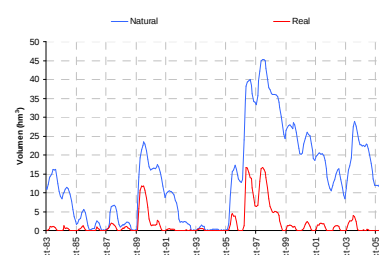
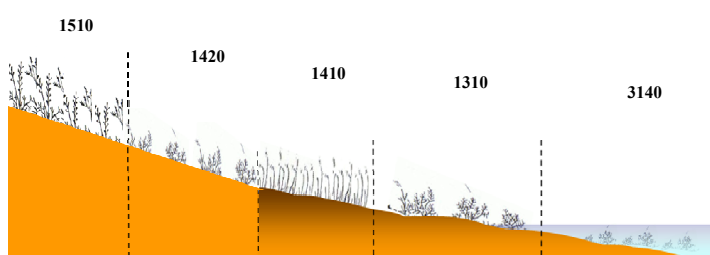


Establecimiento del régimen de caudales ecológicos en las masas de agua superficial continentales de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas

(Expte. 452/2008/G/00)



ESTUDIO DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS EN LAGOS Y HUMEDALES



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



MEMORIA

**Estudio de las necesidades hídricas
en lagos y humedales**

Índice

1. INTRODUCCIÓN	1
2. EL CONTEXTO LEGAL	3
2.1. Las directivas europeas	3
2.1.1. La Directiva Marco del Agua	3
2.1.2. La Directiva Aves y la Directiva Hábitats	3
2.2. Normativa estatal de gran incidencia en los estudios de determinación de las necesidades hídricas	6
3. OBJETIVOS AMBIENTALES	7
4. SELECCIÓN DE HUMEDALES PARA ABORDAR EL ESTUDIO DE SUS NECESIDADES HIDRICAS	10
4.1. Humedales sujetos a estudio	10
4.2. Procedimiento de identificación y priorización en el estudio de humedales	11
4.2.1. Procedimiento general	11
4.2.2. Criterios generales de selección y priorización	12
4.2.3. Información empleada para la priorización en el estudio de humedales	13
4.3. Selección de humedales en la DHCMA	15
4.3.1. Humedales de partida	15
4.3.2. Humedales excluidos del estudio	17
4.3.3. Humedales a estudiar	18
4.3.4. Propuesta de estudio para humedales M1-T1	20
4.3.5. Propuesta de estudio para humedales M1-T2	21
5. EL ESTUDIO DE LOS HUMEDALES PRIORITARIOS EN EL MARCO DE SUS NECESIDADES HIDRICAS	22
5.1. Marco conceptual	22
5.2. Caracterización de los humedales prioritarios	25
6. APROXIMACIONES METODOLOGICAS PARA LA DETERMINACION DE LAS NECESIDADES HIDRICAS	27
6.1. Contexto general de métodos	27
6.2. Métodos hidrológicos basados en el régimen de inundación	29
6.3. Métodos basados en los elementos biológicos	31
6.3.1. Fundamentos	31
6.3.2. Identificación de taxones clave para el estudio de las necesidades hídricas	32
6.3.3. Los hábitats de interés comunitario como indicadores	33
6.3.4. Las aves como elementos indicadores de un humedal	35



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



7. LAS NECESIDADES HIDRICAS EN LOS HUMEDALES PRIORITARIOS DE LA DHCMA....	38
7.1. Métodos empleados.....	38
7.2. Propuestas de necesidades hídricas.....	39
7.2.1. Laguna de Fuente de Piedra	39
7.2.2. Laguna Dulce de Campillos	40
7.2.3. Laguna Salada de Campillos	41
7.2.4. Turberas de Padul.....	42
7.2.5. Albuferas Honda y Nueva de Adra.	43
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	46

APÉNDICES:

APÉNDICE 1 PROPUESTA DE INDICE PARA EL DESARROLLO DE UN ESTUDIO DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS EN HUMEDALES
APÉNDICE 2 SELECCION DE UN MÉTODO HIDROLÓGICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS EN HUMEDALES
APÉNDICE 3 FICHAS DE CARACTERIZACIÓN Y PROPUESTA DE NECESIDADES HÍDRICAS EN LOS HUMEDALES CLASIFICADOS COMO M1-T1
APÉNDICE 4 FICHAS DE CARACTERIZACIÓN DE LOS HUMEDALES CLASIFICADOS COMO M1-T2



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



Índice de tablas

Tabla 1. Criterios y fuentes de información empleadas en este estudio para la selección de humedales	13
Tabla 2. Humedales inicialmente considerados.....	16
Tabla 3. Criterios y humedales objeto de exclusión previa.....	17
Tabla 4. Resultados generales del proceso de selección	18
Tabla 5. Resultados generales del proceso de selección	18
Tabla 6. Humedales clasificados según el momento de estudio y nivel de detalle	19
Tabla 7. Resultados generales del proceso de selección	20
Tabla 8. Nivel de estudios para los humedales de la clase M1-T1.....	20
Tabla 9. Nivel de estudios para los humedales de la clase M1-T2.....	21
Tabla 10. Aspectos considerados en la caracterización de los humedales prioritarios.....	26
Tabla 11. Criterios seguidos en el Reino Unido para diferenciar grados de dependencia del agua de los hábitats de interés comunitario	34
Tabla 12. Ejemplos de los distintos usos de los ecosistemas acuáticos por algunas de las especies de aves ligadas al agua.....	36
Tabla 13. Métodos empleados en cada laguna para la formulación de sus necesidades hídricas.....	38
Tabla 14. Necesidades hídricas de la Laguna de Fuente de Piedra.....	39
Tabla 15. Necesidades hídricas de la Laguna Dulce de Campillos.....	40
Tabla 16. Necesidades hídricas de la Laguna Salada de Campillos	41
Tabla 17. Necesidades hídricas de las Turberas de Padul, sector de El Aguadero	42
Tabla 17. Necesidades hídricas de la Albufera Honda de Adra.....	44



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



Índice de figuras

Figura 1. Esquema para la determinación del objetivo más riguroso para masas de agua de espacios protegidos de la Red Natura 2000 que dependen del agua.....	8
Figura 2. Procedimiento para la selección del momento y nivel de detalle en el estudio de humedales	12
Figura 3: Marco conceptual del estudio de las necesidades hídricas de un humedal, mostrando tres de sus elementos clave: funcionamiento hidrológico, comunidades biológicas y objetivos de conservación.....	23
Figura 4. Métodos para cálculo de caudales ecológicos aplicados a nivel internacional.	28
Figura 5. Procedimiento para la identificación de elementos clave en la elaboración de los planes de la Red Natura 2000 en Navarra	33
Figura 6. Organización espacial de los hábitats de interés comunitario en la Laguna de Fuente de Piedra.....	35
Figura 7. Perfil transversal de los hábitats de interés comunitario en la Laguna de Fuente de Piedra.....	35



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



1. INTRODUCCIÓN

Los humedales españoles ostentan la mayor variedad y riqueza dentro del ámbito europeo, además de albergar un gran número de especies animales y vegetales con elevado interés de conservación. Estas cifras, no obstante, contrastan con las múltiples amenazas y agresiones que soportan. Según la Comisión Europea, los humedales se encuentran entre los ecosistemas más amenazados de la Unión Europea. Sirva de ejemplo que el 60% de la superficie de los humedales españoles ha desaparecido entre los años 1950 y 2000.

Efectivamente, los humedales están sometidos a distintos tipos de presiones que afectan a su estructura y funcionalidad como sistemas naturales. El origen de estas presiones se encuentra en acciones directas, tales como transformaciones en terrenos agrícolas, contaminación de las aguas, acumulaciones de residuos sólidos (basuras, escombros...), drenajes, etc. Otras veces han sido acciones indirectas como el uso intensivo de las aguas subterráneas o la alteración del sistema hidrográfico que las abastece, modificando en estos casos el régimen de aportaciones del humedal, y con ello su estructura y funcionalidad.

El nuevo contexto de conservación y restauración de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE) obliga a establecer medidas que eviten la degradación de los humedales, y redunda en este principio del uso racional, regulando las actividades económicas en el marco de la sostenibilidad.

Dentro de la planificación hidrológica, este principio del uso racional y conservación de los ecosistemas acuáticos se apoya en gran medida en el concepto de los caudales ecológicos (requerimientos o necesidades hídricas en el caso de los humedales). Según reconoce la Instrucción de Planificación Hidrológica (Orden ARM/2656/2008), la determinación de las necesidades hídricas de los humedales tiene como objetivo fundamental garantizar los aportes de agua que necesitan estos ecosistemas para mantener a largo plazo su funcionalidad y estructura, contribuyendo así a alcanzar su buen estado o potencial ecológico.

La determinación de las necesidades hídricas de los humedales se vislumbra como un aspecto clave para la conservación de estos ecosistemas, cobrando este tema especial relevancia por las grandes implicaciones que suponen para la gestión del agua. Según el artículo 59 (7) del Texto Refundido de la Ley de Aguas (Real Decreto Legislativo 1/2001), “los caudales ecológicos o demandas ambientales no tendrán el carácter de uso (...), debiendo considerarse como una restricción que se impone con carácter general a los sistemas de explotación”, a excepción de la regla sobre supremacía del uso para abastecimiento de poblaciones.



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



Entendiendo que garantizar los aportes hídricos a los humedales es un aspecto de gran relevancia para su conservación y contribuirá a una mejor gestión sostenible del agua, el objetivo de este estudio es la determinación de las necesidades hídricas de los humedales de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas (DHCMA), contribuyendo de esta forma a mejorar los estudios previstos en el marco legal.



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



2. EL CONTEXTO LEGAL

2.1. Las directivas europeas

2.1.1. La Directiva Marco del Agua

La aprobación en el año 2000 de la Directiva Marco del Agua (DMA en adelante) marca un hito en la política de aguas. La racionalidad, la proximidad a los usuarios, la gestión integrada, la planificación previa y la participación del público son algunas de las características destacables de la gestión de los recursos hídricos en la Unión Europea.

La puesta en práctica de la nueva política de aguas se deberá materializar en los instrumentos de gestión que marca la DMA: los planes de cuenca. En estos planes se deberá registrar el estado actual de sus masas de agua y establecer las medidas previstas para alcanzar los objetivos. En este sentido cabe recordar que la Directiva introduce de forma general la obligación alcanzar el Buen Estado Ecológico para todas las masas de agua de las demarcaciones, sin olvidar que de forma particular se deberá incluir el cumplimiento de los objetivos de conservación de las Zonas Protegidas (por ejemplo, las ZEPAs y LICs que dependan del agua).

La necesidad de articular la gestión del agua hacia la consecución de los objetivos ambientales marcados por la DMA permite flexibilizar el concepto de necesidades hídricas: diferentes objetivos de conservación (sea una zona protegida o una masa de agua muy modificada) requerirán diferentes cantidades de agua.

A pesar de que en la DMA no aparece explícitamente el término “necesidades hídricas”, su concepto queda implícito en todo el proceso de planificación. Por ejemplo, en el Anexo V establece que el régimen hidrológico deberá proporcionar “condiciones coherentes con la consecución de los valores especificados anteriormente para los indicadores de calidad biológicos”, es decir, la cantidad y la dinámica de flujo, niveles, tiempo de residencia y conexión resultante a las aguas subterráneas permite mantener respecto a las condiciones inalteradas niveles levemente modificados de los indicadores biológicos.

2.1.2. La Directiva Aves y la Directiva Hábitats

2.1.2.1. Las Directivas como elementos clave para conservar los hábitats y especies europeas

La Directiva Aves pretende la conservación a largo plazo de todas las especies de aves silvestres de la UE. Establece un régimen general para la protección y la gestión de estas especies, obligando a que se adopten todas las medidas necesarias para



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



preservar, mantener o restablecer una diversidad y una superficie suficientes de hábitats para todas ellas. La protección de los hábitats es un elemento crucial de la Directiva Aves. Los Estados miembros deberán adoptar las medidas necesarias para conservar, mantener o restablecer una diversidad y una superficie suficiente de hábitats para las aves silvestres. En el Anexo I de la Directiva figura una lista de las especies que precisan medidas de protección especiales. Los territorios más apropiados, en número y tamaño, deben ser designados zonas de protección especial (ZEPA) para estas especies y para las especies migratorias.

La Directiva Hábitat tiene como finalidad la protección del resto de las especies silvestres y sus hábitats. Su objetivo es contribuir a conservar la biodiversidad europea, mediante el establecimiento de una red ecológica y un régimen jurídico de protección de las especies silvestres. Identifica alrededor de 200 tipos de hábitats, unas 300 especies animales y casi 600 especies vegetales como de interés comunitario, y establece la necesidad de protegerlos, para lo cual obliga a que se adopten medidas para mantenerlos o restaurarlos en un estado favorable de conservación. Corresponde a los Estados miembros de la UE determinar sus zonas especiales de conservación y establecer, en su caso, planes de gestión que combinen su conservación a largo plazo con las actividades económicas y sociales.

Esta directiva crea una red ecológica coherente de zonas especiales de conservación con el nombre de Natura 2000, que también incluye las zonas de protección especial designadas de acuerdo con la Directiva Aves. La red estará formada por zonas que alberguen tipos de hábitats naturales relacionados en el Anexo I y especies de plantas y de animales incluidas en el Anexo II de la Directiva. Los criterios científicos para determinar las zonas que se incluirán en la red figuran en el Anexo III. La Directiva insta a designar áreas de conservación, establecer vínculos funcionales con la matriz territorial que las rodea y mantener la coherencia ecológica de la Red.

