal o vegetal

Hábitat potencial útil máximo: máximo valor de hábitat potencial útil que un estadio fisiológico de la especie objetivo puede presentar en la masa de agua.

Hábitat potencial útil: superficie de hábitat que puede ser utilizada preferentemente por la especie objetivo.

Índices de alteración hidrológica: índices numéricos que evalúan la distorsión originada en los caudales circulantes con respecto a los caudales naturales a partir de parámetros característicos del régimen de caudales.

Información pública: Nivel de acción en la participación pública en el que el principal objetivo es lograr una opinión pública mejor informada, si bien los comentarios públicos no influirán en la decisión final.

Instrucción de Planificación Hidrológica: Orden Ministerial del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino que establece la instrucción de planificación hidrológica en nuestro país, fijando los criterios técnicos para la homogeneización y sistematización de los trabajos de elaboración de los Planes Hidrológicos de Cuenca. Esta instrucción incluye los requerimientos técnicos establecidos para la planificación por la nueva legislación asimilando las metodologías propuestas por los grupos de trabajo establecidos a nivel europeo para la implantación de la Directiva Marco del Agua. Asimismo, recoge otros aspectos surgidos de nuestra propia legislación, como puede ser la determinación de caudales ecológicos introducida por la Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.

Lago: Una masa de agua continental superficial quieta, cuya superficie sea superior a 0,08 km² y que, al mismo tiempo, tengan una profundidad máxima superior a 3 metros, así como todas aquellas con una superficie mayor de 0,5 km², con independencia de su profundidad.

Masa de agua artificial: Masa de agua superficial creada por la actividad humana.

Masa de agua muy alterada hidrológicamente: masa de agua que, por la presencia de elementos de regulación o derivación, o por la concentración de extracciones superficiales o subterráneas, presenta un régimen significativamente diferente del natural, que repercute de forma negativa sobre los ecosistemas acuáticos y terrestres asociados.

Masa de agua muy modificada: una masa de agua superficial que, como consecuencia de alteraciones físicas producidas por la actividad humana, ha experimentado un cambio sustancial en su naturaleza (artículo 40 bis.h TRLA).

Masa de agua muy modificada: Una masa de agua superficial que, como consecuencia de alteraciones físicas producidas por la actividad humana, ha experimentado un cambio sustancial en su naturaleza.

Masa de agua subterránea: Un volumen claramente diferenciado de aguas subterráneas en un acuífero o acuíferos.

Masa de agua superficial: Una parte diferenciada y significativa de agua superficial, como un lago, un embalse, una corriente, río o canal, parte de una corriente, río o canal, unas aguas de transición o un tramo de aguas costeras.

Máximo potencial ecológico: el estado de una masa de agua muy modificada o artificial cuyos indicadores de calidad biológicos pertinentes reflejen, en la medida de lo posible, los correspondientes al tipo de masa de agua superficial más estrechamente comparable, dadas las condiciones físicas resultantes de las características artificiales o muy modificadas de la masa de agua. Además, que los indicadores hidromorfológicos sean coherentes con la consecución de dichos valores y los indicadores fisicoquímicos correspondan total o casi totalmente a los de condiciones inalteradas del tipo de masa de agua más estrechamente comparable.

Participación pública: Acción que permite al público influir en el resultado de los planes y los procesos de trabajo. Incluye tres niveles de implicación social y administrativa: suministro de información, consulta y participación activa. Según la DMA, los dos primeros deben garantizarse y el tercero fomentarse.

Potencial ecológico: una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a una masa de agua artificial o muy modificada.

Presión significativa: presión que supera un umbral definido a partir del cual se puede poner en riesgo el cumplimiento de los objetivos medioambientales en una masa de agua.

Recursos disponibles de aguas subterráneas: El valor medio interanual de la tasa de recarga total de la masa de agua subterránea, menos el flujo interanual medio requerido para conseguir los objetivos de calidad ecológica para el agua superficial asociada, para evitar cualquier disminución significativa en el estado ecológico de tales aguas, y cualquier daño significativo a los ecosistemas terrestres asociados. El valor medio interanual de la tasa de recarga total de la masa de agua subterránea, menos el flujo interanual medio requerido para conseguir los objetivos de calidad ecológica para el agua superficial asociada, para evitar cualquier disminución significativa en el estado ecológico de tales aguas, y cualquier daño significativo a los ecosistemas terrestres asociados.

Régimen natural: régimen hidrológico que tendría lugar en un tramo de río sin intervención humana significativa en su cuenca vertiente.

Río: Una masa de agua continental que fluye en su mayor parte sobre la superficie del suelo, pero que puede fluir bajo tierra en parte de su curso.

Sequía prolongada: es una sequía producida por circunstancias excepcionales o que no han podido preverse razonablemente. La identificación de estas circunstancias se realizará mediante el uso de indicadores relacionados con la falta de precipitación durante un periodo de tiempo y teniendo en cuenta aspectos como la intensidad y la duración.

Tasa de Cambio: 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.

Usos del agua: Las distintas clases de utilización del recurso, así como cualquier otra actividad que tenga repercusiones significativas en el estado de las aguas. A efectos de la aplicación del principio de recuperación de costes, los usos del agua deberán considerar, al menos, el abastecimiento de poblaciones, los usos industriales y los usos agrarios.