Además, establece un sistema de protección global de las especies silvestres. En el Anexo IV de la Directiva se relacionan las especies de animales y plantas de interés comunitario que requieren una protección estricta incluso fuera de la red Natura 2000.

2.1.2.2. Hábitats y especies que dependen del agua: integración de directivas

Según la DMA, los espacios Red Natura 2000 que hay que incluir en el Registro de Zonas Protegidas en cada demarcación hidrográfica son los espacios “donde el mantenimiento o mejora de la calidad de las aguas constituya un factor importante para su protección”. En el caso de las ZEPA, por ejemplo, se deberían incluir aquellas con presencia de aves ligadas al agua (ya sean del Anexo I de la Directiva Aves presentes en España y/o especies migratorias con presencia regular). En el caso de los



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



LIC, el criterio de inclusión será la presencia de un hábitat del Anexo I de la Directiva Hábitats que depende del agua, o de una especie del Anexo II.

De forma general se puede decir que cuando la gestión del agua afecte de forma apreciable a las zonas protegidas, sus provisiones de agua serán las apropiadas para mantener los niveles de calidad exigidos de sus aguas superficiales y subterráneas y responder a las exigencias ecológicas de las comunidades, hábitats o especies de las que en cada caso se refiera, manteniendo a largo plazo las funciones ecológicas necesarias de las que dependen.

En el caso de las zonas de la Red Natura 2000, se velará específicamente por:

- I. Mantener o ampliar el área de distribución de los hábitats naturales del Anexo I y las superficies comprendidas dentro de dicha área.
- II. Mantener a largo plazo y en un futuro previsible la estructura y las funciones específicas necesarias para que existan dichos hábitats naturales.
- III. Mantener el estado de conservación favorable de las especies típicas de un hábitat natural.
- IV. Evitar alteraciones en las poblaciones de las especies del Anexo II de tal forma que los datos sobre la dinámica de las poblaciones de la especie en cuestión indiquen que la misma sigue o no puede seguir constituyendo a largo plazo un elemento vital de los hábitats naturales a los que pertenezca.
- V. Mantener el área de distribución natural de las especies del Anexo II de tal forma que no se esté reduciendo ni amenace con reducirse en un futuro previsible.
- VI. Propiciar las condiciones necesarias a través de los aportes hídricos al humedal para que exista y probablemente siga existiendo un hábitat de extensión suficiente para mantener las poblaciones de las especies del Anexo II a largo plazo.

Además, para las especies que corresponda listadas del Anexo IV (a), así como las especies pertinentes incluidas en los Catálogos de Especies Amenazadas, se establecerán unas condiciones de flujos ambientales adecuadas para salvaguardar la continua funcionalidad ecológica de sus áreas de cría y descanso que contribuya eficazmente al sistema de estricta protección de las mismas.

Los retos en la coordinación técnica y la necesidad de información que se derivan de este planteamiento son grandes: desde el punto de vista biológico se deberá conocer



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



la distribución de los hábitats y especies de interés comunitario que dependen del agua, sus poblaciones así como sus exigencias ecológicas. Esta información biológica deberá ser vinculada a las masas de agua asociadas al espacio y los impactos de las actividades humanas sobre éstas. Finalmente, para garantizar el cumplimiento de los objetivos de conservación de los espacios protegidos, es necesario elegir las medidas a llevar a cabo y poner en marcha un programa de seguimiento como herramienta de comprobación del efecto de las medidas.

2.2. Normativa estatal de gran incidencia en los estudios de determinación de las necesidades hídricas

En el ámbito estatal, el Real Decreto 907/2007 del Reglamento de Planificación Hidrológica (RPH en adelante) hace referencia explícita a la obligatoriedad de determinar las necesidades hídricas de los humedales, mientras que la Orden ARM/2656/2008 por la que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH en adelante) desarrolla los conceptos y métodos para la determinación de las mismas.

En la IPH se especifica que el régimen de aportes hídricos a los humedales deberá contribuir a conseguir los objetivos ambientales, especificando que si están registrados como zonas protegidas, el régimen de aportes hídricos será tal que no impida el cumplimiento de las normas y objetivos en virtud del cual haya sido establecida la zona protegida.

En el caso de que se trate de humedales dependientes de las aguas subterráneas, “se deberá mantener un régimen de necesidades hídricas relacionado con los niveles piezométricos, de tal forma que las alteraciones debidas a la actividad humana no tengan como consecuencia impedir alcanzar los objetivos medioambientales especificados para las aguas superficiales asociadas o cualquier perjuicio significativo a los ecosistemas terrestres asociados que dependan directamente de la masa de agua subterránea”.

Por otra parte La Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, moderniza los principios y mecanismos de conservación de la naturaleza en España, y requiere por primera vez la redacción de planes o instrumentos de gestión para los espacios Red Natura 2000 con objetivos cuantitativos de conservación para las especies y los hábitat protegidos, además de la publicación por parte del Estado de directrices al respecto y planes sectoriales (por ejemplo en el sector del agua).



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



3. OBJETIVOS AMBIENTALES

Según la IPH, “la caracterización de los requerimientos hídricos ambientales de las masas de agua clasificadas en la categoría de lagos o zonas de transición de tipo lagunar tiene como objetivo fundamental contribuir a alcanzar su buen estado o potencial ecológico”. Este objetivo se conseguirá “a través del mantenimiento sostenible de la funcionalidad y estructura de dichos ecosistemas, proporcionando las condiciones de hábitat adecuadas para satisfacer las necesidades de las diferentes comunidades biológicas propias de estos ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres asociados, mediante la preservación de los procesos ecológicos necesarios para completar sus ciclos biológicos”.

En el caso en que los lagos y zonas húmedas sean dependientes de las aguas subterráneas, como ya se ha comentado anteriormente, la misma IPH especifica que se deberá mantener un régimen hídrico relacionado con los niveles piezométricos, de tal forma que “las alteraciones debidas a la actividad humana no tengan como consecuencia impedir alcanzar los objetivos medioambientales especificados para las aguas superficiales asociadas o cualquier perjuicio significativo a los ecosistemas terrestres asociados que dependan directamente de la masa de agua subterránea”.

En ambos casos se entiende que las necesidades hídricas de un humedal deberán ser definidas para evitar producir cambios significativos en las comunidades biológicas, que dieran al mismo tiempo un cambio en el estado ecológico de los mismos.

En el caso de las zonas protegidas, el régimen de aportes hídricos será tal que no impida el cumplimiento de las normas y objetivos en virtud del cual haya sido establecida la zona protegida. Como hemos visto anteriormente, en el caso de los espacios de la Red Natura 2000 se persigue alcanzar un estado de conservación favorable para los hábitats y especies, indicando en cada caso sus exigencias ecológicas en cuanto a requerimientos de agua.

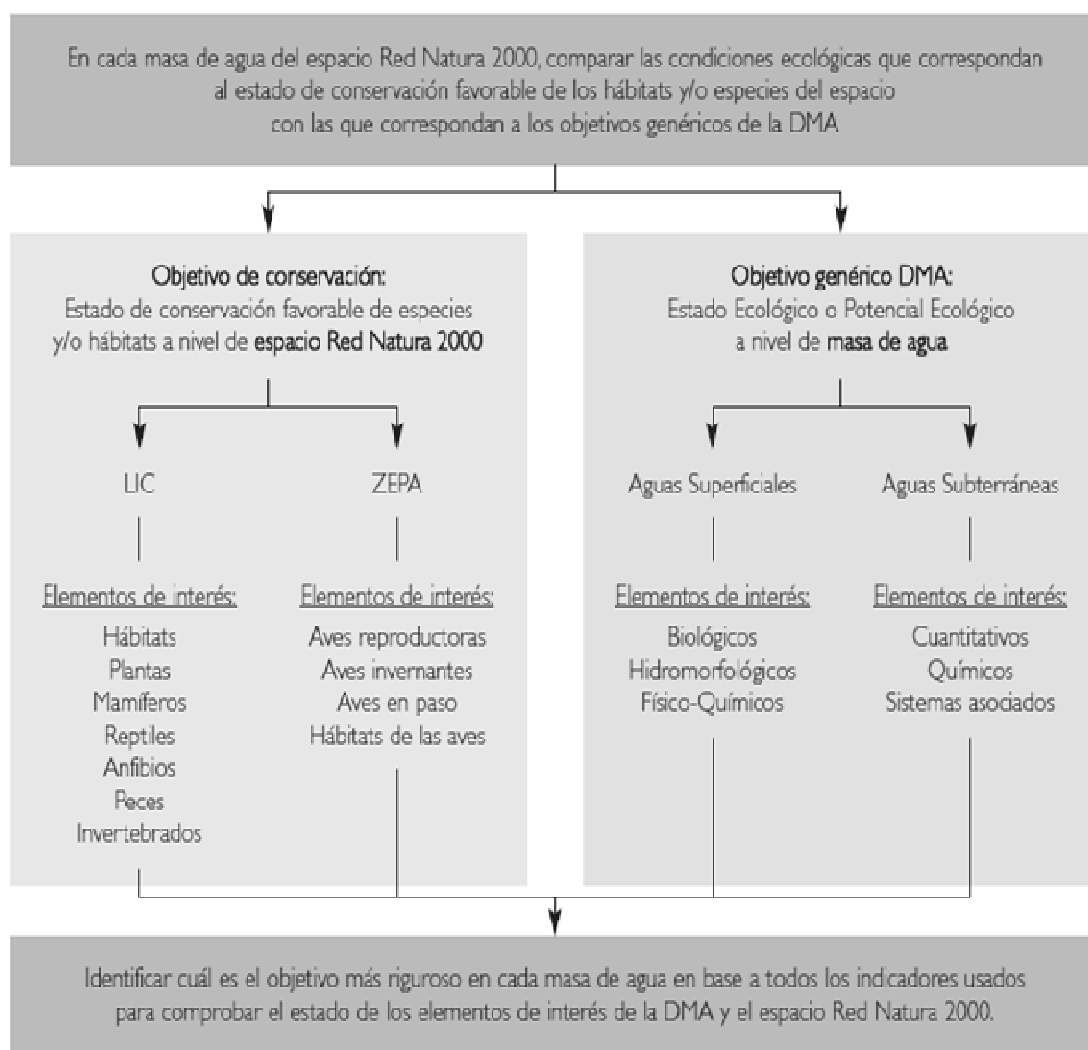
La coincidencia de varios objetivos ambientales en un mismo lugar puede dar lugar a confusión. No obstante, será necesario identificar sistemáticamente y en cada caso los objetivos de conservación para los hábitats y especies de interés comunitario que dependen del agua y comprobar si serán más rigurosos que otros objetivos de la DMA de aplicación en cada masa de agua (figura 1).



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional





Fuente: Howell y González, 2010.

Figura 1. Esquema para la determinación del objetivo más riguroso para masas de agua de espacios protegidos de la Red Natura 2000 que dependen del agua

Finalmente hay que mencionar las especies del Anexo IV de la Directiva Hábitats que gozan de protección estricta dentro y fuera de los espacios de la Red Natura 2000. En este caso se deberán determinar unas necesidades hídricas adecuadas para salvaguardar la continua funcionalidad ecológica de sus áreas de cría y descanso que contribuya eficazmente al sistema de estricta protección de las mismas.

Un listado no exhaustivo de los objetivos ambientales asociados a las necesidades hídricas de los humedales se muestra en el siguiente cuadro. Con este listado se pone de manifiesto la importancia del agua para la conservación y recuperación de las funciones ecológicas generales de los humedales, su papel en la conservación de especies y hábitats y la conservación de los paisajes.

Algunos objetivos ambientales a considerar en el estudio de las necesidades hídricas

A. Conservación y recuperación de funciones ecológicas generales

- Garantizar el mantenimiento de la estructura y funcionalidad del ecosistema lagunar y sus elementos asociados.
- Mantener un régimen de inundación de la laguna que mantenga unas condiciones compatibles con los objetivos ambientales que se definan.
- Potenciar la contribución del área al proceso de la migración e invernada de las aves como enclave de apoyo trófico y refugio.

B. Conservación de especies y hábitats

- Servir de base para la conservación de las especies en general, teniendo entre otras funciones las de reserva genética.
- Dotar de protección adecuada a los elementos florísticos y de fauna (especies de comunidades) de mayor valor en razón de su grado de amenaza, riqueza, diversidad, abundancia, fragilidad y valor científico.
- Mantener al menos en un estado de conservación favorable los Hábitats Naturales de Interés Comunitario, del Anexo I del Real Decreto 1997/1995 y Real Decreto 1193/1998, propios del área
- Mantener al menos en un estado de conservación favorable las Especies de Interés Comunitario, del Anexo II del Real Decreto 1997/1995 y Real Decreto 1193/1998, propios de la zona.
- Mantener al menos en un estado de conservación favorable las especies de Aves del Anexo I de la Directiva 79/409 CEE y la Directiva 91/244/CEE propias del área.
- Contribuir a la conservación de las especies catalogadas y de sus hábitats presentes en el área, los cuales deberán tener las dimensiones adecuadas para mantener poblaciones viables de dichas especies.
- Contribuir al desarrollo y aplicación de los planes de recuperación y conservación de las especies amenazadas presentes en el área, así como asegurar la compatibilidad de las disposiciones, directrices y actuaciones contenidas en dichos planes, tanto de los ya aprobados como los que se puedan aprobar en un futuro.

C. Conservación de paisajes

- Mantener en un estado adecuado los paisajes de la laguna y de su entorno, atendiendo a su elevada singularidad.



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



4. SELECCIÓN DE HUMEDALES PARA ABORDAR EL ESTUDIO DE SUS NECESIDADES HIDRICAS

4.1. Humedales sujetos a estudio

La DMA establece la necesidad de identificar las masas de agua y asignarlas a una categoría. En el caso de humedales las posibles categorías a las que se deben asignar serían lago o transición.

Como umbral para la definición de masas de agua de la categoría lago, se ha interpretado a nivel europeo que es de aplicación el límite de tamaño que figura en el Anexo II de la DMA, lo que supone 50 ha de superficie. Este umbral deja fuera un importante número de pequeños lagos y en España ha sido ampliado, debiendo identificarse como masas de agua aquellos lagos o humedales que cumplan alguna de las siguientes condiciones:

- Tienen una extensión superior a las 50 ha, considerando la inundación máxima.
- Tienen una extensión considerando el perímetro de máxima inundación superior a 8 ha y una profundidad máxima superior a 3 m.
- Están incluidas en la lista Ramsar.
- De manera justificada, presenta una especial relevancia ecológica.

En el caso de las aguas de transición, se integran en esta categoría aquellos lagos, lagunas o zonas húmedas en general que, verificando los criterios de tamaño y profundidad especificados para la categoría de lagos, sean parcialmente salinos como consecuencia de su proximidad a las aguas costeras, pero que reciban una notable influencia de flujos de agua dulce. Se incluirán, en todo caso, las zonas húmedas de importancia internacional de acuerdo con el Convenio de Ramsar asimilables a esta categoría.

Por otra parte, en aplicación de la DMA y su transposición al ordenamiento jurídico español, debe elaborarse y mantenerse actualizado en cada demarcación un registro de zonas protegidas. Los planes de cuenca deben incorporar un resumen del mismo. Entre otras figuras, dicho registro ha de incluir:

- Zonas declaradas de protección de hábitat o especies en las que el mantenimiento o mejora del estado del agua constituya un factor importante de su protección, incluidos los Lugares de Importancia Comunitaria, Zonas de Especial Protección para las Aves y Zonas Especiales de Conservación integrados en la red Natura 2000 designados en el marco de la Directiva 92/43/CEE y la Directiva 79/409/CEE.



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



- Zonas, cuencas o tramos de cuencas, acuíferos o masas de agua declarados de protección especial y recogidos en el plan hidrológico.
- Humedales de importancia internacional incluidos en la Lista del Convenio de Ramsar, de 2 de febrero de 1971.
- Zonas húmedas incluidas en el Inventario Nacional de Zonas Húmedas de acuerdo con el Real Decreto 435/2004, de 12 de marzo, por el que se regula el Inventario nacional de zonas húmedas.

En el Registro de Zonas Protegidas de la DHCMA se han incluido además las zonas húmedas del Inventario de Humedales de Andalucía (IHA), regulado por el Decreto 98/2004, de 9 de marzo, por el que se crea el Inventario de Humedales de Andalucía y el Comité Andaluz de Humedales.

Finalmente, la IPH establece que las necesidades hídricas de las zonas húmedas que no hayan sido identificadas como masas de agua y estén incluidas en el Registro de zonas protegidas se determinarán siguiendo, en la medida de lo posible y de acuerdo con la información disponible, el procedimiento indicado para las masas de agua clasificadas como lagos.

4.2. Procedimiento de identificación y priorización en el estudio de humedales

4.2.1. Procedimiento general

La Subdirección General de Planificación y Uso sostenible del Agua (SGPUSA) del MARM facilitó el procedimiento y los criterios para identificar los humedales sujetos a estudio, y posteriormente priorizar sus estudios según un horizonte temporal y nivel de detalle.

El procedimiento de selección se realiza sobre la base de un árbol de decisión donde paso a paso se van incorporando los diferentes criterios. Como resultado final, el conjunto de humedales de cada demarcación quedarán diferenciados según el momento temporal dentro del proceso de planificación en el que se van a desarrollar los estudios:

- M1: determinación para su inclusión en el Plan Hidrológico de cuenca;
- M2: determinación integrada en el programa de medidas del Plan Hidrológico de cuenca;



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



y el tipo de estudio a desarrollar:

- T1: estudio en detalle, incluyendo la caracterización de diferentes parámetros establecidos en la Guía para la Determinación del Régimen de Caudales Ecológicos;
- T2: estudio que comprende básicamente el balance hídrico del lago o zona húmeda.

Este árbol de decisión (figura 2) ha sido modificado para el análisis de necesidades hídricas en la DHCMA de modo que, en el caso de humedales con presencia de especies en Peligro de Extinción, se seleccionen como prioritarios tan sólo aquellos que son de importancia clave para dichas especies.

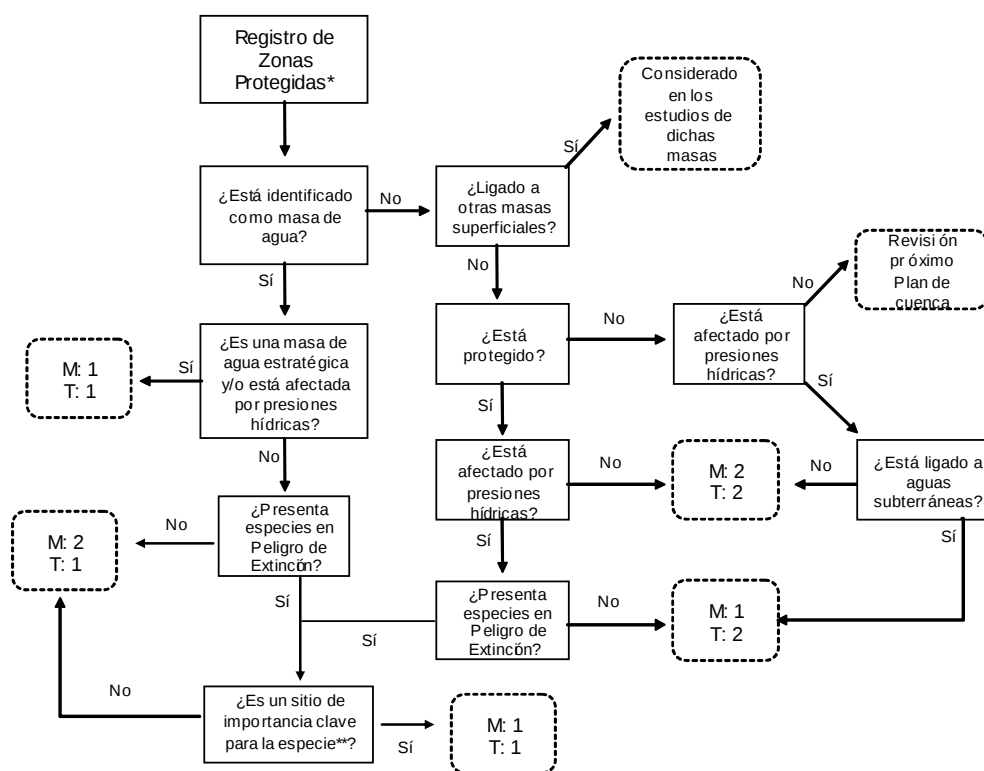


Figura 2. Procedimiento para la selección del momento y nivel de detalle en el estudio de humedales

4.2.2. Criterios generales de selección y priorización

La identificación de humedales y su posterior selección de nivel de estudios requiere tres pasos diferenciados. En primer lugar se deben identificar las zonas húmedas del Registro de Zonas Protegidas de la DHCMA. Posteriormente se descartan aquellos casos no sujetos a estudio (exclusión previa) por la escasa importancia de las aguas

continentales, naturaleza del humedal (artificiales) y el tamaño mínimo. Finalmente se aplicaran los criterios establecidos en el árbol de decisión para la selección del nivel de detalle y momento de estudio.

La tabla 1 recoge el conjunto de criterios necesarios y las fuentes empleadas en este informe.

Tabla 1. Criterios y fuentes de información empleadas en este estudio para la selección de humedales

	CRITERIO	FUENTE
EXCLUSION PREVIA	Vinculación a aguas continentales	Interpretación hidrológica y ecológica
	Masas artificiales o muy modificadas	Interpretación hidrológica y ecológica
	Tamaño mínimo (2 ha)	Inventario de Humedales de Andalucía
APLICACION ARBOL DE DECISION	Masa de agua (criterio ampliado DMA)	Base cartográfica CEDEX
	Masa estratégica	Nivel de uso, conflicto
	Nivel de presiones	Informes IMPRESS
	Espacio protegido	Pertenencia a Red Natura 2000
	Vinculación a masas superficiales	Interpretación ecológica
	Vinculación a aguas subterráneas	Estudios IGME
	Especies en peligro de extinción	Listado del CNEA

4.2.3. Información empleada para la priorización en el estudio de humedales.

4.2.3.1. *Humedales de partida*

Con objeto de considerar las zonas húmedas que en su caso pudieran ser inscritos en el Registro de Zonas Protegidas, dentro del ámbito espacial de la DHMCA se ha utilizado como fuente de partida el Inventario de Humedales de Andalucía, elaborado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, pues este listado incluye los pertenecientes al Inventario Nacional de Zonas Húmedas y los Humedales de importancia internacional incluidos en la Lista del Convenio de Ramsar.

4.2.3.2. *Criterios de exclusión previa*

Un primer criterio de exclusión se refiere a la importancia de las aguas continentales en la dinámica hidrológica y ecológica del humedal, de tal forma que aquellos donde no exista una influencia significativa de las mismas quedarán excluidos del estudio.



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



Según los criterios facilitados por la SGPUSA, sólo serán objeto de estudio dentro de los humedales artificiales los lagos muy modificados y las graveras que se encuentren en desuso y en los que se hayan identificado especies protegidas. El resto de los humedales incluidos en esta tipología (como pueden ser los embalses o los estanques de acuicultura), quedan excluidos del presente estudio.

Finalmente se ha procedido a excluir los humedales que en su máximo nivel de inundación no alcanzan el tamaño mínimo (establecido en 2 ha). Esta exclusión se ha realizado a partir de la información disponible en la base cartográfica de los inventarios de la Junta de Andalucía y la información de las fichas descriptivas.

4.2.3.3. Criterios empleados para la selección del nivel y momento de estudio.

Identificación como masa de agua

Para identificar los humedales que constituyen una masa de agua se han usado los mismos criterios empleados para la caracterización de las masas de agua de la categoría lagos empleados en el nuevo proceso de planificación hidrológica.

Nivel de presiones

Para evaluar el nivel de presiones hidrológicas de cada humedal se han considerado diversas fuentes e información, entre los que destacan:

- Resultados de los informes IMPRESS para aquellos lagos y humedales identificados como masa de agua.
- Para aquellos humedales dependientes total o parcialmente de las aguas subterráneas, nivel de presión de la masa de agua subterránea de la que dependen.
- Para aquellos humedales donde no existe cuantificación del nivel de presiones se ha considerado la información cualitativa de las fichas de cada humedal, estudios técnicos y científicos, etc.

Espacio protegido

Para valorar este criterio se han considerado solamente aquellos lagos y humedales designados en el marco de la Directiva 92/43/CEE y la Directiva 79/409/CEE como Lugares de Importancia Comunitaria, Zonas de Especial Protección para las Aves y Zonas Especiales de Conservación.

Vinculación a aguas subterráneas

Para determinar la vinculación de los humedales a las aguas subterráneas se han considerado diversas clasificaciones y estudios técnicos.



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



Especies en peligro de extinción

Inicialmente se considerarán solamente las especies catalogadas en peligro de extinción que figuran en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.

Para seleccionar el momento y nivel de estudio se tendrá en cuenta el grado de dependencia del humedal que tienen tales especies, diferenciando dos niveles:

- Nivel 1. El humedal representa una importancia clave para la conservación de la(s) especie(s). En este caso será clasificado como un M1:T1
- Nivel 2. El humedal representa un enclave de apoyo para la conservación de la(s) especie(s). En este caso será clasificado como un M2:T1

Para evaluar el grado de dependencia de las especies al humedal se tendrán en cuenta las exigencias y funciones ecológicas de las que dependen. En el caso de las aves se considerará particularmente la reproducción, abundancia, frecuencia y regularidad de la presencia de la especie. Los criterios para asignarles el nivel de dependencia serán los siguientes:

- Nivel 1:
 - Especies acuáticas o especies que desarrollan alguna parte de su ciclo vital dentro del agua.
 - Especies con nidificación comprobada al menos un año.
 - Total acumulado > 100 ex., considerando para cada año la cifra del máximo conteo; mínimo 2 años.
- Nivel 2:
 - Especies con nidificación probable (en época de cría) no comprobada.
 - Total acumulado < 100 ex., considerando para cada año la cifra del máximo conteo; mínimo 2 años ó > 100 ex. un solo año.

No se considera dentro de ninguno de los niveles anteriores las especies de aves que no se haya registrado su presencia durante los últimos 5 años o su presencia haya sido esporádica < 5 ex.

4.3. Selección de humedales en la DHCMA

4.3.1. Humedales de partida

En el caso de la DHCMA se ha partido de un total de 39 (tabla 2), todos ellos pertenecientes al Inventario de Humedales de Andalucía.



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



Tabla 2. Humedales inicialmente considerados

CÓDIGO	NOMBRE	SUPERFICIE (ha)
1057001	Albufera Honda	15,9
1057002	Albufera Nueva	42,2
1058005	Charcones de Punta Entinas	203,1
1058007	Laguna de la Gravera	4,9
1059002	Rambla Morales	11,2
1059001	Salinas de Cabo de Gata	537,1
1058003	Salinas de Cerrillos	668,5
1043001	Balsa del Sabinar	0,4
1058006	Cañada de las Norias	137,7
1075001	Desembocadura del Río Guadiaro	51,8
1075003	Marismas del Río Palmones	95,0
1027088	Lagunas de Alta Montaña de Sierra Nevada*	14,7
1026001	Turberas de Padul	327,0
1040003	Laguna del Rico	0,5
1040002	Laguna del Concejo	0,2
1040004	Nacimientos del Parrica	0,3
1055001	Charca de Suárez	13,8
1053001	Desembocadura del Río Guadalhorce	12,8
1024013	Laguna Chica	4,7
1023008	Laguna de Camuñas	2,5
1023011	Laguna de Cantarranas	13,5
1023009	Laguna de Capacete	10,9
1023001	Laguna de Fuente de Piedra	1.368,2
1023003	Laguna de Lobón	1,5
1023007	Laguna del Cerero	5,2
1023004	Laguna Dulce	61,3
1024004	Laguna Grande	7,8
1023006	Laguna Redonda	2,2
1023005	Laguna Salada	15,0
1023012	Laguneto del Pueblo	2,8

CÓDIGO	NOMBRE	SUPERFICIE (ha)
1054001	Desembocadura del río Vélez	12,2
1024017	Laguna de Caja	9,9
1053002	Laguna de los Prados	16,4
1024019	Laguna del Chaparral	2,4
1024018	Laguna del Viso	5,4
1023998	Laguna de Cortijo Grande	8,8
1023999	Laguna de Toro	3,
1023010	Laguna de la Marcela	8,1
1099999	Laguna de Herrera	99,8

* Sólo las pertenecientes a la DHCMA

4.3.2. Humedales excluidos del estudio

En la tabla 3 se muestran el número total de humedales que se han excluido del estudio de las necesidades hídricas, indicando los criterios de exclusión y los humedales así considerados.

Tabla 3. Criterios y humedales objeto de exclusión previa

CRITERIO	HUMEDAL	Nº
Humedales artificiales ¹	Salinas de Cabo de Gata	2
	Salinas de Cerrillos	
Humedales que no alcanzan el tamaño mínimo (2 has)	Lobón	5
	Balsa del Sabinar	
	Laguna del Concejo	
	Laguna del Rico	
	Nacimiento del Parrica	
TOTAL		7

Como se puede observar, han sido excluidos del estudio 7 humedales de los 39 iniciales (17,9%). El criterio de exclusión que ha seleccionado un mayor número de humedales es el referido al tamaño mínimo (2 has es el requisito para que un humedal pueda ser incluido en el Inventario Nacional de Zonas Húmedas), afectando casi al 12.8% de los humedales de partida.

¹ La Cañada de las Norias, a pesar de ser un humedal de reciente formación por las extracciones de limos y arcillas que vienen realizándose desde finales del s. XX, no se ha tratado como artificial en la selección de humedales, ya que al estar situado en una cuenca endorreica se considera como un humedal muy alterado.

4.3.3. Humedales a estudiar

Una vez realizada la exclusión de los humedales no sujetos a estudio, se ha procedido a seleccionar el nivel de detalle en los estudios y el momento de realización de los mismos. En las tablas 4 y 5 se muestran los resultados generales y la relación de los humedales a estudiar.

En algunos de los humedales inicialmente considerados se puede abordar mejor su estudio dentro de otras categorías de masas de agua, como por ejemplo los humedales asociados a las inundaciones de un río o la categoría específica de la DMA de las aguas de transición. De la lista inicial de humedales se han considerado pertenecientes a otra categoría de masas de agua los siguientes (tabla 4):

Tabla 4. Resultados generales del proceso de selección

CRITERIO	HUMEDAL	Nº
Humedales asociados a un río	Rambla Morales	3
	Desembocadura río Guadalhorce	
	Desembocadura del río Vélez	
Humedales considerados como aguas de transición	Desembocadura del río Guadiaro	4
	Marismas del río Palmones	
	Charcones de Punta Entinas	
	Laguna de la Gravera	
		7

Una vez consultadas las fuentes disponibles de información, los humedales que no están sometidos a presiones significativas por el uso del agua (extracciones de aguas subterráneas o derivaciones de aguas superficiales con un claro impacto en su estado de conservación) son los siguientes (tabla 5):

Tabla 5. Resultados generales del proceso de selección

CRITERIO	HUMEDAL	Nº
Humedales no sometidos a presiones significativas por el uso del agua	Lagunas de Alta Montaña de Sierra Nevada	3
	Laguna Chica de Archidona	
	Laguna Grande de Archidona	
		3

Dentro de las lagunas de Alta Montaña de Sierra Nevada destaca por sus dimensiones y características ecológicas la laguna de la Caldera, considerada en la demarcación como masa de agua.

Finalmente, el listado de humedales sujetos al estudio de sus necesidades hídricas clasificados según el momento de realización y nivel de profundidad en los estudios son los siguientes (tabla 6).

Tabla 6. Humedales clasificados según el momento de estudio y nivel de detalle

	HUMEDAL	LOCALIZACION	PROVINCIA
M1T1	Turberas de Padul	Turberas de Padul	Granada
	Albufera Honda	Albufera de Adra	Almería
	Albufera Nueva	Albufera de Adra	Almería
	Laguna de las Camuñas	Complejo de Campillos	Málaga
	Laguna de Capacete	Complejo de Campillos	Málaga
	Laguna de Cerero	Complejo de Campillos	Málaga
	Laguna Dulce	Complejo de Campillos	Málaga
	Laguna Salada	Complejo de Campillos	Málaga
	Laguna de Cortijo Grande	Complejo de Campillos	Málaga
	Laguna de Toro	Complejo de Campillos	Málaga
	Laguna de Cantarranas	Fuente de Piedra	Málaga
	Laguna de Fuente de Piedra	Fuente de Piedra	Málaga
	Laguneto del Pueblo	Fuente de Piedra	Málaga
M1T2	Laguna Redonda	Complejo de Campillos	Málaga
	Laguna de la Marcela	Complejo de Campillos	Málaga
	Cañada de las Norias	Cañada de las Norias	Almería
	Charca de Suárez	Charca de Suárez	Almería
	Laguna de los Prados	Laguna de los Prados	Málaga
	Laguna del Chaparral	Laguna del Chaparral	Málaga
	Laguna de la Herrera	Laguna de la Herrera	Málaga
M2T1	Lagunas de Alta Montaña de Sierra Nevada	Sierra Nevada	Granada
	Laguna Grande	Lagunas de Archidona	Málaga
	Laguna Chica	Lagunas de Archidona	Málaga
M2T2	Laguna de Caja	Lagunas de Caja y Viso	Málaga
	Laguna del Viso	Lagunas de Caja y Viso	Málaga

La tabla 7 muestra un resumen de los resultados generales de este proceso de priorización en los estudios de los humedales.

Tabla 7. Resultados generales del proceso de selección

HUMEDALES		Nº
Humedales de partida		39
Humedales excluidos previamente		7
Humedales ligados a otras masas superficiales		7
Humedales en estudio	M1-T1	13
	M1-T2	7
	M2-T1	3
	M2-T2	2
		39

4.3.4. Propuesta de estudio para humedales M1-T1

Algunos de los humedales clasificados en la clase M1-T1 forman parte de complejos de humedales que presentan problemáticas y características funcionales muy similares. Con la finalidad de profundizar mejor en los estudios de modelización, a continuación se propone la agrupación y selección entre los mismos para desarrollar un análisis con mayor detalle. Los resultados así obtenidos serán extrapolados a los humedales restantes de cada complejo.

Para la selección de los humedales objeto de un estudio de mayor detalle se han empleado los siguientes criterios:

- Importancia ecológica del humedal en el contexto del complejo de humedales
- Información disponible
- Figuras de protección
- Representatividad de los diferentes tipos de humedales

Finalmente, la selección provisional de humedales M1-T1 se muestra en la tabla 8:

Tabla 8. Nivel de estudios para los humedales de la clase M1-T1

ZONA HUMEDA	ESTUDIOS EN DETALLE	RESULTADOS EXTRAPOLADOS
Laguna de Fuente de Piedra	Laguna de Fuente de Piedra	Laguna de Cantarranas Laguneto del Pueblo
Albuferas de Adra	Laguna Honda	Laguna Nueva
Complejo Lagunar de Campillos	Laguna Dulce Laguna Salada	Laguna de las Camuñas Laguna de Capacete Laguna de Cerero Laguna de Cortijo Grande Laguna de Toro
Turberas de Padul	Turberas de Padul	---

4.3.5. Propuesta de estudio para humedales M1-T2

Los humedales finalmente seleccionados en esta categoría se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Nivel de estudios para los humedales de la clase M1-T2

HUMEDAL	LOCALIZACION
Laguna Redonda	Complejo Lagunar de Campillos
Laguna de la Marcela	Complejo Lagunar de Campillos
Cañada de las Norias	Cañada de las Norias
Charca de Suárez	Charca de Suárez
Laguna de los Prados	Laguna de los Prados
Laguna del Chaparral	Laguna del Chaparral
Laguna de la Herrera	Laguna de la Herrera

Los humedales pertenecientes a esta modalidad serán debidamente identificados y agrupados por complejos o sistemas funcionales cuando sea el caso. De forma individual o agrupada se analizará su vulnerabilidad en el contexto del sistema hidrológico, y se describirán y se elaborará un conjunto de recomendaciones generales para garantizar su buen funcionamiento hidrológico y evitar presiones significativas en el horizonte del Plan de cuenca.

5. EL ESTUDIO DE LOS HUMEDALES PRIORITARIOS EN EL MARCO DE SUS NECESIDADES HIDRICAS

5.1. Marco conceptual

Tal como establece la IPH, la determinación de los requerimientos hídricos persigue alcanzar los objetivos ambientales del humedal “a través del mantenimiento a largo plazo de la funcionalidad y estructura de dichos ecosistemas, proporcionando las condiciones de hábitat adecuadas para satisfacer las necesidades de las diferentes comunidades biológicas propias de estos ecosistemas acuáticos y de los ecosistemas terrestres asociados, mediante la preservación de los procesos ecológicos necesarios para completar sus ciclos biológicos”.

Desde el punto de vista de los objetivos ambientales, los humedales españoles están sujetos a diferentes niveles de conservación que, de forma general o específica, recoge nuestro marco legal en las siguientes situaciones:

1. Masas de agua definidas por los Organismos de Cuenca: existe con carácter general el objetivo de alcanzar el Buen Estado o Potencial Ecológico, que será evaluado a través de unos indicadores de calidad de estas masas.
2. Humedales declarados como Espacios Naturales Protegidos: se deben alcanzar los objetivos de conservación que marca la figura de protección de estas masas. Por ejemplo en el caso de espacios de la Red Natura 2000, habrá que alcanzar el “Estado de Conservación Favorable” (ECF) de los hábitats de interés comunitario incluidos dentro de estos espacios, así como los objetivos de conservación de las especies incluidas en los distintos anexos de la Directiva Hábitats y Aves.
3. Masas de agua que no tienen figura de protección pero están incluidas en otros catálogos, como el Inventario Español de Zonas Húmedas o el Inventario de Humedales de Andalucía.

Tal como se indicaba anteriormente, la IPH establece la necesidad de vincular la hidrología del humedal con los objetivos ambientales del mismo. La figura 3 ayuda a entender los vínculos funcionales que existen entre ambos.



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



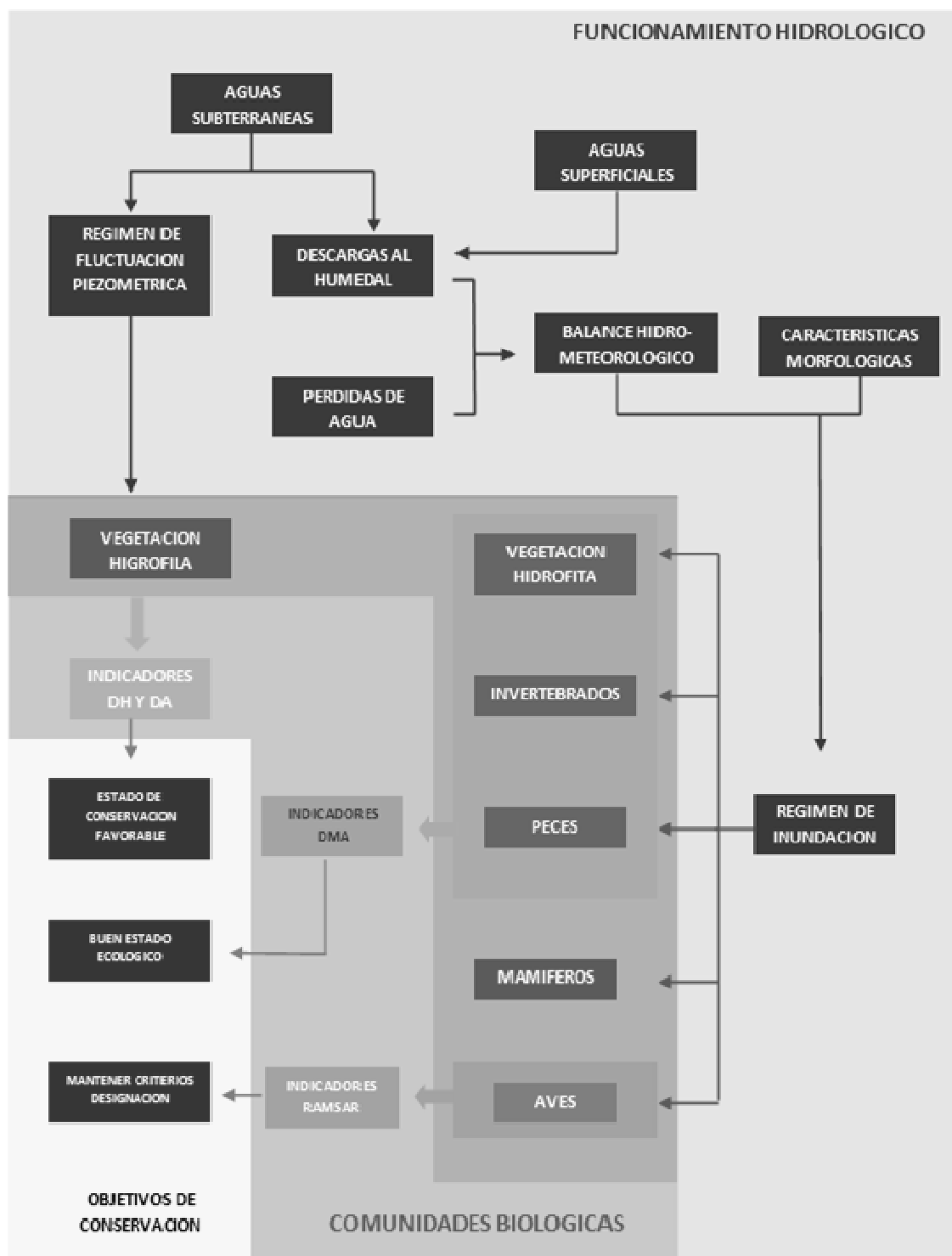


Figura 3: Marco conceptual del estudio de las necesidades hídricas de un humedal, mostrando tres de sus elementos clave: funcionamiento hidrológico, comunidades biológicas y objetivos de conservación

El funcionamiento hidrológico del humedal (descargas subterráneas, aportes superficiales, pérdidas por evaporación, etc.) se manifiesta en un régimen de inundación de la cubeta y unas fluctuaciones de los niveles piezométricos del acuífero.

En su conjunto, esta dinámica hidrológica proporciona las condiciones físicas en las que se desarrollan las comunidades vegetales (freatófitos, vegetación anfibia e hidrófitos) y faunísticas (aves, invertebrados, anfibios, etc.). Cuando estas condiciones hidrológicas son adecuadas², las comunidades biológicas alcanzan en su estructura y composición valores próximos a los propios de las comunidades naturales de referencia, es decir, altos valores de conservación que representan los objetivos de gestión del humedal.

A partir de este marco conceptual se pueden identificar aspectos clave dentro de las diferentes áreas de conocimiento (hidrología, biología, etc.) que permitan adoptar una propuesta de necesidades hídricas que cumpla con los objetivos de conservación del humedal. A grandes rasgos, los análisis que deben incorporar los estudios son:

1. Análisis legal. El análisis legal permite estudiar los condicionantes particulares impuestos desde el marco legal. Los objetivos generales de conservación se complementan con los específicos de las zonas protegidas, particularmente exigentes en el caso de algunas figuras de protección (como los parques nacionales) o la presencia de determinadas especies amenazadas. La revisión minuciosa del marco legal permite explicitar los objetivos de conservación para los que se debe formular con coherencia una propuesta.
2. Análisis físico. Como aspecto fundamental se incluyen en este análisis los estudios hidrológicos, incluyendo tanto las aguas superficiales como las subterráneas. La caracterización hidrológica permite conocer los estiajes naturales, el patrón estacional del régimen de inundación y el régimen de pulsos propios de cada humedal. Otras utilidades se derivan de la comparación de series históricas naturales con las series reales observadas (registros en las superficies de inundación, niveles de lámina de agua, etc.). Esto permite evaluar los cambios hidrológicos observados y sus posibles efectos en los cambios ecológicos o biológicos. Complementariamente, los estudios de las aguas subterráneas permiten conocer el régimen de fluctuaciones de los niveles piezométricos del acuífero ligado al humedal, sus mecanismos de alimentación, los efectos de las actividades humanas, etc. Dentro del estudio físico también se incluye el análisis batimétrico, permitiendo conocer las curvas de llenado/vaciado del humedal. La gran mayoría de los procesos que acontecen en los humedales tienen relación positiva o negativa con la frecuencia, duración, magnitud y otras características de la secuencia de inundación/desecación del humedal.

² Si no existen otras presiones que afecten significativamente al humedal, por ejemplo la calidad del agua, los cambios de usos del suelo y ocupación de las cubetas, etc.

3. Análisis biológico. Las comunidades biológicas constituyen una parte importante de los valores de conservación de los humedales, hasta tal punto que en un gran número de ocasiones, las actuaciones de gestión están encaminadas directa o indirectamente hacia la conservación y mejora de estas comunidades biológicas. Los hábitats y especies ofrecen respuestas a la dinámica hidrológica, entre las cuales se incluye la distribución y abundancia de los diferentes organismos. La relación hidrología-ecología es clave para entender la dinámica de estos ecosistemas. La utilización de diferentes modelos permite conocer la relación entre los aportes a un humedal y los diferentes grupos biológicos (vegetación, aves, invertebrados, etc.).

5.2. Caracterización de los humedales prioritarios

Los análisis detallados que deben realizarse para llevar a cabo un estudio de necesidades hídricas, deben complementarse con información adicional que ayude a contextualizar y entender mejor el propio estudio. Por ejemplo, el análisis de las presiones permite identificar mejor los impactos y sus consecuencias en los cambios biológicos.

En la “Guía para la determinación del régimen de caudales ecológicos. Lagos y Zonas Húmedas” elaborada por el Grupo de Trabajo de Caudales Ecológicos coordinado por la SGPUSA, el procedimiento general para la determinación de las necesidades hídricas consta de los siguientes elementos:

- Identificación de las variables necesarias para su caracterización, que se ha realizará de la forma más completa posible en función de los datos disponibles.
- Modelización del comportamiento hidrológico del humedal, según la información disponible.
- Relación entre este comportamiento hidrológico y ecológico del humedal, identificando las variables morfológicas e hidrológicas más determinantes para la preservación del buen estado.
- Aportes hídricos necesarios a escala mensual correspondientes a las necesidades hídricas de los humedales.

Tomando como referencia este procedimiento se ha desarrollado la tabla 10, donde se muestran los contenidos básicos que debe contener un estudio de necesidades hídricas.



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



Tabla 10. Aspectos considerados en la caracterización de los humedales prioritarios

Identificación del tipo de humedal	Los humedales identificados como masas de agua han sido clasificados en la categoría de lago o agua de transición y en alguno de los tipos que para dichas categorías establece la Instrucción de Planificación Hidrológica, de acuerdo a los procedimientos establecidos en la propia instrucción. En los humedales no identificados como masas de agua se han identificado aquellos que se alimentan de aportes de aguas continentales. En los casos en que la disponibilidad de información lo permita y sean asimilables a los tipos de masas, se asignarán a la tipología de masa de agua que corresponda.
Identificación de presiones	Se han identificado las extracciones de agua en humedales y su evolución histórica, así como el uso directo que se realice de las mismas, al igual que los aportes artificiales de agua (tales como los retornos de riego), etc. También se han identificado otras presiones, tales como los cambios de usos del suelo, problemas de calidad del agua, etc.
Caracterización climática	Se han obtenido datos de las variables fundamentales para realizar el balance hídrico posterior: precipitación, temperaturas medias, máximas y mínimas, evaporación y evapotranspiración potencial y real. Los datos obtenidos son de buena calidad y representativos de las condiciones climáticas del humedal y su cuenca vertiente.
Caracterización hidrogeológica	En el caso de humedales con aportación subterránea de agua, se ha descrito el funcionamiento del acuífero asociado al humedal y los valores de los parámetros que definen el comportamiento hidrogeológico de las mismas (transmisividad, coeficiente de almacenamiento, nivel piezométrico, volúmenes extraídos). En los casos que ha sido posible, la información ha sido obtenida a partir de series históricas suficientemente representativas de condiciones inalteradas o con escasas alteraciones hidrológicas. En caso de no existir batimetría del humedal y que no ha sido posible realizarla ex-profeso, se ha generado una batimetría mediante el uso de modelos digitales del terreno (MDT) de la mejor resolución disponible.
Caracterización hidromorfológica	Las variables hidromorfológicas son las que en la mayor parte de los casos van a tener una influencia más determinante sobre el ecosistema presente en el humedal. Se ha contado con una batimetría del humedal, así como con datos de la superficie encharcada y de la profundidad y sus variaciones estacionales e interanuales.
Funcionamiento hidrológico y balance hídrico	Funcionamiento hidrológico y balance hídrico, identificando y cuantificando, cuando esto ha sido posible, los aportes de agua que alimentan el sistema, en particular los de origen subterráneo, y las salidas o pérdidas. Se ha establecido un modelo conceptual sobre el funcionamiento del humedal, identificando todos sus componentes y sus variaciones estacionales e interanuales. Esto ha permitido conocer el origen de las aguas del humedal (superficial, subterráneo o mixto), el carácter del humedal respecto a las mismas (influyente o efluente), así como los volúmenes de alimentación, recarga y circulación hídrica del sistema.
Balance físico-químico	Cuando ha sido posible se ha caracterizado la composición química del agua y sus variaciones estacionales e interanuales, en particular su mineralización, tanto en lo referente a composición como a concentración, así como las principales entradas y salidas de sustancias químicas y condiciones de los parámetros físicos. Un humedal con diferentes aportes de agua presenta una dinámica en su composición que depende de los diferentes aportes. Para evitar que se produzcan cambios en las condiciones físico-químicas del humedal y éste pierda sus características, además de los aportes es necesario conocerse composición. En su caso esto será de aplicación también para las masas de agua subterránea asociadas al funcionamiento del humedal.
Caracterización ecológica	Se han caracterizado la composición y estructura de las comunidades biológicas que albergan los humedales (hábitats y especies), así como sus variaciones estacionales e interanuales, identificando aquellas especies que estén en peligro de extinción, estén protegidas o sean indicadoras, como se verá más adelante. En los casos en los que ha sido posible se han determinado los valores de los elementos de calidad recogidos en la Instrucción de Planificación Hidrológica, y su comparación con los valores de referencia del tipo ecológico al que corresponda.

En el Apéndice 1 se incluye una propuesta de índice para el desarrollo de un estudio de necesidades hídricas en humedales, que es el que se ha seguido en los clasificados como M1-T1 con estudios de detalle en la DHCMA.



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



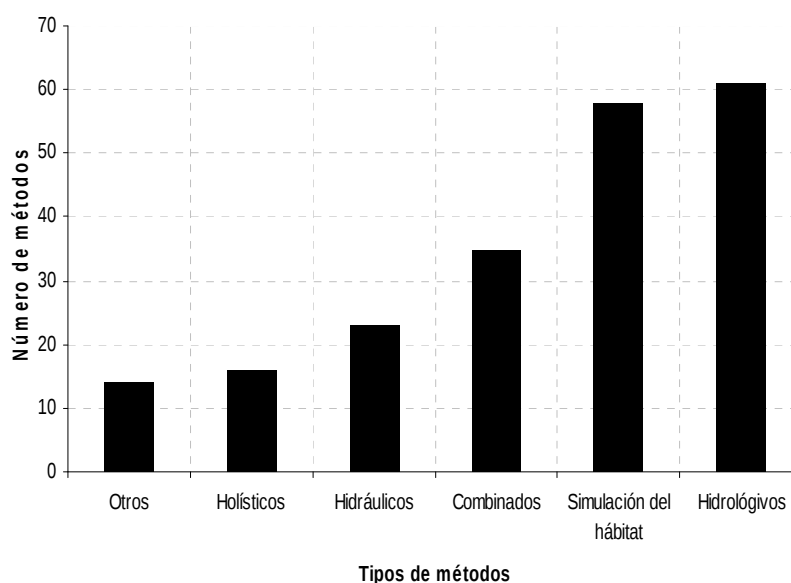
6. APROXIMACIONES METODOLOGICAS PARA LA DETERMINACION DE LAS NECESIDADES HIDRICAS

6.1. Contexto general de métodos

Las herramientas desarrolladas específicamente para conocer las necesidades hídricas de los humedales se conocen en el argot como los métodos de cálculo. En el panorama internacional se cuenta actualmente con numerosas métodos de cálculo, cuyos fundamentos y análisis son válidos tanto para ríos como humedales. Atendiendo a la variable que emplean para definir un régimen de necesidades hídricas, estos métodos pueden ser clasificados de la siguiente forma:

- a) Métodos hidrológicos: Se fundamentan en que el régimen hidrológico natural (por extensión el hidropereodo y el régimen de inundación) constituye el factor principal de organización de los ecosistemas acuáticos. Si consideramos que los hábitats y especies están condicionadas en gran parte la hidrología del humedal, las propuestas de gestión que reflejen el régimen natural darán lugar a procesos y condiciones adecuadas que mantendrán la estructura y funcionamiento del humedal. A partir del estudio del régimen de inundación, se trata de identificar los componentes y patrones hidrológicos con mayor significado ecológico. Por ejemplo, la caracterización de los niveles mensuales de la lámina de agua en régimen natural permite conocer el régimen de fluctuaciones del humedal.
- b) Aproximaciones hidráulicas: Se fundamentan en la definición de parámetros físicos que pueden ser limitantes para hábitats o especies (tales como calados mínimos, superficies mínimas, distancias mínimas a la orilla, etc.). Los modelos de llenado/vaciado del humedal permiten definir para los volúmenes de agua del humedal las correspondientes a esos umbrales identificados para los parámetros hidráulicos.
- c) Aproximaciones hidrobiológicas: Analizan las respuestas de determinadas especies a los cambios en el régimen de inundación o los hidropereodos. Se denominan también métodos de simulación de hábitat. Los estudios de presencia/ausencia de las especies en relación a parámetros hidráulicos permiten en algunos casos identificar valores umbrales que de forma empírica sirven para explicar la presencia y distribución de las especies. La relación de estos parámetros hidráulicos con los modelos de llenado/vaciado del humedal, permite definir para los volúmenes de agua del humedal las correspondientes áreas potenciales para las especies.

En total se han descrito más de 200 métodos en todo el mundo para determinar los caudales ecológicos (figura 4). La sencillez de cálculo hace que las aproximaciones hidrológicas sean las más utilizadas, mientras que los métodos de simulación del hábitat son ampliamente utilizados en algunos países del hemisferio norte. Aunque a principios de los 90 los métodos holísticos no eran formalmente reconocidos, en la actualidad sus principios y métodos están emergiendo rápidamente en el ámbito internacional, siendo las aproximaciones mejor consideradas en la bibliografía especializada (Carreño *et al.*, 2008).



Fuente: Elaboración propia a partir de Tharme, 2003.

Figura 4. Métodos para cálculo de caudales ecológicos aplicados a nivel internacional.

A pesar del gran desarrollo de estas metodologías en los últimos años, aún falta un gran consenso entre científicos y gestores para adoptar un método plenamente satisfactorio. Esta falta de aceptación no impide visualizar que determinados métodos presentan enfoques, análisis y resultados claramente insuficientes para garantizar la conservación de los procesos y biocenosis característicos de un sistema natural (Poff *et al.*, 1997; Richter *et al.*, 1997; Lytle y Poff, 2004; Arthington *et al.*, 2006). También se cumple lo contrario, es decir, existe cada vez una opinión más favorable hacia aquellas aproximaciones metodológicas que adoptan el “enfoque por ecosistemas”, prestando atención prioritaria a los procesos naturales de los ecosistemas e incorporando en mayor o menor grado los componentes del régimen hidrológico natural. En este sentido, los enfoques holísticos son los mejor considerados en la bibliografía especializada (Carreño *et al.*, 2008).

6.2. Métodos hidrológicos basados en el régimen de inundación

Desde los años ochenta se han desarrollado diversos conceptos y principios que ayudan a comprender el papel del régimen de inundación en la dinámica y funcionamiento los humedales. Este régimen de inundación se define como las variaciones de nivel a lo largo del tiempo. La observación de los hidrogramas permite fácilmente observar rasgos de identidad: valores máximos y mínimos de nivel, cambios temporales y su variabilidad, patrones estacionales que en mayor o menor medida se repiten anualmente, etc.

Las perturbaciones físicas ocasionadas por los largos periodos de inundación o las sequías son una parte fundamental de los procesos ecológicos de los humedales. Estos eventos pueden modificar las condiciones de humedad, salinidad, disponibilidad de luz, nutrientes o cualquier otro recurso para beneficio o extinción de las especies del lugar, o posibilitar el establecimiento de una nueva.

Las perturbaciones han acompañado a los ecosistemas a lo largo de su evolución, lo que ha provocado que estas actúen como una fuerza de selección que condiciona la presencia de las especies y las comunidades, siendo en algunos casos la presión de selección más importante. Bajo este planteamiento ha surgido el concepto ecológico del "Régimen de Perturbaciones Naturales", entendiendo que el patrón y la dinámica de perturbaciones moldean a largo plazo la estructura y composición de las especies de un ecosistema.

El "Rango de la Variabilidad Natural" es un concepto relevante para el mantenimiento de la biodiversidad y la resiliencia en ecosistemas que deben ser gestionados. Partiendo de la base de que no podemos conocer con exactitud las consecuencias de alterar los ecosistemas por parte del hombre, este concepto asume que mantener el rango de variabilidad natural en las condiciones y procesos de un ecosistema ofrece el mejor modelo disponible para el mantenimiento de las condiciones a las que la mayoría de especies están adaptadas. En el caso de los ecosistemas acuáticos, el rango de variabilidad natural del régimen hidrológico es el referente clave.

A partir de estos conceptos y principios, diversos autores han formulado cuatro aspectos fundamentales para poner de relieve la importancia del régimen hidrológico natural en la conservación de la biodiversidad:

- El régimen hidrológico es un importante determinante del hábitat físico, que a su vez determina la composición biótica y estrategias vitales;
- Las especies acuáticas han evolucionado en respuesta directa al régimen hidrológico natural;



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



- El mantenimiento de los patrones naturales de la conectividad longitudinal y lateral es fundamental para la viabilidad de las poblaciones de las especies;
- El éxito de la invasión de especies exóticas e introducidas se ve facilitada por la alteración de los regímenes hidrológicos.

Para conservar la biodiversidad, producción y sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos es necesario destacar el papel central de un medio físico variable. El régimen hidrológico natural organiza y define este ambiente físico y, por ende, el ecosistema.

La caracterización del régimen de inundación ofrece grandes posibilidades en el estudio de las necesidades hídricas. Entre otras cosas permite:

- Desarrollar modelos de hábitat a partir del régimen de inundación del humedal y la localización en el mismo de las comunidades vegetales. Los análisis presencia-ausencia de las especies junto a las series temporales de inundación permiten conocer las preferencias de determinadas comunidades vegetales frente a los ciclos de inundación y sus rangos de tolerancia. A partir de aquí se pueden desarrollar modelos de idoneidad del hábitat para ciertas comunidades o especies.
- Formular propuestas de necesidades hídricas mediante aproximaciones hidrológicas. A partir de las series de volúmenes del humedal se pueden formular propuestas de necesidades hídricas tomando como base determinados hidroperiodos de referencia. Los patrones naturales de inundación de un humedal (no importa cuán extremos puedan ser) juegan un papel fundamental en la conservación de sus características funcionales y estructurales. La determinación de las necesidades hídricas mediante una aproximación hidrológica se basa en la identificación de estos patrones de inundación. A partir de estos patrones hidrológicos se deberán seleccionar determinados volúmenes de inundación que permitan alcanzar los objetivos de manejo (conservación y productivos) del humedal. Las posibilidades metodológicas son muy grandes, permitiendo su abordaje a partir de análisis de percentiles, análisis de valores sobre umbral, caracterización de mínimos, etc.
- El régimen de inundación permite conocer las variaciones estacionales de la lámina de agua y las propiedades hidráulicas asociadas a ella. El nivel de lámina de agua es un parámetro clave que influye determinantemente en las áreas de nidificación de las aves. Los rangos de profundidad definen las áreas potenciales de alimentación de ardeidas, limícolas y anátidas. Los estadios de desarrollo de numerosas especies ligadas al medio acuático (peces, anfibios, invertebrados, etc.) dependen de los ciclos de inundación. Para desarrollar modelos empíricos



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



que relacionen las variables físicas con las variables biológicas, es necesario conocer con precisión el régimen de inundación del humedal.

Dentro del amplio espectro metodológico para la determinación de volúmenes ambientales, los métodos hidrológicos han sido tradicionalmente bien considerados (Moore, 2004). Esto no quita que estas aproximaciones compartan ciertas ventajas y desventajas en relación a las aproximaciones hidráulicas, de simulación del hábitat o las holísticas.

Entre las ventajas habituales de estas aproximaciones se suelen citar: (1) se basan en conjuntos de datos robustos y consistentes a nivel de las cuencas, (2) la hidrología se ha considerado la "variable principal" en relación con la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos (Poff *et al.*, 1997), y (3) su economía y facilidad de uso.

Entre las desventajas comunes se encuentran: (1) la falta de validación en los datos biológicos, geomorfológicos y de calidad del agua (por ejemplo, las propuestas se basan en gran medida en representar una porción de la hidrología natural, y no se basan en la relación alteración hidrológica-respuesta ecológica), y (2) las limitaciones que se presentan cuando no existen datos hidrológicos.

A pesar de estas desventajas, las aproximaciones hidrológicas siguen siendo las más utilizadas a nivel internacional (Tharme, 2003), incluso sin considerar que muchas de ellas están integradas en otras aproximaciones de cálculo, como las holísticas o las de simulación del hábitat.

Tratando de seguir los principios científicos anunciados anteriormente, en el Apéndice 2 se presenta el proceso seguido para la selección del método hidrológico empleado en este estudio para la determinación de las necesidades hídricas de los humedales.

6.3. Métodos basados en los elementos biológicos

6.3.1. Fundamentos

El concepto formal de "nicho ecológico" incluye a todos los factores bióticos y abióticos con los cuales el organismo se relaciona. Formalmente, el nicho ha sido descrito como "un hipervolumen de n-dimensiones, donde cada dimensión corresponde a los factores antes descritos". De esta forma, el nicho involucra a todos los recursos presentes del ambiente, las adaptaciones del organismo a estudiar y cómo se relacionan éstos (nivel de adaptación, eficiencia de consumo, etc.).

Por su parte, el "hábitat" es entendido como "la descripción de un lugar, en una escala de espacio y tiempo determinada, en el que un organismo vive o puede vivir". Para describir un hábitat se suele recurrir a características geográficas, climáticas y



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



biológicas que son importantes en la distribución de los organismos. A pesar de que resulta prácticamente imposible definir todas las variables, el hábitat de una especie podría representarse adecuadamente mediante la selección de algunas de estas variables. No cabe duda de que en el caso de las especies acuáticas toman especialmente relevancia las variables físicas relacionadas con el agua (profundidad, régimen de inundación, etc.).

Los modelos hidrobiológicos (denominados también métodos de simulación de hábitat) analizan las respuestas de determinadas especies a los cambios en el régimen de inundación. Estos modelos se basan en los siguientes aspectos:

1. Cada especie tiene un rango de preferencias de las condiciones del hábitat o, lo que es lo mismo, tiene unas determinadas tolerancias ante ciertos parámetros del hábitat (duración del periodo de inundación, profundidad, características del suelo, entre otras).
2. Los límites de estas preferencias pueden ser determinados para cada una de las especies a través de un estudio detallado de las mismas.
3. A partir de las características de la cubeta se puede determinar la cantidad de hábitat para esas especies en función del régimen de inundación.

Los modelos de simulación del hábitat constan de dos componentes principales. El modelo hidráulico predice la profundidad y la duración del periodo de inundación en una cota determinada de la cubeta. Por su parte, el modelo biológico indica la superficie potencial que ocuparían las especies consideradas en el conjunto del humedal. El modelo de hábitat computa estos valores para diferentes escenarios de regímenes de inundación.

6.3.2. Identificación de taxones clave para el estudio de las necesidades hídricas

La identificación de elementos biológicos que puedan servir de indicadores para la determinación de las necesidades hídricas de un humedal es un punto clave en el desarrollo de un estudio de necesidades hídricas. Desde un punto de vista práctico, un elemento debe ser seleccionado como clave cuando es relevante para la conservación (a escala comunitaria, estatal o regional), tiene presencia significativa en el humedal y necesita ser gestionado para mantenerlo, mejorarlo o controlarlo.

Los elementos biológicos clave podrán ser componentes de los ecosistemas, tales como especies de flora y fauna o hábitats naturales, bien considerados individualmente o bien por comunidades faunísticas o grupos de hábitats. En la selección de las especies se deberá tener en cuenta, su sensibilidad a los cambios en el



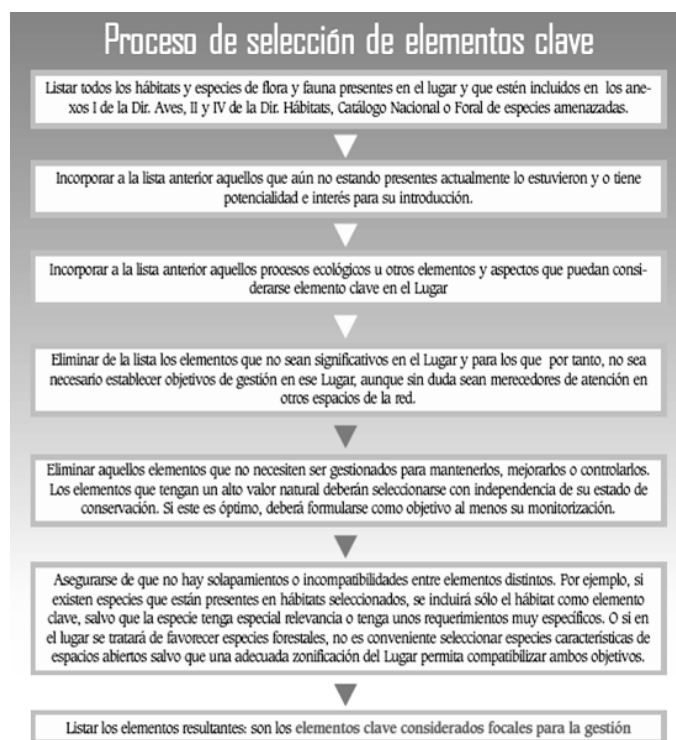
Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



régimen de inundación del humedal y, en particular, al tipo de alteración hidrológica que sufre la masa de agua.

En cualquier caso, la identificación de elementos clave para la determinación de las necesidades hídricas de un humedal deberá realizarse mediante un proceso sistemático que considere los valores y objetivos de conservación, su coherencia con la conservación integral del ecosistema, la sensibilidad a los cambios hidrológicos y la disponibilidad de información (García, 2003).



Fuente: García, 2003.

Figura 5. Procedimiento para la identificación de elementos clave en la elaboración de los planes de la Red Natura 2000 en Navarra

6.3.3. Los hábitats de interés comunitario como indicadores

Dentro del contexto europeo, se consideran hábitats naturales de interés comunitario aquellos que aparecen relacionados en el Anexo I de la Directiva Hábitats (Directiva Hábitats 92/43/CEE). En los humedales se encuentran diferentes hábitats de interés comunitario que dependen del agua, entre los que se pueden citar los hábitats de aguas estancadas (Grupo 31), vegetación anual pionera (Grupo 13), pastizales mediterráneos (Grupo 14), estepas continentales (Grupo 15), turberas (Grupo 71), etc.

Como se comentaba anteriormente, las comunidades vegetales muestran un grado de dependencia del agua diferente en función de sus adaptaciones específicas a los

medios en los que viven. En algunos países se han clasificado los hábitats mediante diferentes criterios para conocer este grado de dependencia, con tal de identificar en las demarcaciones hidrográficas los espacios Red Natura 2000 que dependen del agua (tabla 11).

Tabla 11. Criterios seguidos en el Reino Unido para diferenciar grados de dependencia del agua de los hábitats de interés comunitario

Hábitats (Directiva Hábitats)
1a. Hábitats que constan de aguas superficiales o son completamente aguas superficiales (Ej. estuarios, lagunas costeras...)
1b. Hábitats con dependencia de procesos cíclicos de inundación por aguas superficiales o de mantenimiento de niveles freáticos de aguas subterráneas (Ej. bosques en galería de ríos con caudal intermitente...)
1c. Hábitats no acuáticos, los cuales dependen de la influencia de aguas superficiales (Ej. dunas móviles embrionarias...)

Fuente: Elaborado a partir de Howell y González, 2010.

Efectivamente, cada tipo de hábitat está representado por ciertas especies predominantes, las cuales indican unas características diferenciadas del medio (humedad, salinidad, nutrientes, etc.). La organización espacial de las especies responde fundamentalmente a gradientes ambientales, donde el régimen de inundación y las condiciones de salinidad son los factores primarios responsables de esta organización. El resultado es un paisaje caracterizado por una zonación de la vegetación en bandas concéntricas que se distribuyen a partir del centro de la laguna (Keddy, 2002; Wisheu y Keddy, 1992; Wasserberg *et al.*, 2006).

La conceptualización anterior permite plantear un modelo de distribución de la vegetación en un gran número de humedales, explicando la distribución de los subgrupos y tipos de la Directiva Hábitat y las especies que los integran. En el siguiente esquema se reproduce esta zonificación teórica en la Laguna de Fuente de Piedra, realizada a la escala de “tipos de hábitats” (figura 6).

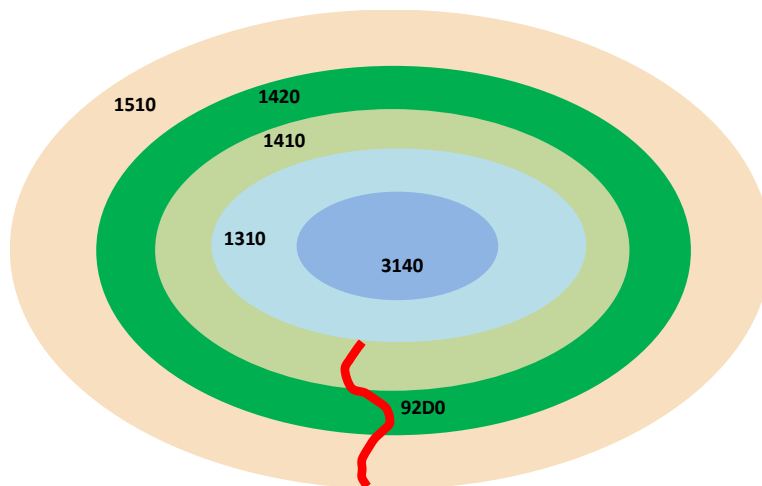


Figura 6. Organización espacial de los hábitats de interés comunitario en la Laguna de Fuente de Piedra

Un perfil transversal permite observar la distribución de los diferentes tipos de hábitats respecto a la cota topográfica del terreno y el centro teórico de la laguna (figura 7).

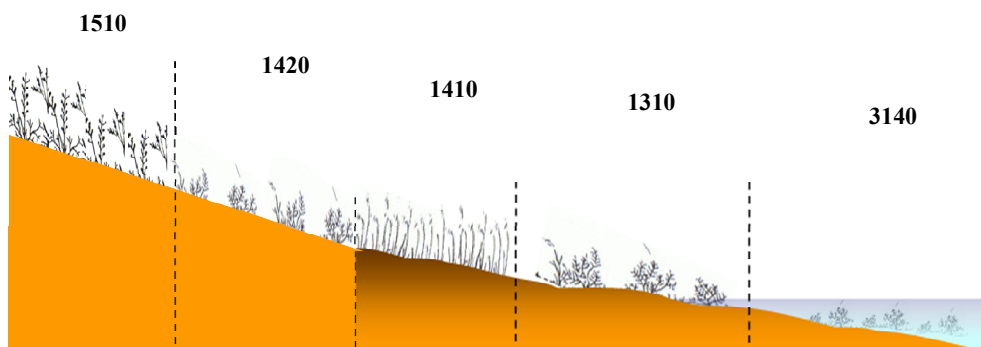


Figura 7. Perfil transversal de los hábitats de interés comunitario en la Laguna de Fuente de Piedra

6.3.4. Las aves como elementos indicadores de un humedal

Las aves han desarrollado numerosas estrategias, comportamientos y adaptaciones morfológicas para aprovechar al máximo la diversidad de nichos ecológicos disponibles en las zonas húmedas (véanse ejemplos en la tabla 12).

Tabla 12. Ejemplos de los distintos usos de los ecosistemas acuáticos por algunas de las especies de aves ligadas al agua

		Usos			
		Reproducción	Alimentación	Refugio*	Migración/invernada
Especies de aves ligadas al agua	Carricerín cejudo <i>Acrocephalus paludicola</i>		Mac**	VEme	VEme
	Martín pescador común <i>Alcedo atthis</i>	Tal	Pec	VEme, VRib	
	Ánsar común <i>Anser anser</i>	VEme	VSum, VEme	VEme	VEme
	Garza imperial <i>Ardea purpurea</i>	VEme	Mac, Pec, Otr	VEme, VRib	
	Avetoro común <i>Botaurus stellaris</i>	VEme	Mac, Otr	VEme	VEme
	Correlimos común <i>Calidris alpina</i>		Mac		DFan, DAre
	Chorlitejo chico <i>Charadrius dubius</i>	DGui	Mac		DFan, DAre, DGui
	Mirlo acuático europeo <i>Cinclus cinclus</i>	Tal	Mac	Tal	
	Aguilucho lagunero occidental <i>Circus aeruginosus</i>	VEme	Pec, Otr	VEme	VEme
	Pagaza piconegra <i>Sterna nilotica</i>	DFan, DAre, DGui	Mac, Pec, Otr		
	Gaviota de Audouin <i>Larus audouinii</i>	VEme, DAre, DGui	Mac, Pec, Otr		
	Escribano palustre <i>Emberiza schoenidus</i>	VEme, VRib	VEme	VEme	VEme
	Pato colorado <i>Nettion rufina</i>	VEme	VSum, Mac, Pec, Otr	VEme	VEme
	Malvasía cabeciblanca <i>Oxyura leucocephala</i>	VEme	VSum, Mac	VEme	
	Cormorán grande <i>Phalacrocorax carbo</i>	VEme, VRib	Pec	VRib	VRib
	Flamenco común <i>Phoenicopterus roseus</i>	DFan	Pla, Mac		
	Somormujo lavanco <i>Podiceps cristatus</i>	VSum, VEme	Mac, Pec		
	Calamón común <i>Porphyrio porphyrio</i>	VEme	VSum, VEme, Mac, Pec, Otr	VEme	VEme
	Avoceta común <i>Recurvirostra avosetta</i>	VEme, DFan, DGui	Mac		
	Pájaro moscón <i>Remiz pendulinus</i>	VRib	VRib, Mac**	VEme, VRib	VEme, VRib
	Avión zapador <i>Riparia riparia</i>	Tal	Mac**	VEme	VEme
* Entendiéndose como tal: el uso de dormitorio, o lugares especiales de descanso y reposo. ** En estos casos se incluyen los macroinvertebrados acuáticos en su fase aérea/terrestre.					
LEYENDA: Elemento estructural/biológico					
Vegetación sumergida	VSum	Depósitos de arena	DAre	Macroinvertebrados acuáticos	Mac
Vegetación emergente/marginal	VEme	Depósitos de guijarros/piedras	DGui	Peces	Pec
Vegetación de ribera	VRib	Taludes naturales	Tal	Otros vertebrados	Otr
Depósitos de fango/limo	DFan	Pancton	Pla		

Fuente: Howell y González, 2010.

Los censos de aves permiten conocer a largo plazo las tendencias poblacionales de las especies. Por ejemplo, el carricerín real ha sufrido una disminución poblacional de al



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



menos un 50% y quedan 1.017 parejas según el censo realizado en 2005. Más grave es el caso del escribano palustre, pues su población cuenta tan solo con 319-431 parejas y está muy fragmentada, además, en algunas localidades tiene declives superiores al 70%. Ambas se encuentran catalogadas “En Peligro” en el último Libro Rojo.

A pesar de las limitaciones y precauciones necesarias a la hora de utilizar las aves acuáticas como bioindicadores en los humedales (Green y Figuerola, 2003), el estado de conservación de algunas especies reflejan el alcance de los cambios hidrológicos en los humedales, y, por extensión, los beneficios potenciales de restaurarlos. Algunas especies que presentan una gran dependencia del agua han desaparecido o se encuentran gravemente amenazadas.



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



7. LAS NECESIDADES HIDRICAS EN LOS HUMEDALES PRIORITARIOS DE LA DHCMA

Los trabajos de caracterización y propuesta de necesidades hídricas para cada una de las lagunas clasificadas como M1-T1 con estudios de detalle se muestran en las fichas incluidas en el Apéndice 3.

Por otra parte, en el Apéndice 4 se recogen una serie de fichas que incluyen una caracterización menos detallada y una serie de recomendaciones de gestión para las clasificadas como M1-T2, y que han sido realizadas a partir de las fichas del Inventario de Humedales de Andalucía.

A continuación se presentan los métodos de cálculo empleados, los resultados y unas recomendaciones generales para la conservación de los humedales M1-T1 con estudios de detalle de la DHCMA.

7.1. Métodos empleados

La aplicación de diferentes aproximaciones metodológicas ha venido determinada por la disponibilidad y calidad de la información, así como las características particulares de cada una de las lagunas en cuanto a funcionamiento hidrológico o las comunidades biológicas presentes y su valor indicador.

Los métodos empleados para cada una de las lagunas se muestran en la tabla 13.

Tabla 13. Métodos empleados en cada laguna para la formulación de sus necesidades hídricas.

		LAGUNAS					
		Fuente de piedra	Laguna Dulce	Laguna Salada	Albufera Honda de Adra	Albufera Nueva de Adra	Turberas de Padul
APROXIMACIONES	Basada en hidroperiodos de referencia						
	Basada en niveles de lámina de agua						
	Basada en Hábitats de Interés Comunitario						
	Basada en una especie animal						
	Basada en una especie vegetal						

7.2. Propuestas de necesidades hídricas

A continuación se muestran las propuestas de necesidades hídricas para cada humedal y las principales recomendaciones para su conservación.

7.2.1. Laguna de Fuente de Piedra

La propuesta de necesidades hídricas finalmente adoptada para la Laguna de Fuente de Piedra implica unas descargas de aguas subterráneas de al menos el 64% de las descargas naturales.

Tabla 14. Necesidades hídricas de la Laguna de Fuente de Piedra

		OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
SECOS	Volumen (hm ³)	0,12	0,24	0,45	0,75	0,92	0,85	0,62	0,15	0,00	0,08	0,00	0,07
	Superficie (has)	188,9	310,9	501,0	677,8	747,2	723,4	612,2	221,3	0,0	143,6	0,0	122,4
	Profundidad (cm)	15,08	19,22	25,91	32,55	35,37	34,38	30,01	16,17	0,00	13,56	0,00	12,86
MEDIOS	Volumen (hm ³)	1,04	1,02	2,47	4,30	4,65	4,63	4,40	3,48	2,05	0,39	0,10	0,07
	Superficie (has)	787,76	780,95	1048,1	1146,3	1161,3	1160,6	1150,8	1106,5	1002,7	449,43	164,28	82,96
	Profundidad (cm)	37,12	36,82	50,25	66,97	69,86	69,72	67,81	60,13	45,63	24,06	14,25	11,55
HUMEDOS	Volumen (hm ³)	9,74	9,79	11,77	14,56	14,00	13,54	14,96	14,20	12,60	10,70	8,80	7,47
	Superficie (has)	1.277,3	1.277,7	1.286,2	1.284,4	1.285,3	1.285,9	1.283,8	1.284,9	1.286,7	1.283,2	1.267,8	1.246,4
	Profundidad (cm)	111,47	111,90	127,67	149,64	145,23	141,67	152,75	146,78	134,22	119,18	103,93	93,09

Los principales problemas detectados en la laguna se derivan fundamentalmente de la escasez de agua, su mala calidad y las condiciones poco adecuadas para el desarrollo de la vegetación perilagunar. Se trata por tanto de revertir estas presiones para que la laguna alcance un mayor valor ambiental y sus objetivos de conservación, es decir, necesita más agua, de mejor calidad y unas mejores características topográficas de sus márgenes.

En este sentido, las recomendaciones más destacadas son entre otras:

- Adoptar en el Plan de Ordenación de Extracciones del acuífero las descargas del acuífero definidas en este estudio, de tal forma que no supongan una limitación para alcanzar los objetivos ambientales de la laguna.
- Favorecer la entrada de las aguas superficiales de la cuenca a la laguna, una vez asegurada las condiciones de calidad de las mismas.

- Regularización de los regadíos del Alto Guadalhorce y Fuente de Piedra, según el Plan de Ordenación de Extracciones anteriormente mencionado.
- Adecuación de los vertidos urbanos a las condiciones de calidad exigibles para alcanzar el buen estado del humedal.
- Desarrollo de planes para el tratamiento y la gestión de purines y otros residuos ganaderos.
- Desarrollo y aplicación de los programas de actuación como Zona Vulnerable.
- Programa para la reducción de presiones relacionadas con la industria agroalimentaria.
- Estudiar las posibilidades de restauración topográfica de los márgenes de la laguna para posterior recuperación de su vegetación perilagunar.
- Delimitar en una primera fase el Dominio Público Hidráulico de la laguna y analizar la viabilidad de su deslinde.

7.2.2. Laguna Dulce de Campillos

La propuesta de necesidades hídricas finalmente adoptada para la Laguna de Salada implica unas descargas de aguas subterráneas de al menos el 75% de las descargas naturales.

Tabla 15. Necesidades hídricas de la Laguna Dulce de Campillos

		OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
SECO	Volumen (hm ³)	0,07	0,08	0,07	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,07	0,06	0,05	0,05
	Superficie (has)	7,71	8,66	8,31	10,91	11,90	11,94	12,00	10,46	8,32	6,53	5,70	4,98
	Profundidad (cm)	15,05	16,53	15,98	19,98	21,48	21,54	21,64	19,28	15,99	13,21	11,90	10,76
MEDIO	Volumen (hm ³)	0,12	0,16	0,17	0,20	0,20	0,22	0,22	0,20	0,17	0,13	0,11	0,10
	Superficie (has)	13,71	19,21	19,81	24,10	23,68	26,10	26,03	23,30	20,02	15,58	12,49	10,82
	Profundidad (cm)	24,21	32,33	33,20	39,33	38,74	42,13	42,03	38,20	33,50	27,00	22,38	19,84
HUMEDO	Volumen (hm ³)	0,32	0,39	0,45	0,49	0,50	0,54	0,50	0,49	0,39	0,31	0,25	0,21
	Superficie (has)	38,84	46,68	54,01	58,89	60,66	65,23	61,01	59,41	46,91	36,69	29,42	25,26
	Profundidad (cm)	59,20	69,06	77,84	83,46	85,46	90,50	85,85	84,05	69,35	56,41	46,71	40,96

Los principales problemas detectados en la laguna se derivan fundamentalmente de la escasez de agua, su mala calidad y las condiciones poco adecuadas para el desarrollo



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



de la vegetación perilagunar. Se trata por tanto de revertir estas presiones para que la laguna alcance un mayor valor ambiental y sus objetivos de conservación, es decir, necesita más agua, de mejor calidad y unas mejores características topográficas de sus márgenes.

En este sentido, las recomendaciones más destacadas son, entre otras:

- Favorecer la entrada de las aguas superficiales de la cuenca a la laguna, una vez asegurada las condiciones de calidad de las mismas.
- Desarrollo de planes para el tratamiento y la gestión de purines y otros residuos ganaderos.
- Desarrollo y aplicación de los programas de actuación como Zona Vulnerable.
- Estudiar las posibilidades de restauración topográfica de los márgenes de la laguna para posterior recuperación de su vegetación perilagunar.
- Delimitar en una primera fase el Dominio Público Hidráulico de la laguna y analizar la viabilidad de su deslinde.

7.2.3. Laguna Salada de Campillos

La propuesta de necesidades hídricas finalmente adoptada para la laguna Salada implica unas descargas de aguas subterráneas de al menos el 75% de las descargas naturales.

Tabla 16. Necesidades hídricas de la Laguna Salada de Campillos

		OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
SECOS	Volumen (Dm ³)	0,00	2,04	0,00	4,97	5,74	5,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Superficie (has)	0,0	0,3	0,0	0,6	0,7	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Profundidad (cm)	0,00	1,36	0,00	3,32	3,83	3,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MEDIOS	Volumen (Dm ³)	0,00	17,91	28,15	24,90	35,59	38,74	31,71	8,37	0,00	0,00	0,00	0,00
	Superficie (has)	0,00	2,21	3,38	3,02	4,18	4,50	3,77	1,06	0,00	0,00	0,00	0,00
	Profundidad (cm)	0,00	11,96	18,79	16,62	23,76	25,86	21,17	5,59	0,00	0,00	0,00	0,00
HUMEDOS	Volumen (Dm ³)	55,76	76,99	115,07	133,16	139,14	150,46	137,89	111,82	89,28	51,89	15,40	0,00
	Superficie (has)	6,1	7,9	10,3	11,1	11,3	11,6	11,2	10,1	8,8	5,8	1,9	0,0
	Profundidad (cm)	37,23	51,40	76,82	88,90	92,89	100,45	92,06	74,65	59,60	34,64	10,28	0,00

Los principales problemas detectados en la laguna se derivan fundamentalmente de la escasez de agua, su mala calidad y las condiciones poco adecuadas para el desarrollo de la vegetación perilagunar. Se trata por tanto de revertir estas presiones para que la laguna alcance un mayor valor ambiental y sus objetivos de conservación, es decir, necesita más agua, de mejor calidad y unas mejores características topográficas de sus márgenes.

En este sentido, las recomendaciones más destacadas son, entre otras:

- Favorecer la entrada de las aguas superficiales de la cuenca a la laguna, una vez asegurada las condiciones de calidad de las mismas.
- Desarrollo de planes para el tratamiento y la gestión de purines y otros residuos ganaderos.
- Desarrollo y aplicación de los programas de actuación como Zona Vulnerable.
- Estudiar las posibilidades de restauración topográfica de los márgenes de la laguna para posterior recuperación de su vegetación perilagunar.
- Delimitar en una primera fase el Dominio Público Hidráulico de la laguna y analizar la viabilidad de su deslinde.

7.2.4. Turberas de Padul.

La propuesta de niveles de inundación para la cubeta del sector de El Aguadero expresadas en forma de cotas sobre el nivel del mar es la siguiente:

Tabla 17. Necesidades hídricas de las Turberas de Padul, sector de El Aguadero

CONDICIONES	Cota sobre el nivel del mar (m)		
	HÚMEDOS Y MEDIOS	SECOS	SEQUÍA PROLONGADA
<i>Hábitats favorecidos</i>	7210 y 3150	1410	6420
OCT	773,60	772,60	771,60
NOV	773,60	772,60	771,60
DIC	774,00	773,00	772,00
ENE	774,00	773,00	772,00
FEB	774,00	773,00	772,00
MAR	773,70	772,70	771,70
ABR	773,70	772,70	771,70
MAY	773,70	772,70	771,70
JUN	773,40	772,40	771,40
JUL	773,40	772,40	771,40
AGO	773,40	772,40	771,40
SEP	773,60	772,60	771,60

Actualmente se desconoce con precisión el aporte de las aguas subterráneas al humedal. No obstante, a partir de los balances globales realizados para las turberas se supone que los niveles y superficies de inundación propuestos anteriormente no se deben encontrar limitados por las descargas subterráneas.

Los principales problemas detectados en la laguna se derivan fundamentalmente de la transformación morfológica y el sistema de drenaje que impide alcanzar unos niveles de inundación elevados, lo que limita en gran medida la propia extensión del humedal. El Plan de recuperación de la laguna de El Aguadero trata de revertir esta situación, para que la laguna alcance un mayor valor ambiental y sus objetivos de conservación, es decir, necesita más agua, de mejor calidad y unas mejores características topográficas de sus márgenes.

En este sentido, las recomendaciones más destacadas son, entre otras:

- Favorecer la entrada de las aguas superficiales de la cuenca a la laguna, una vez asegurada las condiciones de calidad de las mismas.
- Adecuación de los vertidos urbanos a las condiciones de calidad exigibles para alcanzar el buen estado del humedal.
- Desarrollo de planes para el tratamiento y la gestión de purines y otros residuos ganaderos.
- Desarrollo y aplicación de los programas de actuación como Zona Vulnerable.
- Delimitar en una primera fase el Dominio Público Hidráulico de la laguna y analizar la viabilidad de su deslinde.
- Establecer un perímetro de protección para control de extracciones de aguas subterráneas y de los usos potencialmente contaminantes que puedan afectar a la conservación del humedal.
- Estudiar los efectos del encauzamiento de la Rambla de los Alcárceles a su paso por el núcleo de El Padul con la finalidad de evitar el aporte de sedimentos y vertidos urbanos al humedal.

7.2.5. Albuferas Honda y Nueva de Adra.

La propuesta de necesidades hídricas finalmente adoptada para la Albufera Honda de Adra se muestra en la siguiente tabla:



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



Tabla 17. Necesidades hídricas de la Albufera Honda de Adra

	SECOS		MEDIOS		HUMEDOS	
	Rango de profundidades (cm)		Rango de profundidades (cm)		Rango de profundidades (cm)	
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
OCT	167	127	171	143	227	194
NOV	185	151	227	204	263	235
DIC	188	155	256	226	295	273
ENE	206	174	260	232	340	325
FEB	214	183	280	256	337	319
MAR	231	202	274	248	326	310
ABR	229	196	282	263	329	317
MAY	211	174	274	247	315	301
JUN	183	144	258	218	299	279
JUL	150	108	234	188	278	250
AGO	122	82	206	160	253	217
SEP	123	82	187	146	235	196

Se considera que los niveles propuestos para la Albufera Honda serán suficientes para alcanzar en la Albufera Nueva lo que la IPH define como “el mantenimiento a largo plazo de la funcionalidad y estructura de dicho ecosistema, proporcionando las condiciones de hábitat adecuadas para satisfacer las necesidades de las diferentes comunidades biológicas mediante la preservación de los procesos ecológicos necesarios para completar sus ciclos biológicos”.

Los principales problemas detectados en la laguna se derivan fundamentalmente de la mala calidad del agua (eutrofización) y las condiciones poco adecuadas para el desarrollo de la vegetación perilagunar. Se trata por tanto de revertir estas presiones para que la laguna alcance un mayor valor ambiental y sus objetivos de conservación, es decir, necesita agua de mejor calidad y unas mejores características topográficas de sus márgenes.

En este sentido, las recomendaciones más destacadas son, entre otras:

- Ajustar los volúmenes de extracciones del acuífero y los puntos de extracción para permitir las descargas hacia las Albuferas definidas en este estudio, de tal forma que no supongan una limitación para alcanzar los objetivos ambientales de la laguna.
- Permitir la entrada de las aguas superficiales de la cuenca a la laguna, una vez asegurada las condiciones de calidad de las mismas.
- Desarrollo y aplicación de los programas de actuación como Zona Vulnerable.

- Estudiar las posibilidades de restauración topográfica de los márgenes de la laguna para posterior recuperación de su vegetación perilagunar.
- Delimitar en una primera fase el Dominio Público Hidráulico de la laguna y analizar la viabilidad de su deslinde.
- Establecer un perímetro de protección para control de extracciones de aguas subterráneas y de los usos potencialmente contaminantes que puedan afectar a la conservación del humedal.



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arthington, A.H., S.E. Bunn, N.L. Poff y R.J. Naiman. 2006. "The challenge of providing environmental flow rules to sustain river ecosystems". *Ecological Applications* 16:1311-1318.

Carreño, M.F., J. Martínez, M. R. Vidal-Abarca y M.L. Suárez. 2008. "Indicadores bibliográficos para la valoración de las metodologías de determinación de los caudales ambientales". *Actas del VI Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua*. Fundación Nueva Cultura del Agua. Vitoria.

García, S. 2003. "Guía metodológica para la elaboración de planes de gestión de los Lugares Natura 2000 en Navarra". *Gestión Ambiental, Repoblaciones y Viveros de Navarra*. Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Navarra. 112 pp.

Green, A., y J. Figuerola. 2003. "Aves acuáticas como bioindicadores en los humedales". En, Paracuellos, M. (ed.): *Ecología, manejo y conservación de los humedales*, pp. 47-60. Colección Actas, 49. Instituto de Estudios Almerienses (Diputación de Almería). Almería.

Howell, D. y R. González García. 2010. "La Directiva Marco del Agua y la conservación de los humedales y los espacios de la Red Natura 2000 que dependen del agua". SEO/BirdLife, Madrid.

Keddy, P. 2002. "Wetland Ecology: Principles and Conservation". *Cambridge Studies in Ecology*. Cambridge University Press, xiv 1614 p.

Lytle, D.A., y N.L. Poff. 2004. "Adaptation to natural flow regimes". *Trends in Ecology & Evolution* 19:94-100.

Poff, N.L., J.D. Allan, M. B. Bain, J.R. Karr, K.L. Prestegard, B. Richter, R. Sparks, y J. Stromberg. 1997. "The natural flow regime: a new paradigm for riverine conservation and restoration". *BioScience* 47:769-784.

Richter B. D., J.V. Baumgartner, R. Wigington y D.P. Braun. 1997. "How much water does a river need?" *Freshwater Biology* 37: 231-249.

Tharme, R. 2003. "A global perspective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers". *River Research and Applications* 19: 397-441.



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



Wasserberg, G., B. P. Kotler, D. W. Morris y Z. Abramskyd. 2006. "A Spectre of Coexistence: Is Centrifugal Community Organization Haunted by the Ghost of Competition?" *Israel Journal of Ecology and Evolution*, Vol. 52, 2006, pp. 123–140.

Wisheu, I.C., Keddy, P.A. 1992. "Competition and centrifugal organization of plant-communities: theory and tests". *Journal of Vegetation Science* 3: 147–156.



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional

