

HIDRI

Protocolo para la valoración de la
calidad **hidromorfológica** de los **ríos**



Agència Catalana
de l'Aigua





Protocolo HIDRI
Protocolo para la valoración de la calidad
HIDromorfológica de los Ríos





© Agència Catalana de l'Aigua, 2006

Abril de 2006

Tiraje: 500 ejemplares

Diseño y producción gráfica: Barcino Solucions Gràfiques

D.L.: B-21.888-2006

Esta publicación ha sido realizada con papel ecológico 100% (libre de cloro) estucado mate de 135 gr y las cubiertas en papel ecológico (libre de cloro) estucado mate de 250 gr.

El equipo de trabajo que ha elaborado este documento está formado por técnicos de distintas áreas de la Agència Catalana de l'Aigua, y por el equipo consultor de United Research Services, S.L., con la participación de diversos colaboradores externos e investigadores de centros de investigación y profesionales cualificados.

1. La dirección y coordinación se ha llevado a cabo desde el Área de Planificación para el Uso Sostenible del Agua, de la Agència Catalana de l'Aigua: Antoni Munné, Carolina Solà y Jordi Pagès
2. De la empresa United Research Services España, S.L., han participado:

En la elaboración y redacción del documento:
Montserrat Real, Aida Queral, David Sàez, Vicenç Acuña y Rosa Casanovas-Berenguer

En la traducción del documento original en catalán: Fabián Caño
3. Como colaboradores externos han participado:

En la redacción del documento y la elaboración de protocolos del índice IVF y comparación con los valores del índice QBR:
Cèsar Gutiérrez y Andreu Salvat

En tareas de fotointerpretación de los usos de los márgenes fluviales:
Sergio García
4. Del Departamento de Ecología de la Universitat de Barcelona, ha realizado tareas de asesoramiento técnico: Narcís Prat
5. Del equipo de investigación FEM (Freshwater Ecology and Management) han colaborado y facilitado datos: Mireia Vila-Escalé, Tura Puntí y Jordi Jubany
6. Distintas entidades y profesionales han facilitado datos de calidad de las riberas: Diputació de Barcelona (Oficina Tècnica de Planificació i Anàlisi Territorial, Àrea d'Espais Naturals), Consorci de Medi Ambient i Salut Pública, Consorci Costa Brava y Lluís Motjé
7. Se ha utilizado en este documento información, datos y material gráfico elaborado originalmente por la empresa Ekolur, y el grupo de trabajo FEM
8. Han revisado una parte o la totalidad del documento:
Marc Ordeix i Rigo, Joaquim Pou i Rovira por el Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis (CERM) del Museu Industrial del Ter
Joan Verdú por la Agència Catalana de l'Aigua
Martí Boada, Xavier Cazorla, Josep Mas-Pla y Sònia Sánchez por L'Observatori – estació de seguiment de la biodiversitat de la Conca de la Tordera
9. El trabajo ha sido evaluado por parte de la Comisión Técnica para la Implementación de la Directiva Marco del Agua de la Agència Catalana de l'Aigua
Antoni Munné – Secretario técnico, Narcís Prat – Coordinador, Gabriel Borràs – Director del Área de Planificación para el Uso Sostenible del Agua

ÍNDICE



PRIMERA PARTE – Manual de aplicación	5
Caracterización de la calidad hidromorfológica	7
Introducción	7
La calidad hidromorfológica en la Directiva Marco del Agua	7
Herramientas para el análisis hidromorfológico	8
Elementos y parámetros utilizados para la medida de la calidad hidromorfológica	10
Valoración de los elementos de calidad a partir de los parámetros	11
Condiciones morfológicas de la ribera	42
Calidad de las riberas según el grado de naturalidad de los usos del suelo	42
Análisis del grado de complementariedad de los índices QBR e IVF	44
El índice IVF	52
Bibliografía	56
SEGUNDA PARTE – Protocolo de evaluación de la calidad hidromorfológica ..	61
Introducción	63
Protocolo 1: Parámetros de caracterización morfológica	64
Protocolo 2: Índice de Hábitat Fluvial (IHF)	67
Protocolo 3: Cumplimiento de Caudales de Mantenimiento (QM)	69
Protocolo 4: Índice de Conectividad Fluvial (ICF)	73
Protocolo 5: Nivel de encauzamiento del cauce	80
Protocolo 6: Naturalidad de los usos del suelo en las riberas	82
Protocolo 7: Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR)	84
Protocolo 8: Índice de Vegetación Fluvial (IVF)	97
Protocolo 9: Determinación del nivel de calidad hidromorfológica final	106
TERCERA PARTE – Hojas de campo y de laboratorio	109
ANEXO I. Metodologías de cálculo de régimen de caudales	131
ANEXO II. Naturalidad de los usos del suelo en la ribera	137
ANEXO III. Índice de Vegetación Fluvial (IVF)	139







PRIMERA PARTE
Manual de aplicación





Caracterización de la calidad hidromorfológica

Introducción

La caracterización de la calidad hidromorfológica según la Directiva Marco del Agua (European Commission 2000) (en adelante DMA), incluye la evaluación de la estructura física (morfometría fluvial y estructura del bosque de ribera), así como el régimen de caudales asociados a los ecosistemas fluviales. La hidromorfología es la base de cualquier sistema fluvial, ya que es un elemento que estructura las comunidades y procesos biológicos que se dan en el sistema. Los ríos se caracterizan por ser sistemas dominados por el flujo unidireccional del agua, junto con las conexiones laterales de ribera y con el freático, y cambian constantemente a causa de las variaciones del caudal.

El desarrollo de un protocolo para evaluar la calidad hidromorfológica es un requerimiento para cumplir con los objetivos marcados por la Directiva Marco del Agua, y tiene la finalidad de permitir y complementar el análisis de la calidad integral del sistema (el estado ecológico). Actualmente existen en Europa diferentes protocolos de evaluación de la calidad hidromorfológica, e.g. *The River Habitat Survey* en Gran Bretaña (EA, SEPA, EHS 2003, Raven *et al.* 1998), *System for Evaluating Rivers for Conservation* en Escocia (Boon *et al.* 1997, 1998), el *Danish Stream Habitat Index* (Pedersen y Baattrup-Pedersen 2003), el *Large River Survey* en Alemania (Fleischhacker y Hern 2002), el *Système d'évaluation de la Qualité* en Francia (Agences de l'Eau 2002), o las normas CEN (European Commission 2002a, 2002b) y el proyecto STAR (www.eu-star.at) de la Unión Europea.

En este documento se presentan las herramientas, los procedimientos de muestreo y de cálculo para caracterizar y evaluar las condiciones hidromorfológicas de los cursos

fluviales de Cataluña. Se incluyen también los criterios para valorar los resultados obtenidos y determinar la calidad hidromorfológica en ríos mediterráneos.

La calidad hidromorfológica en la Directiva Marco del Agua

Elementos de calidad y parámetros

La Directiva Marco del Agua incluye, en el Anexo V, una lista con los grupos de indicadores de calidad para la clasificación del estado ecológico de las masas de agua superficiales. Estos grupos de indicadores reciben el nombre de elementos de calidad. Para los ríos, en el Anexo V se proponen tres elementos de calidad hidromorfológica: *i*) el régimen hidrológico, *ii*) la continuidad fluvial y *iii*) las condiciones morfológicas (Tabla 1). Para valorar el nivel de calidad de los elementos se utilizan parámetros descriptores de cada uno de ellos medidos mediante métricas que pueden ser medidas directas, índices o combinaciones de diferentes parámetros.

Evaluación de la calidad hidromorfológica

Para poder evaluar la calidad hidromorfológica se deben tener en cuenta las condiciones de referencia y poder valorar, así, el grado de desviación respecto a estas condiciones. Se entienden por condiciones de referencia aquellas en las cuales la alteración humana es inexistente o mínima. La evaluación se basa en la asignación de la máxima calidad hidromorfológica cuando las condiciones son muy parecidas a las condiciones de referencia.

Tabla 1. Elementos de calidad hidromorfológica y parámetros propuestos para su caracterización en el Anexo V de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE).

Elementos de calidad hidromorfológica	Parámetros indicativos de los elementos de calidad
Régimen hidrológico	Cuantificación y dinámica del caudal Conexión con masas de agua subterráneas
Continuidad fluvial	Conectividad fluvial
Condiciones morfológicas	Variación de la anchura y profundidad del canal Estructura y substrato del cauce Estructura de la zona de ribera

Tabla 2. Niveles de calidad hidromorfológica.

Nivel de calidad	Color identificativo	Equivalencia para el cálculo del estado ecológico
Muy bueno		Condiciones completamente o casi completamente inalteradas
Bueno		Condiciones alteradas, que pueden ser aceptables
Moderado		Condiciones alteradas, que no son aceptables (de menor a mayor grado)
Deficiente		
Malo		

La información discriminada de las métricas y los parámetros descriptores de los elementos de calidad hidromorfológica es imprescindible para identificar los aspectos sobre los cuales se tiene que actuar. Aún así, la DMA exige una valoración genérica de la calidad hidromorfológica de cada masa de agua, y eso obliga a combinar las diferentes métricas evaluadas para dar un nivel de calidad final. Los resultados de la valoración de la calidad hidromorfológica se pueden expresar en los 5 niveles de calidad propuestos por la DMA (Tabla 2). Esta clasificación en 5 categorías es útil para priorizar actuaciones y hacer un seguimiento adecuado de los resultados de la aplicación de los planes de medidas. Para determinar el estado ecológico de las masas de agua, en cambio, las guías elaboradas por la Comisión Europea para la correcta implantación de la DMA (European Commission 2003b) prevén tan sólo la utilización de dos niveles de calidad hidromorfológica en función de si los elementos de calidad corresponden o no a condiciones completamente o casi completamente inalteradas.

Redes de control

En el Anexo V de la Directiva Marco del Agua se especifican las características de las redes de control de las aguas superficiales según los requerimientos establecidos en el Artículo 8. En concreto se definen tres redes de control con el objetivo de ofrecer una visión coherente y comprensiva del estado ecológico y químico de cada cuenca.

- Control de vigilancia (**surveillance monitoring**). Debe aportar información que permita:
 - Complementar y validar el procedimiento de valoración de impacto detallado en el Anexo II de la DMA.
 - El diseño eficiente y efectivo de futuros programas de control.
 - La valoración de cambios a largo plazo de las condiciones naturales.

- La valoración de cambios a largo plazo fruto de la actividad antropogénica ampliamente extendida.

- Control operativo (**operational monitoring**). Tiene por objetivo:
 - Determinar el estado y evolución de aquellas masas de agua con riesgo de incumplir los objetivos ambientales de la Directiva Marco de la agua.
 - Valorar cualquier cambio en el estado de estas masas de agua a partir de la aplicación del programa de medidas.
- Control de investigación (**investigative monitoring**). Es necesario establecerlo:
 - En situaciones en las que se superan los límites establecidos por los objetivos ambientales fijados y se desconocen las causas.
 - Para determinar la magnitud y los impactos en casos de contaminación accidental.
 - Allí donde el control de vigilancia muestre indicios de incumplimiento de los objetivos ambientales y no se haya establecido todavía el control operativo por falta de información.

Los parámetros o métricas que se proponen para valorar los elementos de calidad hidromorfológica variarán para cada tipo de control en función de los objetivos para los cuales han sido diseñados. Su utilización se centra en las redes de control de vigilancia y control operativo, y para este último, sólo con el objetivo de validar la operatividad del programa de medidas.

Herramientas para el análisis hidromorfológico

A continuación se presentan las principales herramientas o metodologías de trabajo previstas para utilizar en la determinación de los parámetros y las métricas que han de servir para evaluar la calidad hidromorfológica.

La unidad o punto de muestreo

El ámbito del muestreo hidromorfológico es la unidad o punto de muestreo, y este variará en función del elemento a valorar. Las dimensiones de los aspectos morfológicos a caracterizar cambian a medida que las dimensiones del río incrementan y consecuentemente, la medida de la unidad de muestreo se tendrá que escalar de acuerdo con las dimensiones del sistema fluvial (Church 2002). Para escoger un tramo de muestreo dentro de una masa de agua (unidad homogénea de gestión definida por la DMA), hay que tener en cuenta la variación espacial que pueda presentar la masa de agua. El objetivo es que el tramo sea representativo respecto a la morfología del canal, los usos del suelo, la geología y la geomorfología de la masa de agua a la cual pertenece.

Ahora bien, no todos los aspectos que se han de evaluar para determinar la calidad hidromorfológica de una masa de agua se miden en los mismos puntos o unidades de muestreo. Algunos aspectos hacen referencia al conjunto de la masa de agua y se evalúan tanto en el campo como a través de trabajo sobre sistemas de información geográfica (SIG). Es el caso, por ejemplo, de la medida del nivel de encauzamiento de la masa de agua o de la naturalidad de la ribera según los usos del suelo. Otros aspectos, como el cumplimiento de los caudales de mantenimiento o la conectividad fluvial, hacen referencia a determinadas infraestructuras que puedan encontrarse a lo largo de la masa de agua. Hay que tener en cuenta que para cada masa de agua pueden haber varias infraestructuras a valorar. Finalmente otros aspectos, como el índice del Hábitat Fluvial (IHF), el índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) o el índice de Vegetación Fluvial (IVF), sí que se miden en un punto de muestreo concreto, que ha de ser lo más representativo posible de la masa de agua. De todas maneras, si la masa de agua no es lo bastante homogénea se aconseja el uso de diversos puntos de muestreo.

En el protocolo de cada una de las métricas previstas en la evaluación de la calidad hidromorfológica se determina dónde se realiza la medida y qué medidas ha de tener la unidad de muestreo. La exacta localización de los tramos escogidos, así como sus límites en la llanura aluvial, serán marcados exactamente en un sistema de información geográfica (SIG).

Recolección de datos

Algunas de las fuentes de información iniciales útiles para el análisis hidromorfológico de los ríos son mapas, ortofotomapas, fotografías aéreas y capas de SIG, así como diferentes

trabajos realizados sobre delimitación de las zonas inundables. En el caso de Cataluña se puede utilizar el INUNCAT (Plan Especial de Emergencias para Inundaciones en Cataluña: Comissió de Protecció Civil de Catalunya, 1997), o los diversos trabajos de la PEF (Planificación de Espacios Fluviales) actualmente en curso. También es útil tener información sobre los caudales en régimen natural, y estudios sobre los caudales ambientales o de mantenimiento necesarios para mantener una cierta calidad del ecosistema fluvial. En el caso de Cataluña es importante analizar el estudio de actualización de la evaluación de recursos hídricos de las cuencas internas de Cataluña (Agència 2002), y el Plan Sectorial de Caudales de Mantenimiento de las cuencas internas de Cataluña (Agència 2005).

Evaluación de parámetros mediante cálculos de SIG

El uso del SIG es muy útil para trabajar con parámetros referentes a la cuenca, a la geología, a la llanura aluvial y a la geomorfología del canal (pendiente, sinuosidad, etc.). Los resultados de la evaluación pueden ser validados posteriormente en el muestreo de campo. En ciertos casos, la evaluación de estos parámetros requerirá el criterio de experto. El criterio de experto implica transferencia de datos o conocimientos desde sistemas similares en otras cuencas o de tramos próximos río arriba o río abajo del tramo escogido para el muestreo (Thorne *et al.* 1997).

Muestreo de campo

El muestreo de campo se realiza en las unidades de muestreo previamente definidas en el SIG. Cualquier cambio en la localización del tramo ha de ser debidamente anotado para recalcular las métricas basadas en SIG. Es conveniente hacer fotografías con el fin de mejorar la calidad de la evaluación. Hay que completar los protocolos de campo y, a ser posible, comprobar los resultados obtenidos previamente con el SIG. El muestreo de campo debería incluir un recorrido a lo largo del curso fluvial, atravesando el cauce a ser posible en más de un punto para poder valorar adecuadamente ambas orillas. En grandes ríos puede ser preferible hacer un recorrido integral del tramo con barca.

Temporalización del muestreo

La adecuación temporal del muestreo queda determinada por las características de las métricas que hay que evaluar en cada caso. El efecto de las barreras tendrá que ser

- valorado en los periodos críticos de migración de las truchas o de las especies propias de cada sistema, de la misma forma que los parámetros relativos a la vegetación de ribera deben ser evaluados en primavera o en verano (de mayo a septiembre).

Elementos y parámetros utilizados para la medida de la calidad hidromorfológica

En referencia a los elementos de calidad hidromorfológica que hay que tener en cuenta en cada una de las redes de control, la DMA establece que la red de vigilancia debe incluir todos los elementos de calidad que se consideren relevantes, mientras que la red de control operativo debería contemplar sólo aquellos elementos más sensibles a las presiones que afectan a la masa de agua (Tabla 3). El control de investigación está pensado para dar respuesta a situaciones específicas, por lo que no tiene definidos unos elementos de calidad a tener en cuenta, sino que éstos variarán en función del caso concreto para el cual se haya establecido el control.

Con esta perspectiva, y teniendo en cuenta los elementos y los parámetros de calidad hidromorfológica que se proponen tanto en la propia Directiva Marco del Agua como en la *Guidance of Monitoring* (European Commission

2003a), se ha considerado adecuada la utilización de los siguientes elementos y parámetros hidromorfológicos:

- Para el control de vigilancia se han considerado indicadores que hacen referencia a los tres elementos de calidad hidromorfológica: régimen hidrológico, continuidad fluvial y condiciones morfológicas.
- En el control operativo no es necesario hacer una valoración de todos los elementos hidromorfológicos, sino solamente de los más sensibles a las presiones que afectan a la masa de agua. El conocimiento previo de las presiones permite un análisis más preciso de los elementos de calidad que son sensibles a ellas. Parece entonces adecuado el uso de parámetros y indicadores capaces de aportar una información más exhaustiva aunque resulten más costosos de aplicar (Tabla 3).
- Los elementos y parámetros considerados en el control de investigación dependen de cada caso. Las causas que hacen recomendable la puesta en marcha de un control de investigación son las mismas que determinan qué elementos de calidad y qué parámetros son los adecuados. En términos generales, dada la excepcionalidad de este tipo de control, se requerirá de un análisis en profundidad de las problemáticas detectadas y, por lo tanto, del mismo tipo de parámetros e indicadores propuestos para el control operativo.

Tabla 3. Elementos, parámetros y métricas usadas en el control de vigilancia y en el control operativo.

Elementos	Parámetros	Métricas e índices	
		Control de vigilancia	Control operativo
Régimen hidrológico	Cumplimiento de los caudales de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Relación entre caudales medidos y caudales ambientales o de mantenimiento (<i>medidas puntuales</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Relación entre caudales medidos y caudales ambientales o de mantenimiento (<i>medidas en continuo</i>)
	Alteración del régimen hidrológico. Desviación respecto al caudal en régimen natural	<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores de alteración hidrológica (IHA) según la aproximación del rango de variabilidad (RVA), en estaciones de aforo automatizadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicadores de alteración hidrológica (IHA) según la aproximación del rango de variabilidad (RVA)
Continuidad fluvial	Continuidad en el canal fluvial	<ul style="list-style-type: none"> • Número y valoración de las barreras (índice de conectividad fluvial - ICF) 	<ul style="list-style-type: none"> • Medidas de las comunidades ictícolas a ambos lados de las barreras
Condiciones morfológicas	Estructura y substrato del cauce	<ul style="list-style-type: none"> • Grado de encauzamiento • Índice de hábitat fluvial (IHF) 	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de hábitat fluvial (IHF)
	Estructura de la zona de ribera	<ul style="list-style-type: none"> • Naturalidad de la ribera según los usos del suelo • Índice de calidad del bosque de ribera (QBR) 	<ul style="list-style-type: none"> • Índices de calidad del bosque de ribera (QBR) y de la vegetación fluvial (IVF)

Valoración de los elementos de calidad a partir de los parámetros

La Directiva Marco del Agua establece que los elementos de calidad hidromorfológica tienen que servir para diferenciar entre el muy buen estado ecológico y el buen estado ecológico de aquellas masas de agua en las que los elementos de calidad biológicos y fisicoquímicos alcanzan las condiciones de referencia o similares (el muy buen estado). La valoración de la calidad hidromorfológica se determinará a través de los valores obtenidos en los diferentes elementos, que al mismo tiempo habrán sido evaluados a través de la caracterización de unos determinados parámetros. Hay que remarcar que no todos los parámetros analizados son posteriormente utilizados como indicadores de los elementos de calidad hidromorfológica, pero sí se usan para la caracterización de los tramos evaluados.

Régimen hidrológico

La naturalidad del régimen hidrológico se evalúa de forma diferente según se realice un control de vigilancia o un control operativo. En el caso del control de vigilancia, se evalúa a través del cumplimiento de los caudales ambientales o de mantenimiento calculados en cada tramo fluvial. En el caso del control operativo, a través del cumplimiento de los caudales ambientales o de mantenimiento y de la alteración del régimen hidrológico (índice IHA).

El índice IHA también puede ser aplicado en estaciones de aforo automatizadas dentro del control de vigilancia. Este valor se complementará, en las masas de agua donde se pueda calcular, con el valor del cumplimiento de los caudales ambientales o de mantenimiento asignados a cada masa de agua.

Cumplimiento de los caudales ambientales o de mantenimiento

El cumplimiento del caudal de mantenimiento se evalúa a través de una comparación de las medidas de caudales reales, ya sean medidas puntuales realizadas manualmente por un muestreador o medidas en continuo de una estación de aforo, con los caudales ambientales o de mantenimiento que se han predefinido para cada tramo de río. Estos caudales se han fijado con el objetivo de limitar la explotación y extracción de agua del medio fluvial para garantizar un buen funcionamiento del ecosistema.

La medida del cumplimiento de los caudales ambientales o de mantenimiento se aplicará a todas las masas de

agua, aunque la metodología seguida variará ligeramente en función de si los tramos o masas de agua fluviales están o no sometidos a alguna presión relacionada con la regulación, las extracciones de agua o las derivaciones hacia minicentrales hidroeléctricas (véase la Figura 1). En estos casos, que son los susceptibles de incumplir los caudales de mantenimiento por causas antrópicas, el cumplimiento de caudales ambientales se evaluará de forma conjunta al elemento de calidad de continuidad fluvial, dado que ambos van asociados a infraestructuras transversales al cauce del río que provocan una posible discontinuidad en el canal y que son a su vez potenciales puntos de captación de agua que pueden causar un incumplimiento del caudal ambiental o de mantenimiento.

En general, sin embargo, se considerará que aquellos tramos o masas de agua donde no haya infraestructuras transversales al flujo del agua que alteren el régimen y magnitud del caudal, alcanzan el máximo nivel de calidad en lo que respecta a la conectividad fluvial. En cuanto a la naturalidad del régimen hidrológico, en caso de no cumplir los caudales de mantenimiento se considerará no evaluable, ya que a pesar de no tener infraestructuras en la masa de agua a evaluar, la alteración del régimen hidrológico puede venir de aguas arriba.

Los pasos a seguir para determinar si en un punto se cumplen o no los caudales de mantenimiento y para asignar un nivel de calidad a partir del cumplimiento de estos caudales, se resumen en la Figura 1, y se explican a continuación.

Asignación del caudal ambiental o de mantenimiento (QM)

Para la asignación de un régimen de caudales ambientales o de mantenimiento se buscarán estudios concretos referentes a cada tramo fluvial. Hoy en día existen diversos métodos de análisis para el establecimiento de regímenes de caudales ambientales (Anexo I). En caso de no existir estudios contrastados se procederá a establecer un régimen de caudales ambientales siguiendo el método QPV explicado más adelante.

En el caso de los ríos de las cuencas internas de Cataluña, el caudal de mantenimiento se asignará según lo que se establece en el *Plan Sectorial de Caudales de Mantenimiento en las Cuencas Internas de Cataluña* (Agència 2005) (www.gencat.net/aca).

Es importante que el régimen de caudales ambientales o de mantenimiento siga una modulación temporal. Al mismo tiempo, el régimen de caudales ambientales o de mantenimiento a respetar en cada punto fluvial no puede

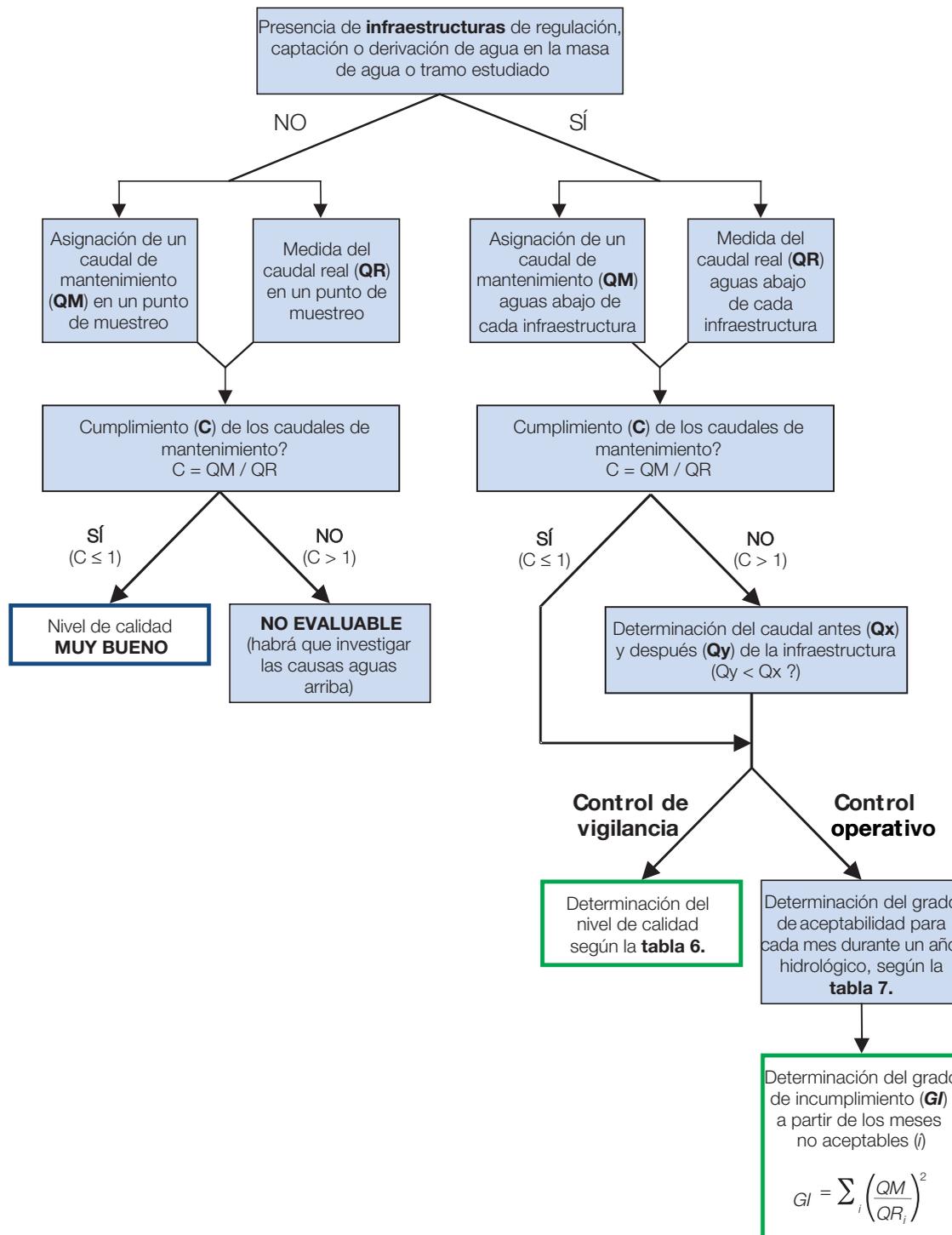


Figura 1. Esquema de los pasos a seguir hasta la obtención de un nivel de calidad según el cumplimiento de los caudales de mantenimiento, para el control de vigilancia y para el operativo.

ser nunca superior al caudal que, de forma natural, esté circulando en cada momento. El artículo 59.7 del texto refundido de la Ley de aguas (Real Decreto Legislativo 1/2001) expone literalmente: “Los caudales ecológicos o demandas ambientales no tienen carácter de uso... y se

consideran como una restricción que se impone con carácter general a los sistemas de explotación”. Al ser considerados como restricción, y no como uso, no se tienen que garantizar en la totalidad de su magnitud y de manera constante, sino solamente cuando, de manera

natural, circulen por el punto analizado. Así pues, el caudal de mantenimiento se tiene que garantizar si aguas arriba de la explotación el caudal circulante es igual o superior. Si el caudal circulante antes de su detracción, uso o explotación, de manera natural, es inferior al caudal de mantenimiento fijado, el caudal que hay que satisfacer desde la explotación o infraestructura de regulación pasa a ser el mismo que el circulante.

Método QPV para el cálculo del caudal de mantenimiento

Este método se utilizará en el caso de no poseer estudios específicos y contrastados que determinen un régimen de caudales ambientales en el tramo o masa fluvial a analizar. El método de caudales de porcentajes variables (QPV) es una adaptación del método Tennant que se calcula a partir de un porcentaje sobre el caudal medio interanual que varía en función de la magnitud de éste. El método se basa en la aportación anual conocida en el tramo fluvial analizado, y fija el caudal básico graduando los porcentajes en función del rango de caudales medios interanuales (Tabla 4).

Tabla 4. Tabla para calcular el caudal básico en función del caudal medio interanual mediante el método QPV.

Caudal medio Q (m^3/s)	Caudal básico QPV Q_b (m^3/s)
$Q < 0,125$	0,025
$0,125 < Q < 2$	20% Q (máximo de 0,3)
$2 < Q$	15% Q

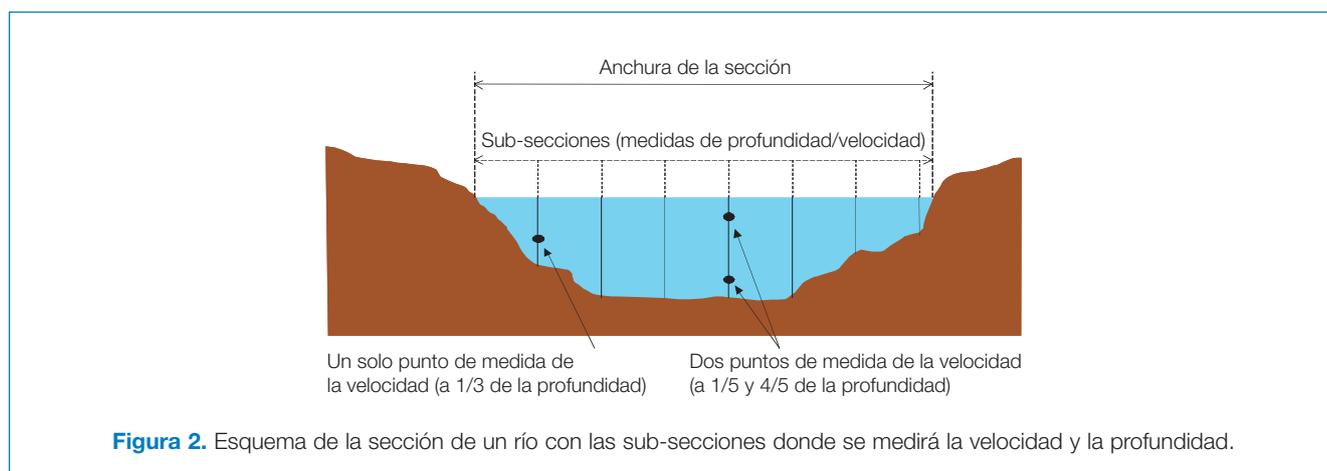
Para obtener el caudal de mantenimiento será necesario multiplicar el caudal básico QPV por 0,8 en los meses de julio, agosto y septiembre. Para el resto de meses se utilizará el valor del QPV como caudal ambiental.

Cálculo del caudal real

En el control de vigilancia el caudal real se obtendrá a través de una medida puntual que se realizará en el campo en el mismo momento en que se evalúe la continuidad del canal fluvial. En el control operativo será necesario, como mínimo, un dato mensual durante todo un año hidrológico (de octubre a septiembre, 12 datos en total como mínimo). Estos datos pueden obtenerse a través de datos de una estación de aforo o, en caso de no disponer de una estación en el punto necesario, mediante medidas manuales de caudal.

Para calcular el caudal real que pasa por un punto determinado cuando no haya ninguna estación de aforo, será necesario:

- Determinar una sección que sea representativa del tramo fluvial que se quiere analizar. Es preferible escoger un segmento de río rectilíneo donde la profundidad, la anchura, la velocidad y la pendiente sean lo más uniformes posible. Es imprescindible que por la sección seleccionada pase todo el caudal del río, y que haya las mínimas turbulencias.
- La profundidad mínima para que se pueda realizar la medida es de 0,10 m.
- Es preferible la ausencia de plantas acuáticas, nieve y cristales de hielo. Si es necesario se limpiará la sección a aforar y se indicará en la hoja de campo que se ha realizado esta operación.
- Para determinar el caudal hay que medir la velocidad del agua y el área de la sección. La sección escogida se dividirá en sub-secciones, cuya anchura será como máximo del 20 % de la anchura total del río y nunca superior a los 2 metros (Figura 2), y en cada una de ellas se medirá la velocidad del agua, aproximadamente a



- 1/3 de la distancia entre el fondo y la superficie, y la profundidad. Para calcular el caudal que pasa por la sección se sumaran los caudales de cada sub-sección:

Caudal en una sub-sección: $Q_i = V_i A_i$

Caudal total: $Q_T = \sum Q_i$

donde V_i es la velocidad del agua en la sub-sección y A_i es el área de la sub-sección.

Determinación del cumplimiento de los caudales de mantenimiento

Se determinará el nivel de cumplimiento del caudal de mantenimiento (C) según la siguiente fórmula:

Fórmula

$$C = \frac{QM}{QR}$$

Parámetros

QM = Caudal de mantenimiento exigido en el momento de la medida

QR = Caudal medido *in situ* o en estaciones de aforo

Esta fórmula se aplicará sobre un solo dato de caudal en el control de vigilancia y sobre un mínimo de doce medidas mensuales de un año hidrológico completo para el control operativo.

Si se cumplen los caudales de mantenimiento ($C \leq 1$), se determinará directamente el nivel de calidad (véase el apartado siguiente). Si se incumplen, habrá que analizar las infraestructuras o afecciones causantes. El incumplimiento de los caudales de mantenimiento se penalizará en la valoración de la calidad hidromorfológica siempre y cuando sea debido a causas antrópicas.

Se evaluarán las infraestructuras existentes o afecciones dentro de la masa de agua fluvial relacionadas con la regulación y/o extracción de agua, y/o la derivación de caudales.

Se analizarán:

- Tramos situados aguas abajo de infraestructuras con capacidad de regulación
- Tramos situados dentro de la zona de influencia de una extracción o derivación de agua:
 - Por debajo de un azud con captación para usos consuntivos
 - Entre la derivación y el retorno de una minicentral hidroeléctrica u otros usos no consuntivos.

En estos puntos se comprobará el cumplimiento del caudal de mantenimiento aguas abajo de la captación, derivación o regulación. Si no se cumplen los caudales de mantenimiento ($C > 1$), se compararán el caudal antes (Q_x) y después (Q_y) de la infraestructura:

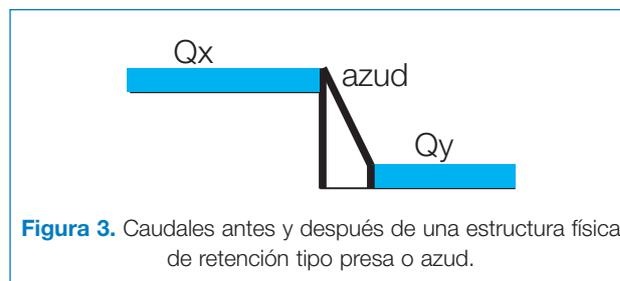


Figura 3. Caudales antes y después de una estructura física de retención tipo presa o azud.

Cuando el caudal después de la infraestructura (Q_y) sea inferior al caudal antes de la infraestructura (Q_x), resulta evidente que la infraestructura es causante o por lo menos agravante del hecho que se incumpla el caudal de mantenimiento aguas abajo. En estos casos se penalizará el incumplimiento tal y como se explica en el apartado siguiente “Determinación de los niveles de calidad”.

Determinación de los niveles de calidad

El nivel de calidad según el cumplimiento de los caudales de mantenimiento se determinará de una manera o de otra según se trate del control de vigilancia o del operativo.

Control de vigilancia

En el control de vigilancia, se dispone de un único dato de caudal, por lo tanto el nivel de calidad se determinará directamente según la Tabla 5 o 6. Cuando dentro de la masa de agua existan estaciones de aforo automatizadas, se realizarán también medidas complementarias mediante el índice IHA.

En masas de agua o tramos fluviales en que no hay infraestructuras de captación, derivación o regulación del flujo y no se cumplen los caudales de mantenimiento, el nivel de calidad del cumplimiento de los caudales de mantenimiento se considera no evaluable. En caso de que no haya infraestructuras y se cumplan los caudales de mantenimiento el nivel de calidad es muy bueno. (Figura 1; Tabla 5).

Tabla 5 Niveles de calidad según cumplimiento de caudales de mantenimiento dentro del control de vigilancia en tramos sin infraestructuras de captación, derivación o regulación del flujo.

Nivel de cumplimiento (C)	
< 1	> 1
Muy bueno	No evaluable

Tabla 6 Niveles de calidad según cumplimiento de caudales de mantenimiento dentro del control de vigilancia en tramos con infraestructuras de captación, derivación o regulación del flujo.

		Nivel de cumplimiento (C)			
		< 1	1 - 1,2	1,2 - 2	>2
Qy<Qx	No	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
	Sí	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo

Cuando se cumplan los caudales de mantenimiento aguas abajo de una infraestructura, no se realizará la comparación de los caudales aguas arriba y abajo ya que el resultado no afectaría en la valoración del nivel de calidad.

En caso de existir infraestructuras, el nivel de calidad viene determinado por la tabla 6.

Control operativo

El control operativo, en este caso, nos sirve para validar la eficiencia del programa de medidas. Se considera que el programa de medidas habrá sido eficiente si se cumplen los caudales de mantenimiento para todos los meses del año o bien se demuestra que el incumplimiento es debido a causas naturales y no antrópicas. Así, para cada mes, se obtendrán dos niveles: aceptable o no aceptable, según muestra la Tabla 7.

Tabla 7. Resultados obtenidos en el control operativo en lo que respecta al cumplimiento de los caudales de mantenimiento.

		Nivel de cumplimiento (C)	
		< 1	> 1
Qy<Qx	No	Aceptable	Aceptable
	Sí	Aceptable	No Aceptable

Se aplicará la tabla anterior para cada uno de los valores mensuales, pero se considerará que el programa de medidas ha sido eficiente sólo si se obtiene un resultado aceptable en todos los meses.

Para obtener una medida del grado de incumplimiento en el control operativo se sumarán los resultados del nivel de cumplimiento (C) de aquellos meses en que el resultado sea no aceptable, según la Tabla 7. Para hacer el sumatorio se utilizarán los valores al cuadrado de manera que en el valor final de la suma tengan más peso los casos en los que el caudal real queda muy por debajo del caudal de mantenimiento.

Fórmula	$GI = \sum_i \left(\frac{QM}{QR_i} \right)^2$
Parámetros	<p>GI = Grado de incumplimiento</p> <p>QM = Caudal de mantenimiento exigido en el momento de la medida</p> <p>QR = Caudal medido <i>in situ</i> o en estaciones de aforo para el mes <i>i</i></p>

En función del valor final del sumatorio del grado de incumplimiento (GI) se establecen tres categorías de infracción:

- Incumplimiento **leve** (color amarillo): cuando $GI < 10$
- Incumplimiento **elevado** (color naranja): cuando $10 < GI < 30$
- Incumplimiento **grave** (color rojo): cuando $GI > 30$

Alteración del régimen hidrológico

En este documento se expone un método que permite determinar unos objetivos en cuanto a naturalidad del régimen hidrológico, así como un rango de valores para cada objetivo que permiten determinar si el régimen hidrológico de un sistema fluvial se encuentra en un estado alterado o, al contrario, en un estado relativamente natural. Esta metodología se basa en los trabajos de Richter (1996, 1997), y su principio es la caracterización de los atributos del régimen de caudal con significado ecológico y su transposición a una serie de objetivos de gestión. Estos objetivos pueden ser entonces usados como guía para el diseño de planes de medidas específicas para la restauración de la naturalidad del régimen hidrológico, como exige la Directiva Marco del agua.

El paradigma de la naturalidad del régimen hidrológico indica que el rango completo de variación intra e interanual del régimen hidrológico, así como las características asociadas de temporalidad, duración, frecuencia y tasas de cambio, son críticas en el mantenimiento de la biodiversidad y de la integridad de los ecosistemas acuáticos (Poff 1996).

Las características de la hidrología son útiles y apropiadas para evaluar la integridad del ecosistema a lo largo del tiempo por varias razones:

1. Muchas características abióticas del ecosistema fluvial varían de acuerdo a las condiciones hidrológicas, incluyendo el oxígeno disuelto, la temperatura del agua, los

- sólidos en suspensión, la distribución de medidas de partículas en el cauce y la estabilidad del sustrato (e.g., Ward y Stanford 1983, Allan 1995, Richter *et al.* 1996).
- 2. A gran escala, la morfología del canal y de la llanura aluvial viene determinada por los procesos fluviales causados por el caudal, y especialmente por los caudales elevados (Leopold *et al.* 1964).
- 3. En contraste con los registros de monitoreo biológicos, que son relativamente cortos y con medidas estacionales, las series de caudal son mucho más largas, de precisión diaria y disponibles para una elevada variedad de ríos (de 4 a 10 órdenes fluviales), cosa que permite inferir de forma más robusta el efecto antrópico sobre los ecosistemas fluviales.

Metodología utilizada

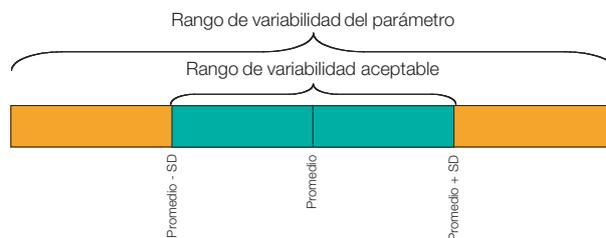
El método empleado sigue los principios de la aproximación según el Rango de Variabilidad (RVA) de Richter *et al.* (1997). El RVA se utiliza actualmente en Estados Unidos, en Canadá y en Sudáfrica como herramienta de diagnóstico habitual (Tharme 2003).

Aproximación según el rango de variabilidad (RVA)

El RVA tiene básicamente 6 pasos:

1. El rango natural de variabilidad en el régimen hidrológico se caracteriza mediante un conjunto de 33 parámetros hidrológicos de relevancia ecológica. Estos se determinan en series de caudal medio diario de sistemas fluviales no afectados por la actividad humana o bien en series simuladas de caudal restituido o de régimen natural. En el caso de los ríos de las cuencas internas de Cataluña se puede utilizar el estudio de actualización de la evaluación de recursos hídricos de las cuencas internas de Cataluña (Agència, 2002). Para cada indicador se calculan las medias anuales y su desviación estándar a lo largo de la serie.
2. Se determinan los objetivos para cada uno de los 33 indicadores usados (véanse los Indicadores de Alteración de la Hidrología (IHA) más adelante). El principio fundamental es que el sistema fluvial ha de ser gestionado de tal manera que el valor anual de los indicadores calculados sobre las series de caudal de las estaciones de aforo esté dentro del rango de variación determinado en el paso 1. Así pues, los objetivos de gestión para cada indicador se expresan como un rango de valores aceptables. Los objetivos son el límite superior e inferior del rango determinados a partir de la

media \pm desviación estándar (SD). Aún así, hay que remarcar que la amplitud del rango no tiene por qué ser la misma para cada indicador, pudiendo usarse 2 SD en aquellos casos en que se considere oportuno.



3. Usando los objetivos de gestión determinados con el RVA, el equipo de gestores fluviales ha de diseñar un conjunto de planes de medidas que permitan alcanzar dichos objetivos en todos o casi todos los años.
4. Simultáneamente a la aplicación de los planes de medidas para recuperar la naturalidad del régimen hidrológico, se ha de comenzar o continuar un estudio diseñado específicamente para valorar los efectos de los planes de medidas sobre el ecosistema fluvial. Los objetivos de gestión determinados con el RVA son en realidad intermediarios para alcanzar los objetivos de estado ecológico, de manera que el estudio de evaluación del plan de medidas debería incluir medidas sobre indicadores biológicos, fisicoquímicos e hidromorfológicos. El conocimiento adquirido a través de estos estudios de evaluación ayudará a valorar la eficacia de los planes de medidas implementados y a decidir si los objetivos determinados con el RVA eran apropiados.
5. Al final de cada año, los 33 indicadores sobre naturalidad del régimen hidrológico son calculados y se comparan con los objetivos de gestión determinados con el RVA para comprobar si los planes de medidas son efectivos o no.
6. Se repiten los pasos 2-5, incorporando los resultados de los años precedentes así como los resultados de los estudios de evaluación para revisar los planes de medidas en caso necesario.

Caracterización del régimen hidrológico

Richter *et al.* (1996) y Poff (1996) sugieren que hay 5 componentes críticos del régimen hidrológico que regulan los procesos ecológicos en los ecosistemas fluviales: la magnitud del caudal, la frecuencia de caudales por encima o por debajo de ciertas magnitudes, el tiempo en que el caudal se mantiene en determinadas condiciones, la temporalidad o predictibilidad de caudales de ciertas magnitudes

y la tasa de cambio de los caudales. Hay multitud de variables que definen diferentes aspectos del régimen hidrológico y por otro lado, no hay ninguna variable que represente por sí sola los procesos importantes para el funcionamiento del ecosistema fluvial. Aún así, es posible aislar los indicadores clave de los 5 componentes críticos

previamente mencionados (Clausen y Biggs 1997, 2000). Los indicadores usados son básicamente los **Indicadores de Alteración de la Hidrología** (IHA) propuestos por Richter *et al.* (1997), que se exponen a continuación junto con los aspectos del ecosistema influenciados por cada uno de estos componentes críticos.

Magnitud del caudal a escala mensual

Parámetro hidrológico	Influencias en el ecosistema
Caudal medio mensual	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de hábitat para los organismos acuáticos. • Humedad del suelo para las comunidades vegetales de ribera. • Disponibilidad de agua para los organismos terrestres. • Disponibilidad de alimentos para mamíferos. • Acceso de los depredadores a las áreas de freza.
<i>Subtotal 12 parámetros</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Influencias sobre la temperatura del agua, los niveles de oxígeno y la fotosíntesis en la columna de agua.

Magnitud y duración de las condiciones extremas del caudal a escala anual

Parámetro hidrológico	Influencias en el ecosistema
Mínimo anual, media de 1 día.	<ul style="list-style-type: none"> • Balance de competitividad entre organismos oportunistas y organismos especializados.
Mínimo anual, medias de 3 días.	
Mínimo anual, medias de 7 días.	<ul style="list-style-type: none"> • Creación de espacios para la colonización de vegetales terrestres.
Mínimo anual, medias de 30 días.	
Mínimo anual, medias de 90 días.	<ul style="list-style-type: none"> • Estructuración del ecosistema acuático por factores abióticos versus factores bióticos.
Máximo anual, media d'1 día.	
Máximo anual, medias de 3 días.	<ul style="list-style-type: none"> • Estructuración de la morfología del canal fluvial y de las condiciones físicas del hábitat.
Máximo anual, medias de 7 días.	
Máximo anual, medias de 30 días.	<ul style="list-style-type: none"> • Estrés hídrico en los vegetales de ribera.
Máximo anual, medias de 90 días.	
Número de días sin caudal.	<ul style="list-style-type: none"> • Deshidratación en organismos terrestres.
Caudal basal: mínimo de 7 días / caudal medio anual.	
<i>Subtotal 12 parámetros</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Estrés anaeróbico en vegetales de ribera. • Cantidad de nutrientes intercambiables entre ríos y llanuras aluviales. • Duración de las condiciones estresantes como bajas concentraciones de oxígeno y contaminantes químicos orgánicos para los organismos acuáticos. • Distribución de las comunidades vegetales en la llanura aluvial, brazos abandonados y pozas adyacentes al curso fluvial. • Duración de los caudales elevados para disposición de residuos y para regeneración de sedimentos del cauce.

Temporalidad de las condiciones extremas del caudal a escala anual

Parámetro hidrológico	Influencias en el ecosistema
Día Juliano del mínimo diario del año.	<ul style="list-style-type: none"> • Compatibilidad de los ciclos de vida con los organismos. • Predictibilidad del estrés para los organismos.
Día Juliano del máximo diario del año.	
<i>Subtotal 12 parámetros</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a hábitats especiales durante la reproducción o para evitar la depredación. • Zonas de freza para peces migradores. • Evolución de las estrategias de vida y de las pautas de comportamiento.

● **Frecuencia y duración de los pulsos de caudal elevado y bajo**

Parámetro hidrológico	Influencias en el ecosistema
Número de pulsos de caudal bajo por año.	<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia y magnitud de las condiciones de estrés hídrico para los vegetales de ribera.
Número medio de días de duración de los pulsos de caudal bajo.	<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia y duración del estrés anaeróbico para los vegetales de ribera.
Número de pulsos de caudal elevado por año.	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de hábitat en la llanura aluvial para los organismos acuáticos. • Intercambios de nutrientes y de materia orgánica entre el río y la llanura aluvial. • Disponibilidad de minerales del suelo.
Número medio de días de duración de los pulsos de caudal elevado.	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso de las aves acuáticas a zonas de alimentación, descanso i reproducción.
<i>Subtotal 4 parámetros</i>	Influencias en el transporte de materiales del cauce, en la textura de los sedimentos del canal y en la perturbación por movilidad de substrato durante los pulsos de caudal elevado.

Tasa y frecuencia de los cambios en las condiciones del caudal de agua.

Parámetro hidrológico	Influencias en el ecosistema
Tasas de cambio negativo: media de todas las diferencias negativas entre días consecutivos.	<ul style="list-style-type: none"> • Estrés hídrico en vegetales de ribera. • Aislamiento de los organismos en islas o en la llanura aluvial.
Tasas de cambio positivo: media de todas las diferencias positivas entre días consecutivos.	<ul style="list-style-type: none"> • Estrés de deshidratación en los organismos de la zona limítrofe entre ecosistema fluvial y terrestre.
Número de puntos de inflexión hidrológicos	
<i>Subtotal 3 parámetros</i>	
Total 33 parámetros	

Para la determinación de todos estos parámetros se utiliza una aplicación de software desarrollada por The Nature Conservancy (The Nature Conservancy 2005). Esta aplicación se puede obtener libremente desde internet (<http://www.freshwaters.org/tools/index.shtml>) o (<http://www.gen-cat.net/aca>), y va acompañada de un manual explicativo de sus posibilidades y su funcionamiento. Hay que introducir una serie de caudal con datos medios diarios y permite ajustar tanto los datos como el tipo de análisis a realizar en función de los intereses del usuario. Una de las posibilidades es obtener las medias y las desviaciones estándar para los 33 Indicadores de Alteración de la Hidrología (IHA).

En el control operativo se registrarán series de caudal en aquellos tramos fluviales bajo presión significativa para regulación del flujo de agua. Una vez obtenidas estas series, y mediante el software presentado anteriormente, se procederá al cálculo de los 33 parámetros con datos de caudal reales y con datos de caudal en régimen natural, y a la posterior comparación de los resultados. Una vez determinados los parámetros hidrológicos más afectados por la regulación, se podrá proceder al diseño del plan de medidas y al desarrollo del protocolo del RVA previamente descrito.

Según el grado de cumplimiento de los IHA, se obtendrá un nivel de calidad que se refleja en la Tabla 8.

Tabla 8. Nivel de calidad según el cumplimiento de los IHA.

Nivel de calidad	Cumplimiento de los IHA
Muy bueno	> 80%
Bueno	80 – 60%
Moderado	60 – 40%
Deficiente	40 – 20%
Malo	< 20%

Valoración del régimen hidrológico

Control de vigilancia

La naturalidad del régimen hidrológico se evalúa en el control de vigilancia según el análisis del cumplimiento de los caudales ambientales o de mantenimiento asignados a cada masa de agua. Así pues, el nivel de calidad final de este elemento será directamente el nivel de calidad obtenido en la evaluación del cumplimiento de este parámetro (véanse las tablas 5 y 6). En caso de que en una masa de agua haya más de una infraestructura de captación, derivación o regulación, el nivel de calidad

será el que corresponda a la infraestructura más restrictiva. De todas formas, en aquellas masas de agua donde haya estaciones de aforo automatizadas, se recomienda complementar la valoración del cumplimiento de los caudales ambientales con la valoración de la alteración del régimen de caudales mediante el índice IHA (Tabla 9).

Control Operativo

La naturalidad del régimen hidrológico se evalúa en el control operativo según la combinación del cumplimiento de los IHA y el cumplimiento de los caudales de mantenimiento tal y como se refleja en la tabla 10.

Continuidad fluvial

Para garantizar la funcionalidad de todo el ecosistema fluvial, los ríos no deben tener barreras que rompan la continuidad longitudinal. En concreto, la conectividad fluvial es imprescindible para:

- Restaurar las poblaciones naturales – autóctonas – de peces de un río o una cuenca. Por ejemplo, para permitir la recolonización de la anguila, la lamprea marina o el esturión, especies claramente migratorias fuertemente amenazadas por los obstáculos presentes al río.
- Permitir la recolonización de áreas afectadas por vertidos y otras alteraciones, donde se hayan eliminado total o parcialmente las poblaciones de peces autóctonos.

- Permitir la dispersión de alevines y juveniles; favorecer el refuerzo de las poblaciones autóctonas – y evitar la endogamia – tanto en zonas de trucha como de ciprínidos y de otros grupos no necesariamente migradores.

De esta forma, el objetivo final de incrementar la conectividad es mejorar la conservación de las especies autóctonas potencialmente presentes en una cuenca o parte de ella – no las alóctonas (translocadas o introducidas) -. Los pasos para peces no tienen porque favorecer la dispersión de las especies indeseadas; las especies alóctonas ya han sido o son dispersadas por algunas actividades poco respetuosas.

La mejora de la conectividad fluvial debe facilitar el desplazamiento de los peces río arriba y río abajo. A pesar de que este último desplazamiento suele ser más fácil, las grandes presas también dificultan los movimientos hacia abajo. Una medida es la habilitación de pasos para peces en esas barreras que no puedan ser eliminadas. En general, los mejores dispositivos que permiten los desplazamientos en los dos sentidos son aquellos más parecidos a un río, como los canales laterales o ríos artificiales.

Restablecer la conectividad fluvial para los peces es uno de los objetivos de la DMA. Ya estaba contemplado previamente al *Tratado de Bonn sobre la protección de las especies animales silvestres migradoras* (Ap. I i II, 23/6/1979), el *Tratado de Berna sobre la preservación de la fauna silvestre* (Ap. I, II, II i IV, 19/7/1979) y el *Reglamento del Consejo de Europa sobre la Conservación de los Hábitats Naturales, flora y fauna silvestres* (92/43/EEG, 21/5/1992).

Tabla 9. Nivel de calidad según el régimen hidrológico en un control de vigilancia.

		Cumplimiento de los IHA				
		Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Niveles de calidad según el cumplimiento de los caudales ambientales o de mantenimiento	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
	Bueno	Bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Deficiente	Malo
	Deficiente	Moderado	Deficiente	Deficiente	Deficiente	Malo
	Malo	Malo	Malo	Malo	Malo	Malo

Tabla 10. Nivel de calidad según el régimen hidrológico en un control operativo.

		Cumplimiento de los IHA				
		Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
Cumplimiento caudales de mantenimiento	Aceptable	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo
	No Aceptable	Malo				

● **Conectividad en el canal fluvial – Índice de Conectividad Fluvial (ICF)**

- Las barreras físicas situadas dentro del espacio fluvial representan un obstáculo potencial para las comunidades de peces y para otras especies semi-acuáticas, incluso las terrestres, ya que alteran las condiciones del ecosistema fluvial y aíslan diferentes tramos de río impidiendo la función del río como corredor biológico.

La existencia de barreras transversales al canal fluvial tiene importantes consecuencias ecológicas. Provoca una pérdida o alteración del hábitat, ya que se impide el transporte de sedimentos y se altera el perfil natural del río. Además, se crea un efecto barrera para aquellas especies que no sean capaces de superar el obstáculo en cuestión, impidiendo así movimientos migratorios propios de muchas especies.

Es por estos motivos que la evaluación de la conectividad fluvial en los ríos constituye un requisito para determinar si se alcanza o no el muy buen estado ecológico.

El estudio de la conectividad fluvial a nivel de cuenca tendría que actualizarse como mínimo cada 6 años. La valoración de la conectividad fluvial debe realizarse, como ya se ha comentado, conjuntamente con la evaluación del cumplimiento del caudal de mantenimiento, ya que ambos estudios se realizan sobre las mismas infraestructuras de derivación o detracción de caudales, o alteración del régimen. La época de realización del estudio de la conectividad estará en función de las especies presentes en el tramo de río o masa de agua que se evalúe:

- Tramos donde sólo hay truchas: el estudio de la conectividad se realizará preferentemente en la época de migración de esta especie, es decir, entre finales de otoño y principios de invierno.
- Tramos donde hay truchas y otras especies: el estudio se realizará en la época de migración de las truchas. En los tramos donde se obtenga un nivel de calidad inferior a bueno se realizará una segunda evaluación en la época de más caudal del río.
- Tramos donde no hay truchas: el estudio de la conectividad se realizará en la época de más caudal del río.

Esta diferenciación va ligada a los diferentes movimientos migratorios de la ictiofauna, dado que las truchas son las que presentan movimientos migratorios más importantes y definidos, mientras que el resto de especies realizan movimientos migratorios menos importantes y de una forma

menos definida en el tiempo. El hecho de medir la conectividad en los periodos de más caudal permite comprobar si, en algún momento, la infraestructura deja de tener un efecto barrera y permite la dispersión aguas arriba de las especies, impidiendo así problemas de aislamiento de las poblaciones.

La medida de la conectividad fluvial se realizará mediante la aplicación del índice de conectividad fluvial (ICF) que se presenta en este mismo apartado.

Clasificación de la ictiofauna

Para la aplicación del índice ICF será necesario diferenciar previamente los tramos fluviales o masas de agua en función de las comunidades propias existentes o las que le corresponderían en condiciones naturales sin alterar (especies autóctonas). Las aguas de los cursos fluviales están habitadas por diversas especies de peces, con diferentes capacidades de salto y, por lo tanto, diferentes capacidades para superar barreras. De esta manera, un determinado obstáculo puede suponer una barrera infranqueable para algunas especies y no serlo para otras. En este sentido, se han agrupado las especies piscícolas en función del tipo de migraciones y de la capacidad para superar obstáculos (Tabla 11). Hay que remarcar que en esta clasificación no están todas las especies de los ríos catalanes, sino sólo aquellas que presentan movimientos migratorios más o menos importantes y que, por lo tanto, son de interés para este estudio. En base a esta clasificación, la fauna de otros ríos de fuera de Cataluña también puede incluirse en uno de los grupos.

Clasificación general de las barreras

Es importante clasificar el tipo de barreras fluviales antes de valorar la conectividad fluvial. La combinación entre el tipo de barrera y el conocimiento de las especies piscícolas propias de cada tramo o masa de agua es imprescindible para la correcta valoración. Podemos clasificar las barreras en dos grandes grupos:

- Pequeñas presas: Son azudes o cualquier otra obra de origen antrópico situada transversalmente al río. Su altura no acostumbra a superar los 10 metros y su cota de coronación no supera la terraza aluvial. No tienen capacidad para laminar grandes crecidas (Imagen 1).
- Grandes presas: Son obstáculos de decenas de metros de altura y, por lo tanto, claramente infranqueables por la fauna piscícola (Imagen 2).

En este apartado del protocolo se pretende evaluar el efecto barrera que representan el primer grupo de obstá-

Tabla 11. Agrupación de las especies de peces con mayor movilidad en función de su capacidad para superar obstáculos y su presencia en diferentes tramos de la red fluvial catalana. Se muestran las especies autóctonas y presentes (actualmente o históricamente) en Cataluña.

GRUPO 1 (G1): Especies diádromas litorales de corto recorrido fluvial con baja capacidad para superar obstáculos	
<i>Alosa alosa</i> – sábalo*	<i>Atherina boyeri</i> – pejerrey*
<i>Alosa fallax</i> – saboga	<i>Platichthys flesus</i> – platija*
<i>Liza ramada</i> – lisa	<i>Syngmanthus abaster</i> – aguja de río*
<i>Chelon labrosus</i> – corcón	<i>Pomatoschistus microps</i> – góbido de arena*
<i>Mugil cephalus</i> – mujol cabezudo	<i>Acipenser sturio</i> – esturión* **
<i>Petromyzon marinus</i> – lamprea de mar*	
GRUPO 2 (G2): Especies catádromas de largo recorrido, sin capacidad de salto pero con elevada capacidad para superar obstáculos	
<i>Anguila anguila</i> – anguila	
GRUPO 3 (G3): Especies migratorias intrafluviales de corto recorrido, con capacidad baja o moderada para superar obstáculos. Ciprínidos	
GRUP 3a: Especies grandes, con capacidad moderada para superar obstáculos	GRUP 3b: Especies pequeñas, con muy poca capacidad para superar obstáculos
<i>Barbus graellsii</i> – barbo de Graells	<i>Babotula barbatula</i> – lobo de río
<i>Chondrostoma miegii</i> – madrilla	<i>Barbus haasi</i> – barbo colirrojo
<i>Squalius cephalus</i> – bagre	<i>Barbus meridionalis</i> – barb de montaña
	<i>Phoxinus phoxinus</i> – piscardo
	<i>Salaria fluviatilis</i> – fraile
	<i>Gasterosteus gymnuris</i> – espinoso
	<i>Cottus gobio</i> – cavilat
GRUPO 4 (G4): Especies migradoras intrafluviales con elevada capacidad nadadora y de salto	
<i>Salmo trutta</i> – trucha común	

* Especies que por su distribución y capacidad migratoria no se han utilizado para determinar la capacidad de este grupo para superar obstáculos.

** Especies actualmente desaparecidas en los cursos fluviales de Cataluña.



Imagen 1. Azud en la Noguera de Tor



Imagen 2. Presa de Baserca en la N. Ribagorçana

- culos y determinar la efectividad de los sistemas instalados con el fin de restablecer la conectividad fluvial. En concreto, se evaluarán azudes, vados, traviesas, estaciones de aforo y puentes ferroviarios o de tránsito rodado (Tabla 12) como infraestructuras susceptibles de crear discontinuidades longitudinales en el río.

Un obstáculo puede suponer una barrera para la migración de la ictiofauna en dos direcciones: sentido de la corriente o sentido contrario a la corriente. El índice ICF evalúa el efecto barrera del obstáculo especialmente para las migraciones aguas arriba, pero incorpora también una valoración de los efectos aguas abajo.

Evaluación del efecto barrera de un obstáculo

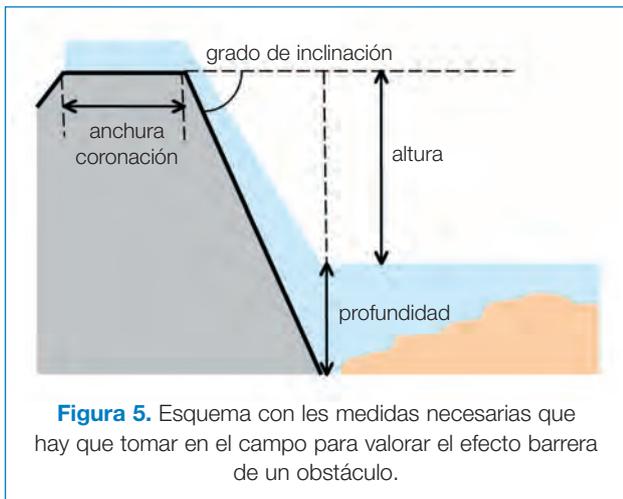
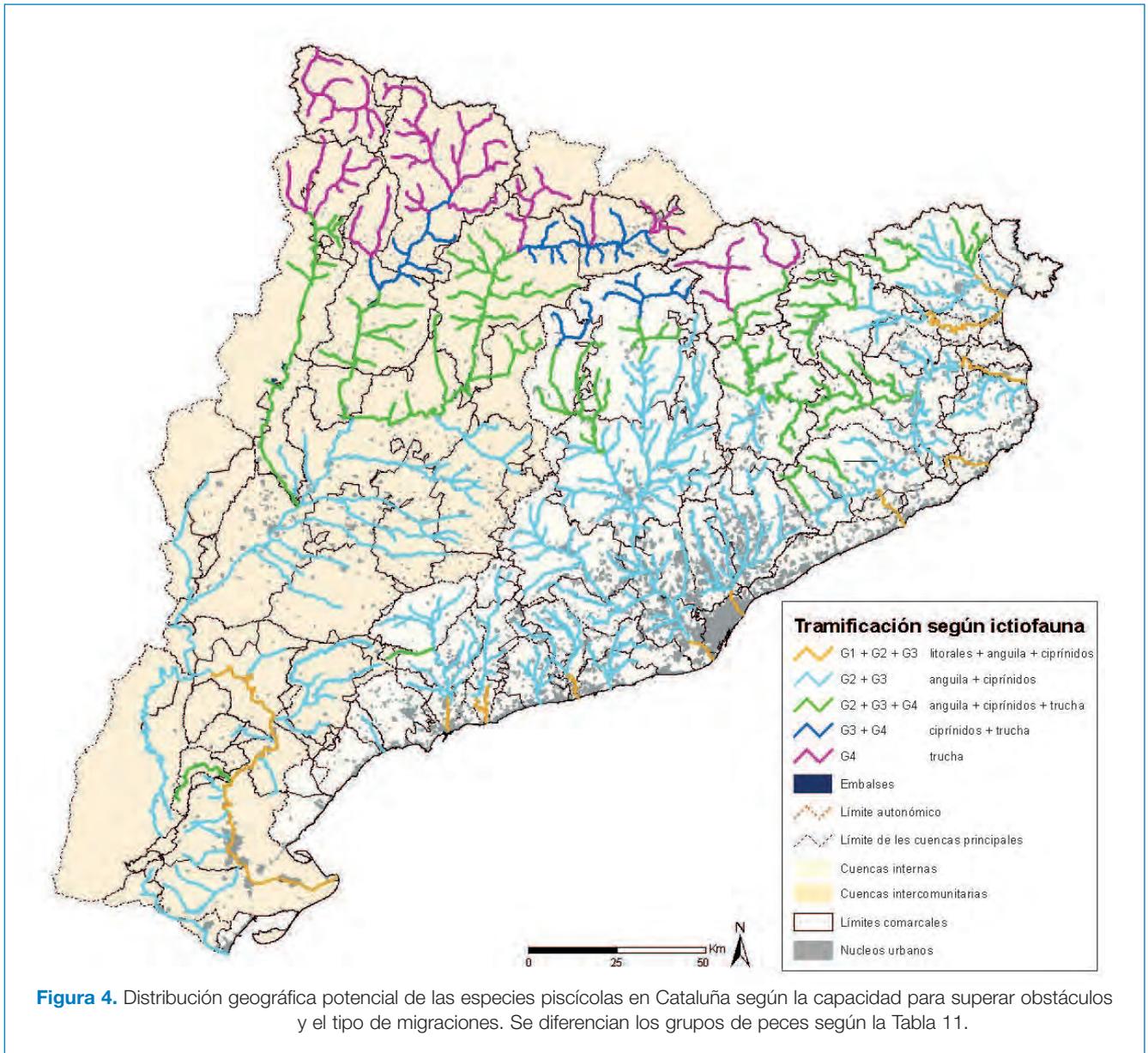
Se valorará un obstáculo como una barrera real si impide el paso de las especies de peces autóctonos que habitan en la zona o históricamente habían vivido en ella (se debe contemplar la posibilidad de que futuros planes de restauración incluyan la reintroducción de estas especies, o que mejoras en las condiciones del hábitat permitan una recolonización). Por eso inicialmente habrá que saber qué especies, de entre las de mayor movilidad, podrían habitar el tramo de río. Se recurrirá a estudios existentes sobre la

zona y, una vez identificada la fauna autóctona potencial, se clasificará según los grupos expuestos en la Tabla 11 para determinar cuáles de ellos se encuentran en el punto de estudio. Para Cataluña, los grupos de especies presentes se determinarán mediante la localización de la zona de estudio en el mapa donde están tramificados los sistemas fluviales catalanes en función de la capacidad para superar obstáculos de su fauna piscícola potencial (Figura 4).

El paso de la barrera por parte de los peces depende, además, de la especie de pez, de su medida y condición, de la altura de la barrera, de la inclinación y de la profundidad de la poza al pie de la barrera, etc. También hay que tener en cuenta cómo es la coronación del obstáculo, ya que si además del salto los peces han de superar un obstáculo horizontal, el efecto barrera se incrementará (Figura 5). Para poder valorar si un obstáculo representa o no una barrera física al movimiento de los peces, habrá que medir todas estas características o, por lo menos, estimar sus medidas con una precisión de 10 cm. Por otro lado, habrá que anotar si por encima del obstáculo circula agua de forma continua, ya que si no es así, la barrera se considerará directamente infranqueable para cualquier especie.

Tabla 12. Definición de las estructuras transversales con capacidad de alteración de la conectividad fluvial.

Estructura	Definición
Grandes presas	
Presa	Muro de tierra o de hormigón en masa transversal al paso del agua y de gran altura (generalmente > 10 m). Tiene una capacidad para retener más de 0,5 hm ³ de agua. Se utiliza para almacenar agua para riego, abastecimiento y para generar energía eléctrica, entre otros usos. Es un obstáculo claramente infranqueable para la fauna piscícola, a no ser que disponga de algún mecanismo especial.
Pequeñas presas	
Azud	Muro de poca altura (generalmente < 10 m) transversal al flujo del agua, que frena el agua y eleva su nivel, generalmente para derivarla fuera del río (para riego o producción de energía eléctrica, principalmente). La capacidad de almacenamiento es inferior a 0,5 hm ³ .
Vado	Estructura baja inundable para avenidas de pequeño periodo de retorno que sirve para facilitar el paso de vehículos y personas. Puede tener diferentes tipologías, pero es frecuente que tengan cilindros u otras formas que permitan el paso del agua por debajo del vado (vados agujereados).
Traviesa	Muro enterrado en el cauce de un curso fluvial, transversal a la dirección del flujo, que tiene por objetivo la estabilización del fondo y evitar la erosión remontante.
Puente ferroviario o de tránsito rodado	Estructura de paso de ferrocarril o para la circulación del tránsito rodado sobre un cauce. A veces puede tener una estructura de refuerzo encima del cauce transversal al paso del agua, que puede suponer un obstáculo potencial a la continuidad fluvial.
Estación de aforo	Estructura para medir y controlar los caudales. Suele presentar un pequeño azud que frena el agua para forzar que pase, laminada, por un canal de sección conocida. En algunos casos puede representar un obstáculo potencial a la continuidad fluvial.



Las medidas del obstáculo se compararán con las limitaciones establecidas para cada grupo de especies para saber si éstas pueden o no superar el obstáculo.

En términos generales, la capacidad máxima de salto para cada especie se puede determinar mediante la siguiente fórmula:

$$h = v^2 / 2g \quad \text{donde:}$$

- h = capacidad máxima de salto en altura (m)
- v = velocidad de impulso del pez (m/s)
- g = aceleración debida a la gravedad (m²/s)

La velocidad de impulso del pez es la velocidad máxima que puede alcanzar en un periodo de 2-3 segundos. Se estima en 8-12 veces la longitud del pez, en función de la especie y de la salud del individuo (Reiser y Peacock 1985). Se ha utilizado un valor de 8 para las especies de los grupos 1 y 3 (poca capacidad de salto) y un valor de 10 para el grupo 4 (mayor capacidad de salto).

- Hay que tener en cuenta, sin embargo, que otros factores, como la distancia previamente recorrida, la velocidad del agua del río, la época del año, la temperatura del agua o la edad de un individuo, influirán en la velocidad de impulso del pez y, por lo tanto, en su capacidad de salto (Reiser y Peacock 1985).

En caso de que las barreras no sean verticales, sino inclinadas, el esfuerzo que ha de realizar el pez se incrementa. En la práctica eso se traduce en que la altura máxima que podrán superar los peces disminuirá para los obstáculos inclinados. Con el fin de determinar las medidas del obstáculo que un pez podrá superar, se utilizan las leyes físicas del tiro parabólico:

$$y = -\frac{1g}{2v_0^2} x^2 + \frac{1v_0^2}{2g}$$

donde **x** es la longitud a recorrer o anchura del azud, **y** es la altura del azud y **v₀** es la velocidad de impulso del pez (Figura 6).

En la práctica, eso se hace especialmente importante para los obstáculos más elevados, y para aquellas especies con más capacidad de salto y, por lo tanto, se tendrá en cuenta de cara a evaluar el paso de las especies del grupo 3a (ciprínidos de medida grande y de más movilidad), y las del grupo 4 (trucha común, elevada capacidad de salto) (Figura 7).

Si el obstáculo que se está evaluando tiene una pendiente muy poco pronunciada, hay que tener en cuenta la posibilidad que los peces puedan subir nadando a contracorriente y, por lo tanto, estos obstáculos serán considerados como franqueables.

Además de tener una altura máxima, el obstáculo evaluado ha de presentar al pie una poza suficientemente profunda, que permita al pez coger impulso para superar el obstáculo. La profundidad necesaria de la poza al pie del obstáculo será función tanto de la altura de la barrera como del tipo y capacidad natatoria del pez. Como norma

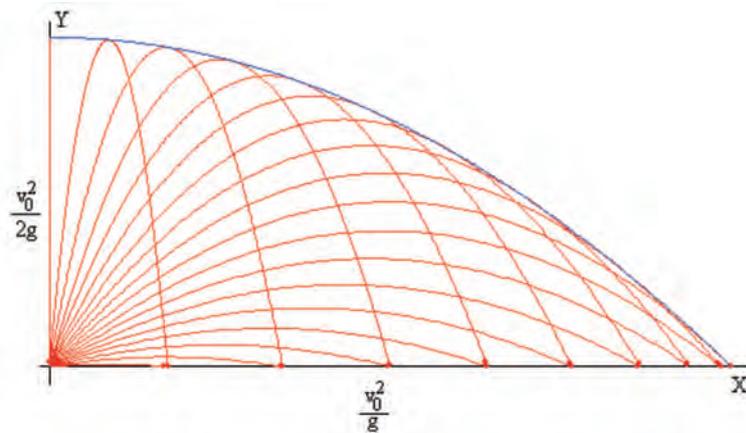
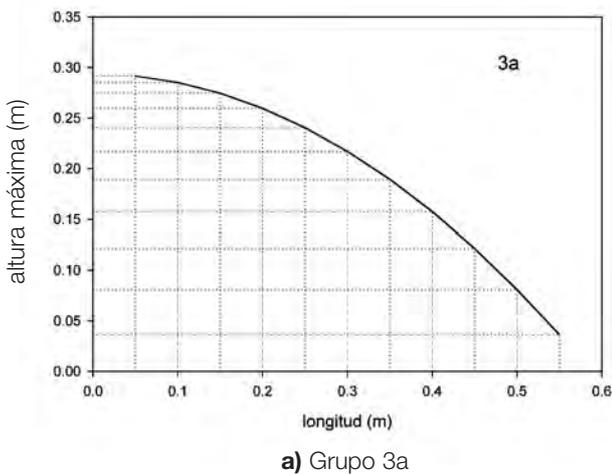
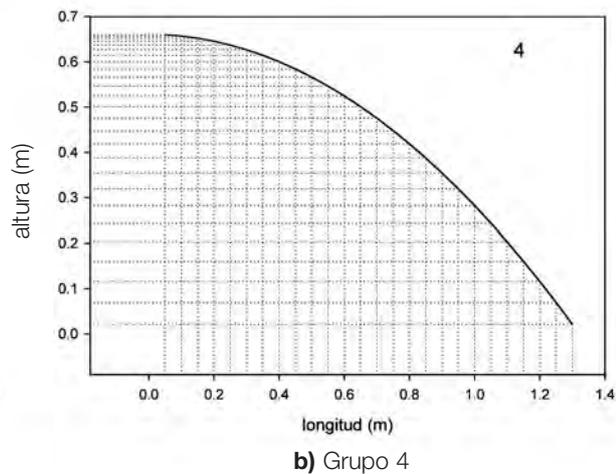


Figura 6. Tiro parabólico.



a) Grupo 3a



b) Grupo 4

Figura 7. Gráfico que relaciona la altura máxima que podrán superar los peces de a) el grupo 3a y b) el grupo 4, en función de la longitud del obstáculo.

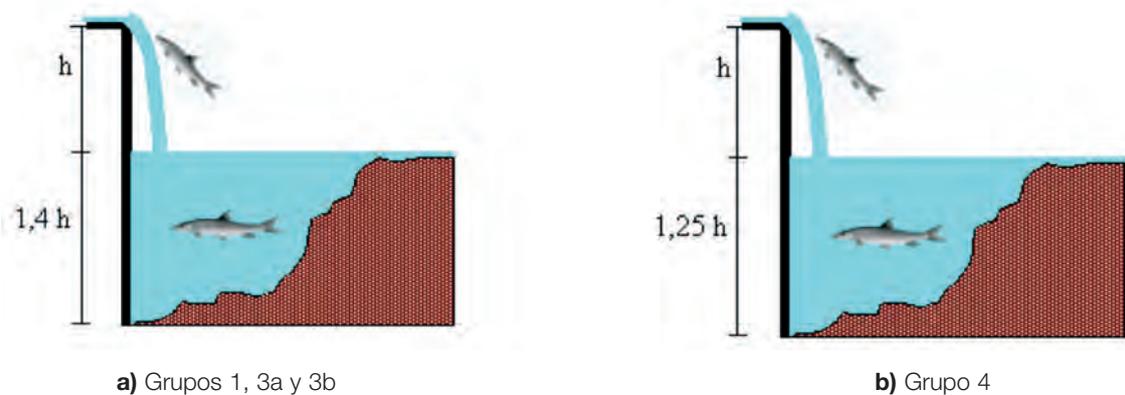


Figura 8. Profundidad mínima de la poza al pie de la barrera para las especies de a) grupos 1, 3a y 3b, y b) grupo 4.

general, se ha considerado que la mayor parte de los peces necesitarán una profundidad de 1,4 veces la altura de la barrera. Para el grupo 4 (elevada capacidad de salto - truchas), esta profundidad se reduce a 1,25 veces la altura del obstáculo (Figura 8).

Un caso aparte es el de la anguila (grupo 2), que tiene una elevada capacidad para superar obstáculos gracias al hecho de que puede reptar por encima del obstáculo (siempre y cuando no sea completamente vertical), e incluso por la orilla o la ribera. Ante cualquier obstáculo, si la continuidad de la orilla o riberas permite el paso de anguilas, el obstáculo se considerará franqueable para este grupo.

Cuando la coronación del obstáculo es ancha, el pez no puede alcanzar directamente el agua con el salto, y necesitará nadar por la coronación del azud hasta llegar otra vez al río. Las barreras con coronación menor a 0,5 m de anchura se considera que son superables por todos los grupos de peces; para anchuras mayores, la lámina de agua debe tener cierta profundidad para permitir que el pez pueda nadar. Si sólo hay una fina lámina de agua, se

considerará que solamente las anguilas (grupo 2) podrán superar el obstáculo, mientras que si hay más de 15 cm de agua, podrán pasar todos los grupos.

En la Tabla 13 se enumeran las principales limitaciones de los obstáculos que se han utilizado en el diseño del índice de conectividad fluvial para cada grupo de peces (véase Tabla 11).

Finalmente, si la altura de la barrera es superior a la capacidad de salto de los peces, la profundidad de la poza al pie de la barrera no es suficiente, o bien la coronación es demasiado ancha y no lleva suficiente agua, se considerará el obstáculo como una barrera infranqueable.

El caso específico de los vados

Todas las consideraciones tenidas en cuenta hasta ahora están planteadas para valorar el efecto barrera de estructuras donde el flujo de agua pasa siempre por encima de la estructura (caso de azudes, traviesas, estaciones de aforo y estructuras de refuerzo de puentes). Pero en muchos de los vados que atraviesan los cursos fluviales el paso del agua no está previsto por encima de la estructura

Tabla 13. Características de los obstáculos limitantes para el paso de los diferentes grupos de peces, utilizadas para la elaboración del ICF.

Características del obstáculo	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3a	Grupo 3b	Grupo 4
Altura máxima de la barrera si es vertical - h - (m)	0,2	0,2	0,3	0,2	0,75
Altura máxima de la barrera si no es vertical - h - (m)	0,2	cualquiera*	0,3	0,2	0,5
Profundidad mínima de la poza al pie - z - (m)	1,4·h	cualquiera *	1,4·h	1,4·h	1,25·h
Anchura coronación (AC) si $ALC < 0,15$ m (m)	0,5	cualquiera *	0,5	0,5	0,5
Altura lámina de agua en la coronación (ALC) si $AC > 0,5$ m (m)	0,15	cualquiera *	0,15	0,15	0,15
Velocidad máxima del agua** (m/s)	1,6	2	1,2	0,4	2,1

*siempre y cuando circule agua de forma continua por el obstáculo

**sólo en vados

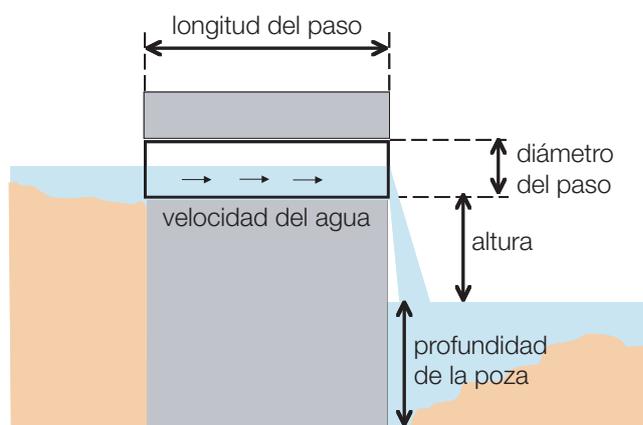


Figura 9. Esquema con las medidas que hay que tomar en el campo para valorar el efecto barrera de un vado.

sino por tubos o cajones que la atraviesan. Además, el paso a través del vado supone una reducción de la sección y, por lo tanto, un aumento de la velocidad del agua. En definitiva, tiene claras implicaciones en el efecto barrera de la estructura, dado que los peces no sólo han de ser capaces de salvar el desnivel entre la lámina de agua antes y después de la barrera, sino que se han de introducir en el diámetro exacto del conducto por donde pasa el agua, y superar la elevada velocidad del agua en el interior de la estructura. Estas especificidades hacen que, para valorar el efecto barrera de los vados, sea necesario considerar un grupo de variables sensiblemente diferentes que para el resto de obstáculos (Figura 9):

- **Altura:** se aplican las mismas exigencias que para el resto de obstáculos (Tabla 13).
- **Profundidad de la poza:** se aplican las mismas exigencias que para el resto de obstáculos (Tabla 13).
- **Diámetro del conducto para el paso del agua:** se exige para todos los grupos un diámetro mínimo de 50 cm. Si el paso tiene una sección inferior se considera que el pez tendrá demasiadas dificultades para acertar en el salto.
- **Longitud del paso:** se aplican las mismas exigencias que en la anchura de la coronación para el resto de obstáculos (Tabla 13).
- **Velocidad del agua a través del paso:** las velocidades máximas del agua que puede superar cada grupo de especies se presentan en la Tabla 13.

Como para el resto de obstáculos, los vados tampoco se considerarán una barrera para las anguilas siempre que puedan reptar por las orillas o riberas.

Valoración del obstáculo

Teniendo en cuenta las medidas del obstáculo, y los requerimientos de las especies de peces presentes en el tramo de estudio, los azudes, pequeñas presas, vados, etc., se valorarán en:

- Barrera franqueable para las especies de los grupos presentes
- Barrera infranqueable para algunos de los grupos presentes
- Barrera infranqueable para todos los grupos presentes

Para la valoración mediante el uso de las diferentes variables analizadas véanse los protocolos del índice ICF a la segunda parte.

En el caso de que el obstáculo sea una gran presa, si ésta no tiene ningún sistema de paso para peces se valorará como: Barrera infranqueable.

Valoración de los pasos de peces

En algunos casos, los obstáculos transversales que impiden la normal continuidad fluvial, pueden tener pasos para peces o fauna fluvial en general; en estos casos habrá que valorar su eficiencia y viabilidad. Existen muchos diseños de pasos de peces cuya efectividad puede ser muy variable. De todos modos, nunca serán 100% efectivos y, en general, alargarán el tiempo de migración de los peces (Pettos, 1988). Es por eso que el protocolo penalizará (con mayor o menor grado) cualquier estructura que suponga una barrera aunque haya un dispositivo que permita el paso de los peces de forma más o menos efectiva.

Para la correcta valoración de los pasos de peces se debe, en primer lugar, identificar los tipos:

- **Canales laterales o ríos artificiales:** intentan imitar el comportamiento natural de un pequeño río. Se trata de canales con pendiente suave, y con bloques y piedras de distinto tamaño, que permiten el paso de los peces en ambos sentidos: río arriba y río abajo. Es la solución que más se aproxima a un río natural y por consiguiente la que, en principio, será más fácilmente utilizable para los peces. En este caso es necesario un espacio suficiente en los márgenes.

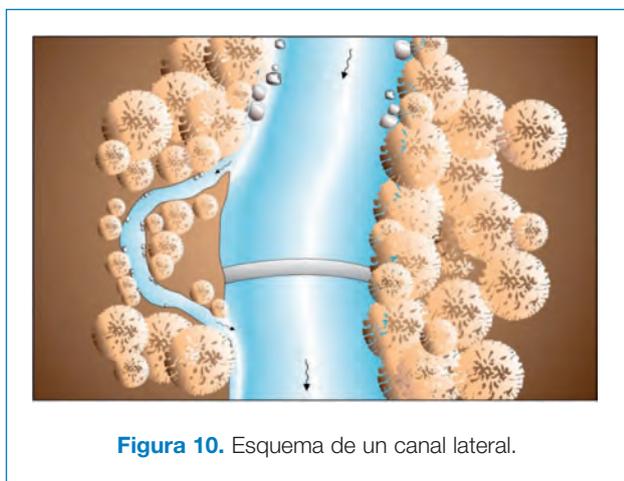


Figura 10. Esquema de un canal lateral.

- **Rampas de piedra:** rampas suaves, con poca pendiente, con piedras y bloques de dimensiones diferentes, que permiten superar un obstáculo con facilidad, agua arriba y agua abajo. Están recomendadas por la baja velocidad del agua, pero son indicadas para superar obstáculos de poco desnivel.

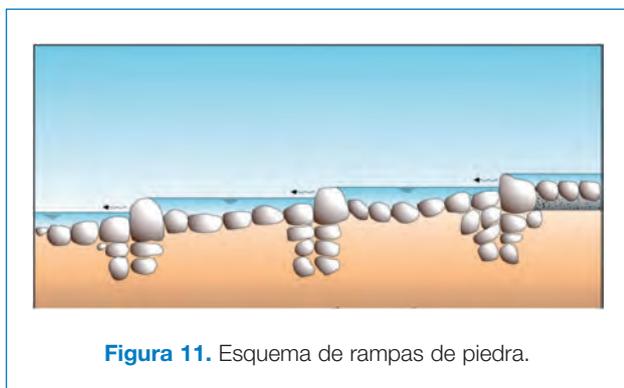


Figura 11. Esquema de rampas de piedra.

- **Conectores:** se basan en imitar el comportamiento que tendría de forma natural un pequeño río, a pesar de ser una imitación peor que la de los canales laterales o rampas de piedra. El diseño consiste en una serie de estanques conectados a través de un canalillo de manera que el agua fluye en continuo sin saltos.



Imagen 3. Conector fluvial en Camprodon.

- **Escalas de peces:** es el dispositivo más ampliamente utilizado y existen muchas variedades. Se basa en dividir la altura a superar en pequeños saltos de agua, preferentemente de menos de 10 cm, que incitan al pez a saltar de un estanque al otro. Los estanques pueden estar separados por taludes con aperturas centrales, laterales o incluso orificios sumergidos (de por lo menos 25 x 25 cm) para permitir el paso de los peces de fondo o reptantes, como la anguila, o los que no son buenos nadadores. Es conveniente incorporar grandes bloques de piedra para permitir el descanso de los peces en los tanques. Es una solución más dura que otras, como canales laterales o ríos artificiales, y no tan efectiva, pero requiere menos espacio.



Imagen 4. Escala de peces.

- **Paso de ralentizadores:** consiste en colocar una serie de deflectores o placas en el fondo o en las paredes de un canal de pendiente relativamente fuerte y de sección rectangular, con el objetivo de reducir la velocidad de caída del agua. Si el paso no presenta zonas específicamente diseñadas para el descanso del pez, éste habrá de franquearlo con un solo intento. Generalmente son

- utilizados por peces de medida grande y zonas con poca pendiente.

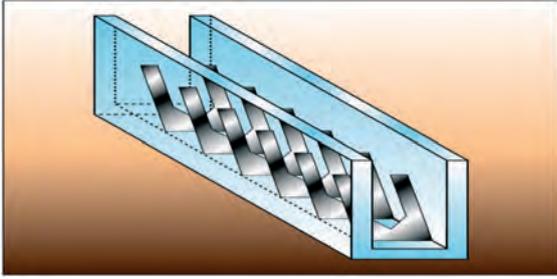


Figura 12. Esquema de paso de ralentizadores.

- Ascensores de peces: indicados para superar obstáculos de altura elevada mediante cubetas. Se instalan en grandes presas, pero no solucionan los movimientos aguas abajo.

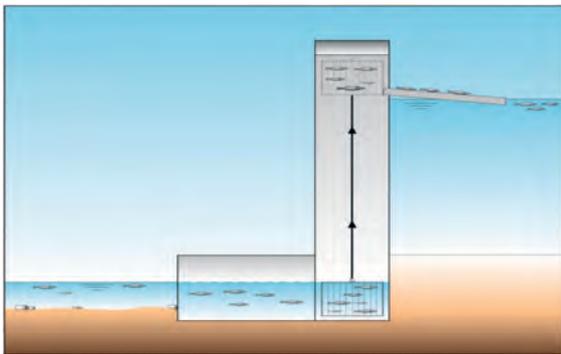


Figura 13. Esquema de un ascensor para peces.

En el protocolo para el análisis de la conectividad fluvial se valoran los pasos tipo escalas (y todos aquellos en los que el agua pasa de una cubeta a la siguiente haciendo un salto), conectores (y aquellos en los que el agua no salta para pasar de un compartimento al otro), y canales laterales. Los ascensores no se valoran con el índice ICF.

El índice ICF valora 4 características comunes a los tres tipos de pasos de peces:

- 1) Obstrucción de la entrada. Hay que controlar que la entrada no esté obstruida o pueda quedar obstruida con facilidad. No serán, por lo tanto, un buen emplazamiento las caras internas de los meandros ya que la entrada podría quedar colapsada en crecidas ordinarias.

- 2) Caudal de agua que circula por el paso. Por el paso ha de circular agua de forma continua como mínimo durante la época de migración de los peces. Si no circula agua, el obstáculo se valorará directamente como infranqueable.
- 3) El estado de conservación. Se determinará visualmente y se valorará positivamente siempre que su estado permita la funcionalidad del paso.
- 4) Obstrucción de la salida. La salida ha de estar situada de manera que no quede obstruida con materiales transportados por el río.

En el caso de los conectores fluviales y de las escalas de peces habrá que valorar otros aspectos del paso para poder determinar si es o no eficiente para el paso de los peces.

Conectores fluviales

En los conectores fluviales, dado que no hay saltos de agua, el principal limitante al paso de los peces es la velocidad del agua. Una excesiva velocidad del agua por el paso puede provocar que los peces no puedan superarla y por lo tanto no puedan ascender. La velocidad sostenida que pueden mantener los peces durante algunos minutos es entre 4 y 7 veces la longitud del pez por segundo (Reiser y Peacock, 1985).

Escalas de peces

Para determinar si las escalas de peces son o no efectivas, habrá que valorar cuatro características:

- 1) Altura del primer salto. Es la diferencia de cota entre la parte superior del primer salto y la lámina de agua aguas abajo. El primer salto no puede ser superior a la capacidad de salto de los peces.



Imagen 5. Altura del primer salto en la entrada de una escala de peces.

- 2) Profundidad de la poza antes del salto. Ha de permitir al pez conseguir suficiente impulso para superar el obstáculo.
- 3) Saltos entre cubetas. Se valora la distancia entre la lámina de agua de una cubeta y el límite superior de la siguiente cubeta.
- 4) Turbulencia. El diseño de las cubetas sucesivas ha de permitir disipar ciertos valores de energía, ya que en caso contrario los peces no serían capaces de ascender por la escala por excesiva agitación y turbulencias.

La potencia disipada se calcula según la fórmula

$$P_v = \rho \cdot g \cdot Q \cdot DH / V$$

donde **P_v** es la potencia disipada por unidad de volumen en $\text{Wat} \cdot \text{m}^{-3}$; **ρ** es la densidad del agua ($1.000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$); **g** es la aceleración de la gravedad ($9.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$); **Q** es el caudal de equipamiento del paso en $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; **DH** es el salto entre cubetas en m, y **V** es el volumen de agua en cada cubeta en m^3 .

Se estima que los valores máximos de potencia disipada admisibles para la funcionalidad de los pasos oscilan entre los $150 \text{ Wat} \cdot \text{m}^{-3}$ para las especies de los grupos 1 y 3 y los $200 \text{ Wat} \cdot \text{m}^{-3}$ para las truchas. Asimismo, para no complicar excesivamente las medidas de campo, se considera suficiente la valoración cualitativa a partir de la observación, de modo que si se observan turbulencias que impiden el salto del pez de una cubeta a la siguiente, se considerará que la escala no es efectiva.

En la Tabla 14 se indican las condiciones mínimas que deben tener los pasos de peces para poder ser efectivos, según los grupos de peces potencialmente presentes en el tramo.

Según las características del paso de peces y los grupos de especies presentes en el tramo de estudio, los pasos de peces se valorarán como:

- Paso eficiente
- Paso eficiente para algunas de las especies presentes
- Paso ineficiente

Valoración de moduladores finales

Finalmente, se penalizarán algunas características de los pasos de los peces que pueden hacerlos menos eficientes y, en algunos casos, impedir su funcionamiento.

- Localización de la entrada del paso. Con el fin de facilitar que el pez encuentre fácilmente la entrada, ésta debe estar situada en una zona donde haya una corriente de atracción, es decir, turbulencias, corrientes o un salto de agua que atraiga al pez hacia ese punto.



Imagen 6. Escala de peces en Xerta, Ebro. La localización es inadecuada porque no crea una corriente de atracción para los peces.

Tabla 14. Condiciones que deben tener los pasos de peces para poder ser efectivos, según los grupos de peces potencialmente presentes en el tramo.

Características del paso de peces	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3a	Grupo 3b	Grupo 4
Conectores fluviales					
Velocidad máxima del agua (m/s)	1,6	2	1,2	0,4	2,1
Escalas para peces					
Altura máxima del primer salto (m)	0,15	Infranqueable	0,1	Infranqueable	0,2
Profundidad mínima de la poza (nº de veces x la altura del salto)	1,4		1,4		1,25
Saltos entre cubetas (m)	0,1		0,1		0,15
Turbulencias fuertes	No		No		No

- **Peligro de depredación.** El hecho de obligar a todos los peces del río a pasar por un determinado paso, de sección muy inferior a la del río, puede provocar que éstos sean depredados con unas tasas mucho más elevadas de lo que lo serían de forma natural. Por lo tanto será positivo para el paso que esté protegido con rejillas o alguna cobertura para evitar la depredación.



Imagen 7. Escala protegida con una rejilla que impide que los peces sean depredados durante el ascenso.

- **Localización de la salida:** Hay que evitar que la salida del paso esté situada en aguas muy turbulentas, de modo que el pez pueda caer por el azud (Larinier 2000).
- **Impedimentos para la migración de los peces descendientes.** En la migración descendiente existen dos principales problemas causados por azudes y presas. Por un lado, el aumento del tiempo que la ictiofauna ha de invertir en la migración como consecuencia de la disminución de la velocidad del agua, sobre todo en grandes presas. Por otro lado, la mortalidad que se da cuando los peces entran en sistemas de derivación del agua como canales de alimentación de centrales hidroeléctricas, molinos, acequias de riego, canales para la industria, etc. (Pettos 1988).

El principal problema que hay que evitar es el paso de los peces a través de las turbinas de las centrales hidroeléctricas. Las turbinas tipo Pelton pueden causar mortalidades cercanas al 100%, mientras que las del tipo Francis superiores al 30%.

Existen diferentes dispositivos diseñados con el objetivo de evitar la entrada de los peces en los canales de derivación. El muestreador deberá determinar si en el canal de estudio existe alguno de estos elementos:

- **Barreras mecánicas en la entrada de los canales:** son rejillas para impedir el paso de los peces hacia el canal de derivación y favorecer que éstos localicen el paso de peces o alguna estructura que les permita bajar.
- **Barreras mecánicas en la entrada de las centrales hidroeléctricas:** son rejillas para impedir el paso de los peces a las centrales hidroeléctricas. Tiene que haber un sistema canalizado para evacuar los peces hacia al río.
- **Barreras eléctricas:** son barreras que crean un campo eléctrico de corriente continua que repele a los peces.
- **Barreras luminosas:** son pantallas luminosas que repeleen a los peces. En concreto se utilizan para evitar el paso de anguilas ya que evitar que éstas entren en los canales de derivación es difícil con los métodos convencionales debido a su pequeña medida.

Nivel de calidad de la conectividad fluvial (resultado ICF)
Una vez aplicado el protocolo de análisis del índice ICF se puede valorar el nivel de calidad de la conectividad fluvial según muestra la Tabla 15, teniendo en cuenta el tipo de barreras (franqueables o infranqueables para algunas o para todas las especies), y la existencia o no de pasos efectivos para la migración de la biota.

Tabla 15. Niveles de calidad según la conectividad en el canal fluvial.

		Valoración del paso de peces			
		Eficiente	Eficiente para algunos grupos	Ineficiente	Sin paso
Valoración del obstáculo	Sin obstáculo				Muy bueno
	Franqueable	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
	Infranqueable para algunos grupos	Bueno	Moderado	Deficiente	Deficiente
	Infranqueable para todos los grupos	Moderado	Deficiente	Malo	Malo

El nivel de calidad final en el canal fluvial, sin embargo, se determinará teniendo en cuenta la valoración hecha de los moduladores finales. De esta manera, en caso de incumplimiento de alguna de las condiciones, se penalizará el nivel de calidad disminuyendo un grado el nivel de calidad obtenido previamente en la Tabla 15. Por ejemplo, si se había obtenido un nivel de calidad moderado pero no hay barreras que impidan el paso de la fauna al canal de derivación, el nivel de calidad final será deficiente, etc.:

Resultado Tabla 15	Resultado Final índice ICF
Muy bueno	Bueno
Bueno	Moderado
Moderado	Deficiente
Deficiente	Malo
Malo	Malo

Valoración de la continuidad fluvial

Control de vigilancia

En el control de vigilancia, la continuidad fluvial se valora y se evalúa mediante el nivel de calidad que se obtiene directamente de la aplicación del índice de conectividad fluvial (ICF). Cuando en la masa de agua o tramo fluvial haya más de una barrera evaluada, el nivel de calidad de la masa de agua corresponderá al de la barrera de peor calidad. En este apartado no se tiene en cuenta la continuidad en la ribera ya que es un aspecto que se estudia en las condiciones morfológicas.

En el caso de las grandes presas se están evaluando masas de agua fuertemente modificadas y, para esta categoría de masas de agua, el objetivo a alcanzar y valorar es el buen potencial ecológico. La conectividad fluvial, en grandes embalses, será buena (teniendo en cuenta que estamos evaluando el potencial ecológico) si existe un ascensor viable para el paso de peces, con un funcionamiento regular sobre todo en periodos de movimientos migratorios de las especies de peces presentes en el sistema. En caso contrario, la calidad de la conectividad fluvial será mala.

Control operativo

En el control operativo habrá que determinar de qué manera y en qué grado las infraestructuras transversales afectan a la dinámica de la población piscícola, es decir, habrá que medir los cambios en la composición específica de la comunidad y en la distribución de tallas aguas arriba y aguas abajo de los obstáculos. Este estudio resulta importante tanto para los obstáculos que no pueden ser

superados por los peces como para aquellos en que se haya determinado el posible paso de alguna o todas las especies del tramo (mediante el índice ICF), y también adquiere importancia para obstáculos con dispositivos especiales para el paso de los peces.

Para ello, se capturarán peces aguas arriba y aguas abajo y se les tomarán una serie de medidas tal como se indica a continuación:

1. En cada infraestructura evaluada se realizarán pescas en tres puntos diferentes: aguas arriba de la presa, azud o similar, aguas abajo, y dentro del dispositivo de paso de peces lo hay.

Las capturas se harán con pesca eléctrica, mediante pescas sucesivas, cuatro veces al año con el fin de incluir los tres periodos principales de freza (invierno, primavera y verano) y la dispersión de los alevines y juveniles (todo el año). Es conveniente que el monitoreo sea frecuente, a ser posible de forma continua o quincenal, ya que los periodos de freza y de dispersión de alevines y juveniles pueden tener una variabilidad interanual importante.

2. Los individuos capturados se identificarán, se medirán (longitud furcal y/o total), se pesarán y se determinará su condición física (enfermedades, parásitos, malformaciones u otros signos de baja condición).
3. Los peces capturados se marcarán subcutáneamente con pintura, con colores diferentes según hayan sido capturados aguas arriba o abajo de la infraestructura, y se soltarán al mismo sitio donde se hayan capturado.

Al cabo de entre dos y diez días, se volverá a hacer el mismo procedimiento, mediante pesca eléctrica, con el propósito de comprobar el tipo de dispersión de los individuos liberados y marcados con pintura.

4. Paralelamente, en donde haya dispositivos para el paso de peces, y con el fin de conocer el número aproximado de peces que son capaces de atravesar cada paso en un día y qué proporción de éstos son individuos marcados con pintura el día anterior, también se llevará a cabo una captura mediante gánguiles (redes específicas situadas a la salida y a la entrada de cada uno de los pasos para peces). Se recomienda instalarlos día y noche unos cuantos días. Para instalar y recuperar las redes, en algunos casos habrá que utilizar una embarcación de tipo zódiac.

- No se asignará ningún nivel de calidad de conectividad fluvial en el control operativo, sino que los resultados de las pescas se valorarán directamente y se tendrán en cuenta de cara a solucionar los problemas detectados y a implantar medidas de gestión en cada caso.

Condiciones morfológicas

La morfología fluvial se caracteriza a partir de muchos parámetros diferentes. Algunos de ellos se utilizarán sólo para la caracterización, es decir, como información descriptiva del tramo, mientras que otros servirán también para evaluar la calidad morfológica de los ríos.

Caracterización de la morfología fluvial

Muchos de los parámetros propuestos tanto en la DMA como en las normas CEN de la UE (European Commission 2002a, 2002b) para valorar la morfología en ríos son descriptores muy útiles en la caracterización morfológica, pero que no se utilizan para determinar un nivel de calidad morfológica del río o tramo de río que describen. Son, pues, parámetros cuya evaluación no está prevista de forma protocolizada para las masas de agua y que, por lo tanto, no se tienen en cuenta en el cálculo final de la valoración de la calidad morfológica del río. De todas maneras es recomendable incluir la medida de estos descriptores en las redes de control, que convendría medir

como mínimo una vez cada 6 años, con el fin de tener las masas de agua bien caracterizadas y poder evaluar cambios a largo plazo.

A continuación se presentan los principales parámetros de caracterización y descripción morfológica, basados en los dos primeros niveles de clasificación de morfología fluvial de Rosgen (1996).

Geometría del canal fluvial

La geometría del canal se describe a partir de la forma del canal y de la pendiente media. En primer lugar, se tipifica el tramo en rectilíneo, sinuoso, meandriforme o trezado, según las tipologías de forma del canal de la Figura 14.

Para las 3 primeras categorías, el grado de sinuosidad se puede calcular a través de medidas en SIG de la longitud del canal principal (línea azul), y de la longitud de una línea recta que siga el valle o terraza baja del río (línea roja) (Figura 15).

Entonces, la sinuosidad (SI) se calcula según la fórmula:

$$SI = \frac{\text{longitud del canal principal}}{\text{distancia en línea recta a lo largo del valle fluvial}}$$

Y el grado de sinuosidad se clasifica según una de las tres categorías de la Tabla 16.

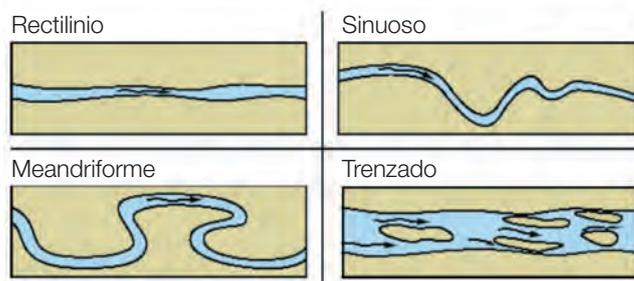


Figura 14. Tipologías de canal (Pedersen *et al.* 2004).

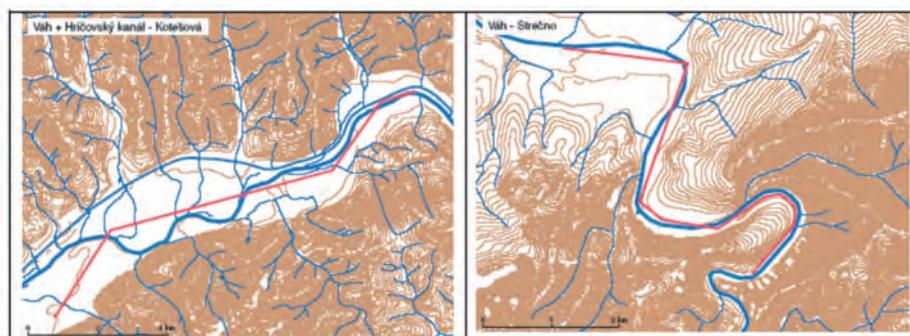


Figura 15. Cálculo de la sinuosidad en 2 tramos de río en Eslovaquia (Pedersen *et al.* 2004).

Tabla 16. Clasificación del grado de sinuosidad.

Valor de SI	Grado de sinuosidad
1,00 - 1,05	Recto
1,05 - 1,50	Sinuoso
> 1,50	Meandriforme

Pendiente del río

La pendiente media del canal fluvial se calcula como la diferencia (en metros) en elevación entre dos puntos en el sistema fluvial dividido por la distancia (en km) que los separa. La pendiente se puede calcular a partir de análisis con SIG utilizando las dimensiones indicadas en la Tabla 17.

Variaciones en anchura y profundidad del canal fluvial

La variación de anchura se define como la relación entre la dimensión máxima y mínima del canal fluvial (zona de crecidas ordinarias o dominio público hidráulico) en todo el tramo de estudio. La anchura es la distancia entre margen derecho e izquierdo (entre ambas orillas) perpendicular a la

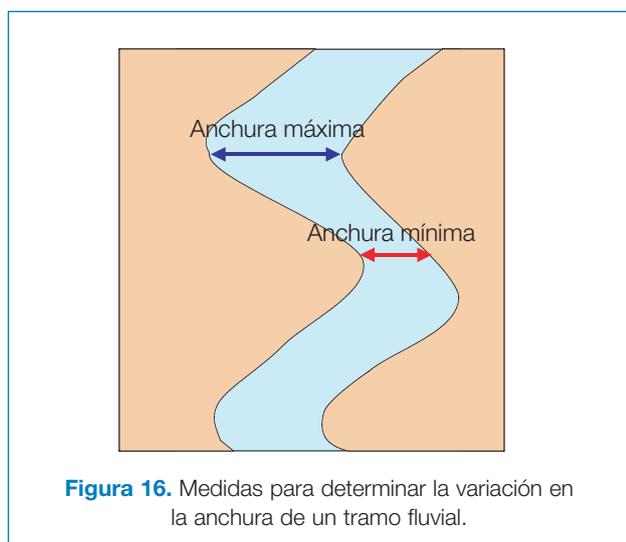


Figura 16. Medidas para determinar la variación en la anchura de un tramo fluvial.

dirección del flujo, de forma independiente a las islas que pueda haber. Para grandes ríos, estas dimensiones pueden calcularse a través de SIG.

$$Var_Anch = \frac{Anchura_m\acute{a}xima (m)}{Anchura_m\acute{i}nima (m)}$$

Esta relación permite establecer diferentes categorías de variación en anchura (Tabla 18).

Tabla 18. Categorías según la variación en la anchura del canal fluvial.

Variación en anchura
Muy elevada (> 2,00)
Elevada (1,51 – 2,00)
Moderada (1,26 – 1,50)
Baja (1,11 – 1,25)
Muy baja (1,00 – 1,10)

La variación en profundidad se valorará a través de un transecto transversal al río para calcular la sección, y de la apreciación visual durante la inspección a lo largo del tramo. El transecto debe ser realizado preferiblemente en zonas de rápidos, y debe incluir la medida tanto de la anchura del río en el momento del muestreo como de la anchura del bankfull u orilla. El bankfull se puede estimar como la distancia entre el máximo nivel del agua en el margen derecho y el máximo nivel en el margen izquierdo durante las crecidas ordinarias (márgenes del dominio público hidráulico). En sistemas fluviales con valles muy llanos, este parámetro se puede estimar a partir de las líneas de detritus depositadas por el sistema durante las riadas. La variación en profundidad se determina como baja, media o elevada dependiendo de la variación de la profundidad en las secciones medidas y de acuerdo con la Figura 17.

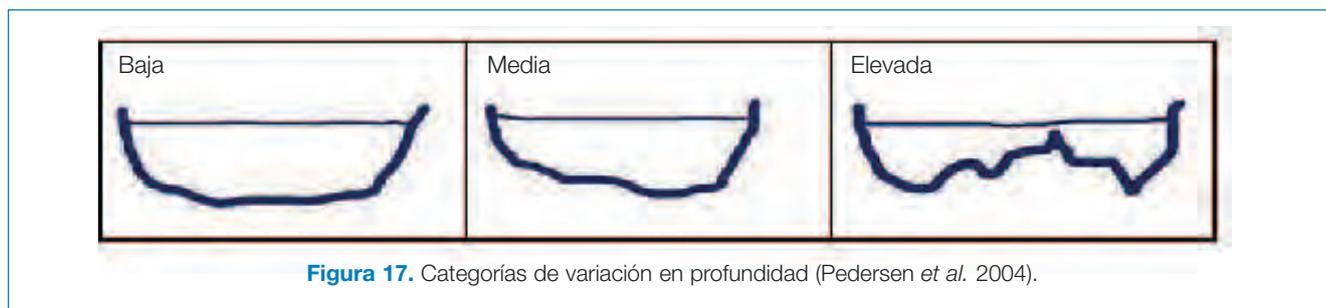


Figura 17. Categorías de variación en profundidad (Pedersen et al. 2004).

Tabla 17. Distancia entre puntos para calcular la pendiente en función de las dimensiones del río.

Medida del sistema fluvial	Distancia entre puntos para cálculo de pendiente (m)
Ríos pequeños (orden Strahler 1-2)	2000
Ríos medios (orden Strahler 3-4)	5000
Ríos grandes (orden Strahler > 4)	10000

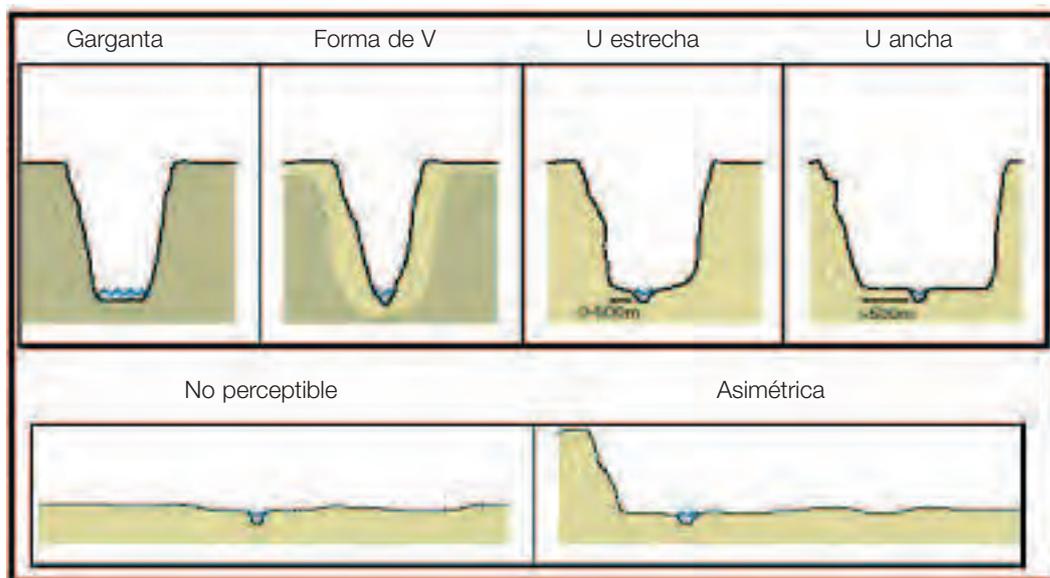


Figura 18. Tipo de valle fluvial (Pedersen et al. 2004).

Tipo de valle fluvial

El tipo de valle fluvial, otro parámetros de caracterización del río, se puede asignar, según los tipos de la Figura 1.5.24, en una de las siguientes categorías: i) garganta; ii) forma de V; iii) forma de u estrecha; iv) forma de u ancha; v) no perceptible; vi) asimétrica.

Parámetros de valoración de la calidad de las condiciones morfológicas

El nivel de calidad de las condiciones morfológicas se valora a partir de dos parámetros: i) la estructura y substrato del cauce y ii) la estructura de la zona de ribera.

• Estructura y substrato del cauce y márgenes fluviales

Para valorar estos parámetros se tienen en cuenta diferentes aspectos que determinan el grado de alteración del canal fluvial y la diversidad de hábitats o substratos del cauce.

Grado de alteración del canal fluvial

La alteración de la naturalidad del canal fluvial se evalúa a partir de la proporción de tramo afectado por encauzamientos respecto a la longitud total del tramo evaluado, teniendo en cuenta las características de los encauzamientos existentes. La naturalidad del canal fluvial también se evalúa tangencialmente a través de otra métrica, el índice QBR, pero como en este índice tienen más peso los aspectos de valoración del grado de naturalidad de las riberas, se presenta con las métricas de evaluación de calidad de la ribera.

• Nivel de encauzamiento

El grado de encauzamiento se determina según la proporción de curso fluvial canalizado respecto a la longitud total del tramo evaluado. Se pondera el encauzamiento según si afecta a una o a ambas orillas (si afecta a las dos orillas se computará como dos veces la longitud del encauzamiento), y según el tipo de encauzamiento (Tabla 19). El tipo de encauzamiento lo determina la estructura de protección utilizada, que puede ser:

- Mota: compactación de tierra al margen del río.
- Escollera: obra hecha de grandes piedras
- Gavión: piedras de tamaño medio y grava incluidas dentro de una malla
- Muro: pared gruesa lateral al río.
- Muro en U: pared gruesa lateral al río y lecho del río hormigonado.

El cálculo se realiza según la siguiente fórmula:

$$\text{Fórmula } END = \frac{\sum(\text{Longitud_encauzamiento} \times \text{coeficiente})}{\text{longitud_masa_agua}}$$

Tabla 19. Coeficientes de ponderación según el tipo de encauzamiento.

Tipo de encauzamiento	Coefficiente
Mota	0,2
Escollera o Gavión	0,5
Muro	0,8
Muro en U (cauce hormigonado)	1

Tabla 20. Nivel de calidad según el nivel de encauzamiento.

Nivel de calidad	Color identificativo	Nivel de encauzamiento (END)
Muy bueno		< 0,1
Bueno		0,1 – 0,2
Moderado		0,2 – 0,3
Deficiente		0,3 – 0,4
Malo		> 0,4

Una vez realizado el cálculo, se asignarán los niveles de calidad en función del nivel de encauzamiento obtenido (Tabla 20).

Diversidad de hábitats

La diversidad de hábitats se evalúa mediante el índice de Hábitat Fluvial (IHF) (Pardo *et al.* 2004). Los resultados de este índice no expresan necesariamente un nivel de calidad y por lo tanto no serán utilizados en la evaluación de la calidad hidromorfológica, aunque sí se utilizarán para caracterizar los parámetros físicos del cauce. La valoración de la diversidad de hábitats es, además, esencial para interpretar adecuadamente otros indicadores fundamentales en la determinación del estado ecológico, como son los elementos de calidad biológica. Así, cuando de forma natural los ríos presentan una baja diversidad de substratos y por consiguiente también de hábitats disponibles para la flora o la fauna acuáticas, las comunidades biológicas pueden estar empobrecidas sin que haya ninguna causa antrópica. Por ejemplo, cuando los valores del **IHF** son **inferiores a 40**, los índices biológicos basados en macroinvertebrados no pueden interpretarse correctamente (Prat *et al.* 2004).

• Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

El IHF evalúa concretamente la presencia de 7 parámetros diferentes que hacen referencia al hábitat fluvial:

1- Inclusión rápidos – sedimentación pozas

Como inclusión se entiende el grado en que las partículas del substrato están fijadas (hundidas) en el lecho del río, mientras que por sedimentación se entiende la deposición de material fino en zonas leníticas del río. La inclusión debe medirse aguas arriba y en la parte central de rápidos y zonas de piedras, donde no exista una deposición de sedimentos y la distribución de las partículas del substrato pueda apreciarse con más claridad.

2- Frecuencia de rápidos

Se estima la media de aparición de rápidos en relación

a la presencia de zonas más calmas. En este apartado se pretende evaluar la heterogeneidad de grandes hábitats en el tramo de estudio. El hecho de que se produzca de forma frecuente la alternancia de rápidos y pozas a escala de tramo fluvial, asegura la existencia de una mayor diversidad de hábitats para los organismos acuáticos.

3- Composición del substrato y medida de las partículas

Para rellenar este apartado se hace una estimación visual aproximada de la composición media del substrato, siguiendo las categorías del RIVPACS (River InVertebrate Prediction And Classification System) (Wright *et al.* 1984). El diámetro de partícula considerado en las categorías del RIVPACS se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21. Categorías de substrato según los diámetros de partícula.

Categorías de substrato	Diámetros de partícula
Bloques y piedras	> 64 mm
Cantos y gravas	2 - 64 mm
Arena	0,6 - 2 mm
Limo y arcilla	< 0,6 mm

4- Regímenes de velocidad/profundidad

La presencia de una variedad más amplia de regímenes de velocidad y profundidad proporciona una mayor diversidad de hábitats disponibles para los organismos. Como norma general se considera una profundidad de 0,5 m para distinguir entre profundo y somero y una velocidad de 0,3 m/s para separar rápido de lento.

5- Porcentaje de sombra en el cauce

Estima, de forma visual, la sombra proyectada por la cubierta vegetal adyacente, que determina la cantidad de luz que llega al canal del río y condiciona tanto algunas de las características físicas del tramo (como la temperatura), como el desarrollo de los productores primarios.

- 6- Elementos de heterogeneidad
- Mide la presencia de hojas, ramas, troncos o raíces dentro del lecho del río. Estos elementos proporcionan el hábitat físico que puede ser colonizado por los organismos acuáticos y a su vez constituyen una fuente de alimento para los mismos organismos.

7- Cobertura y diversidad de la vegetación acuática

Mide la cobertura de la vegetación acuática en el cauce. Una mayor diversidad de morfologías entre los productores primarios incrementa la disponibilidad de hábitats y de fondos de alimento para muchos organismos. En el mismo sentido, el dominio de un grupo sobre el total de la cobertura no debería superar el 50%.

● Estructura de la zona de ribera

La naturalidad de las riberas se evalúa a dos niveles. Un primer nivel es a través de los usos del suelo mediante SIG, utilizando información cartográfica u ortofotoimágenes como base de trabajo. El segundo nivel de evaluación es a través del análisis de la vegetación de ribera mediante trabajo de campo. Las métricas utilizadas son los índices QBR y IVF. El índice QBR puede ser extrapolable en tramos concretos de río mediante el uso de fotografías aéreas.

La cantidad de información asociada a los procedimientos y a las métricas utilizadas para evaluar las condiciones morfológicas de las riberas hace aconsejable desglosar la explicación en un capítulo aparte. Así pues, en el Capítulo 2 se encuentra el estudio para determinar los umbrales de los niveles de calidad de las riberas en función de la naturalidad de los usos del suelo, así como más detalles sobre las características y la aplicación de los índices QBR y IVF, mientras que a continuación se exponen las pautas generales.

Evaluación de la naturalidad de los usos del suelo mediante análisis con el SIG

El grado de naturalidad de la zona de ribera se determina a través de un análisis de los usos del suelo (en el Capítulo 2 se explica su fundamento).

Un paso previo y clave para valorar los usos que se dan en las riberas es la delimitación de la anchura de la zona que consideraremos de ribera en cada tramo o masa de agua fluvial. Esta delimitación se deberá realizar siguiendo unos criterios, y la metodología empleada variará en función de las herramientas y la información de que se disponga:

● Evaluación de zonas donde se dispone de cartografía según modelo hidráulico

1. En áreas donde existe cartografía digital de un modelo hidráulico que proviene de un estudio de detalle y validado, éste se adoptará como indicativo o referente para la delimitación de la zona de ribera. El valor a considerar serán las zonas delimitadas como inundables para un periodo de retorno de 50 años. En Cataluña se puede usar la información disponible a partir de los estudios INUNCAT, o los estudios de planificación del espacio fluvial (PEF) realizados por la Agència Catalana de l'Aigua.
2. Esta zona debe ser revisada con el fin de garantizar que áreas de fisionomía fluvial no queden excluidas del ámbito de estudio. Así, mediante análisis de fotografías aéreas (escala 1:5.000), las áreas con estructura y continuidad vegetal riparia y configuración geomorfológica claramente modeladas por la influencia fluvial serán incorporadas a la zona de ribera. Al mismo tiempo, se excluirán aquellas zonas que claramente, a partir del análisis de las fotografías aéreas, muestren una total desconexión de la incidencia fluvial.
3. Posteriormente se corregirá la delimitación de la zona de ribera en base a datos y elementos topográficos y planimétricos obtenidos de cartografía topográfica 1:5.000 o modelos digitales de elevación del terreno 1x1. Las zonas que queden a una elevación superior a 5 m por encima de la cota de las máximas crecidas ordinarias (dominio público hidráulico) serán excluidas. En el caso de los ríos de Cataluña se puede utilizar la cartografía topográfica 1:5.000 v2 del ICC (si existe, y si no, versiones anteriores), y el MDT 1x1.
4. La zona de ribera a considerar tendrá siempre una anchura mínima de 10 metros a cada lado del límite de máximas crecidas ordinarias (zona del dominio público hidráulico).

Áreas sin cartografía hidráulica

1. En el caso de ríos o tramos donde no se han modelizado ni delimitado las zonas inundables, se optará por utilizar *buffers* de anchuras predefinidas en función de la medida del río, utilizando como indicador la superficie de cuenca aguas arriba (Tabla 22). En general, en la mayoría de los casos, las áreas sin cartografía corresponderán a cabeceras o a cuencas de ríos pequeños, por lo que no es necesario definir estos *buffers* para otros ámbitos fluviales.

Para determinar la anchura de estos *buffers* se debe considerar la anchura necesaria para que las riberas

puedan desarrollar su función sobre la calidad del agua y las comunidades biológicas. Algunos trabajos sugieren una anchura en cada margen igual a la medida del árbol que potencialmente podría crecer en él (Federal Ecosystem Management Assessment Team 2002), o bien 10 veces la anchura del cauce, más 15 m a cada lado (Verry 1996). La primera franja de ribera adyacente al canal del río se recomienda que tenga un mínimo de 7,5 m, y que la franja siguiente tenga entre 15 y 30 m más (Wlosh 1991), a pesar de que estas medidas pueden variar mucho según el río. Teniendo en cuenta estas recomendaciones y las anchuras de las riberas medidas en campo en las estaciones de referencia de la Agència Catalana de l'Aigua, se han establecido los *buffers* para las cuencas pequeñas (Tabla 22). En caso de tener que usar un *buffer* para una cuenca grande porque no se disponga de cartografía hidráulica, será necesario valorar la anchura de las riberas en cuencas próximas de tamaño parecido de las cuales sí se disponga de información cartográfica.

Tabla 22. Amplitud de la zona de ribera en cuencas pequeñas utilizada en la valoración de los usos del suelo en función de la superficie de cuenca acumulada.

Superficie de cuenca	Anchura de la zona de ribera (a ambos lados del río)
≤ 20 km ²	10 m
20 – 200 km ²	20 m
200 – 1000 km ²	40 m
≥ 1000 km ²	criterio experto

- La zona delimitada a ambos lados de la orilla del río ha de ser revisada con el fin de garantizar que áreas de fisionomía fluvial no queden excluidas del ámbito de estudio. Así, mediante análisis de fotografías aéreas (escala 1:5.000), las áreas con estructura y continuidad vegetal riparia y configuración geomorfológica claramente modeladas por la influencia fluvial serán incorporadas a la zona de ribera. Al mismo tiempo, serán excluidas aquellas zonas que claramente, a partir del análisis de las fotografías aéreas, muestren una total desconexión de la incidencia fluvial.
- La zona delimitada siguiendo este criterio habrá de ser después revisada según la orografía, con la ayuda de cartografía topográfica 1:5.000 y de MDT 1x1. Las zonas que queden a una elevación superior a 5 m por encima de la cota de las máximas crecidas ordinarias (dominio público hidráulico) serán excluidas.

- La zona de ribera a considerar tendrá siempre una anchura mínima de 10 metros a cada lado de la zona de máximas crecidas ordinarias (zona del dominio público hidráulico).

Una vez delimitada la zona de ribera, hay que determinar los usos que se le dan y en qué porcentaje.

El análisis de los usos del suelo requiere del uso de SIG. Se puede hacer a partir de cartografía de usos del suelo ya digitalizada o a través de fotointerpretación, digitalizando los polígonos de las diferentes categorías de usos sobre ortofotoimágenes. El uso de una u otra metodología estará en función de la disponibilidad del material más actualizado en cada caso, y también del tamaño del río y las riberas donde se trabaja. Como criterio general, se priorizará el uso de fotointerpretación para ríos pequeños y zonas de cabecera, donde las riberas suelen ser más estrechas y la escala de la información de base puede ser crítica. En valles anchos, con riberas extensas, el uso de capas de información digitalizada a partir de bases cartográficas a escala 1:25.000 o 1:50.000 aporta un nivel de precisión aceptable y supone un ahorro de tiempo muy importante respecto a la fotointerpretación.

Independientemente de la metodología seguida, los usos del suelo se clasificarán en tres categorías:

- Usos naturales
- Usos agrícolas
- Usos urbanos

Las categorías de la información disponible se agruparán en una de estas tres categorías. Para el caso de Cataluña, en la Tabla 23 se presenta la relación entre cada una de estas tres categorías y las categorías de los usos del suelo definidas en el Mapa de Cobertura del Suelo de Cataluña (CREAF 2003) y en la Cartografía de los Hábitats en Cataluña (Departamento de Medio Ambiente 2002). Esto permite, a partir de cualquiera de estas dos bases cartográficas disponibles en formato digital, generar un nuevo mapa de usos con las tres categorías propuestas en este documento.

La totalidad del área de estudio tiene que estar incluida en una de las tres categorías de usos. La superficie ocupada por el canal fluvial no se contabiliza en ninguna de las categorías y hay que restarla del total del área de estudio.

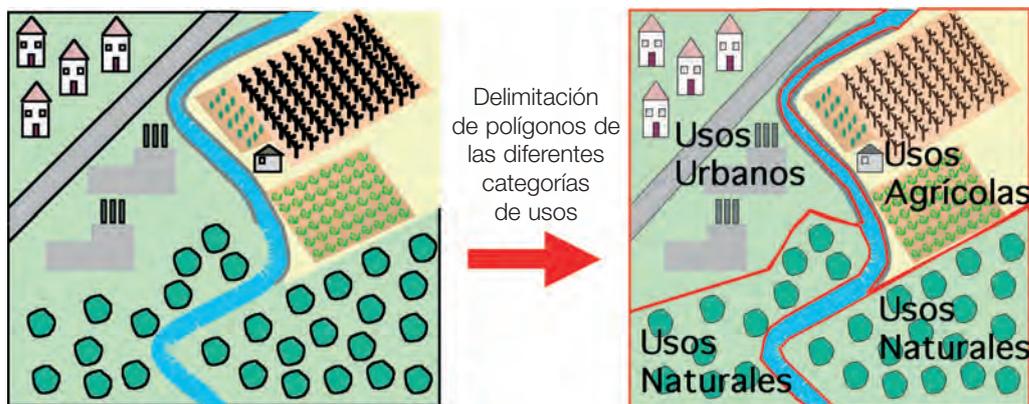


Figura 19. Delimitación de polígonos de categorías de usos del suelo.

Según el porcentaje de usos de cada categoría se obtendrá un nivel de calidad según la Tabla 24.

Tabla 24. Nivel de calidad según los usos del suelo en la zona de ribera. (*) Agrícola + Urbano.

		Nivel de calidad		
		Muy bueno	Bueno	Inferior a bueno
% Usos	Natural	≥85	60	<60
	Agrícola	≤15	40*	>40*
	Urbano	0	5	>5

• Análisis de la vegetación

El análisis de la vegetación se hace mediante trabajo de campo. Se propone la utilización de dos métricas: i) el índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) (Munné *et al.* 1998a; 1998b, 2003b), previsto tanto para el control de vigilancia como para el control operativo, y ii) el índice de Vegetación Fluvial (IVF) (Agència 2001), previsto para ser utilizado solamente en el control operativo.

• Índice de Calidad del Bosque de Ribera - QBR

El índice QBR valora la calidad del bosque de ribera y con ello el grado de alteración de la zona de ribera en tres bloques independientes:

1- Grado de cobertura de la ribera

Determina qué porcentaje de las riberas tiene cobertura vegetal, contabilizando todas las especies excepto las de ciclo anual. En este mismo bloque del índice se valora la conectividad entre las riberas y los sistemas forestales adyacentes. De esta forma se incorpora una medida de la continuidad lateral del ecosistema fluvial, que no se había tenido en consideración en la valoración de la continuidad.

2- Estructura de la vegetación

Valora la complejidad estructural de las áreas de la ribera donde existe cobertura de vegetación. Tiene en cuenta el porcentaje de árboles y arbustos, la discontinuidad entre las manchas de vegetación, la existencia de sotobosque y el efecto de las plantaciones.

3- Calidad de la cubierta

Se tiene en cuenta la diversidad de especies del bosque de ribera ponderada por el tipo geomorfológico del sistema. En riberas estrechas y de fuerte pendiente se exige menos diversidad que en riberas llanas y extensas para un mismo nivel de calidad. Se valora la presencia de especies autóctonas y se penaliza la existencia de alóctonas. También se tienen en cuenta aspectos como la continuidad longitudinal de una franja de bosque a lo largo del canal fluvial, la existencia de infraestructuras humanas en la zona de ribera o la presencia de vertederos o acumulaciones de basuras.

El índice QBR cuenta con un cuarto bloque donde no se valoran características de la ribera sino aspectos relativos a la naturalidad del canal fluvial.

La relación entre los valores del QBR y el nivel de calidad de la zona de ribera se muestran en la Tabla 25. Más detalles del índice y de su aplicación se encuentran en el Capítulo 2, y el protocolo entero en la segunda parte.

Dado que el QBR es un índice que se aplica sobre un tramo fluvial relativamente corto (100-200 m) y, en cualquier caso, muy inferior a la longitud total de las masas de agua, puede ser necesario determinar el QBR en más de un punto para obtener unos resultados representativos del estado de las riberas en el conjunto de la masa de agua. Mediante el análisis de delimitación de la zona de ribera realizado en la valoración de la naturalidad de los usos del suelo en

Tabla 23. Relación entre las categorías de usos del suelo propuestas para la determinación de la naturalidad de la zona de ribera y las categorías definidas en el Mapa de usos del suelo del CREAM y en la Cartografía de los Hábitats en Cataluña.

Uso del suelo asignado	Usos del suelo del CREAM		Hábitats en Cataluña	
	Código	Nombre	Código	Nombre
Usos naturales	w	Aguas continentales	11	Medio marino
	v	Arbolado claro	12	Entradas de mar tierra adentro
	b	Arbolado denso	15	Matorrales y formaciones herbáceas de suelos salinos o yesosos
	h	Bosques de ribera		
	y	Glaciares y nieves permanentes	16	Playas arenosas y dunas
			17	Playas de cantos
	m	Matorral	18	Acantilados y costas rocosas
	l	Playas	19	Islotes y farallones
	p	Prados y herbazales	22	Aguas dulces estancadas
	f	Reforestaciones	23	Aguas salobres o salinas, estancadas
	r	Roquedos	24	Aguas corrientes
	t	Canchales	31	Bosquetes y matorrales de montaña y lugares frescos
	g	Vegetación de marjales	32	Bosquetes y matorrales mediterráneos y submediterr.
			33	Matorrales xeroacánticos de las tierras mediterráneas cálidas
			34	Prados basófilos secos de tierra baja y montaña media
			35	Prados acidófilos secos
			36	Prados (y comunidades afines) de alta montaña
			37	Herbazales, junqueras y prados húmedos
			41	Bosques caducifolios planifolios
		42	Bosques aciculifolios	
		43	Bosques mixtos de caducifolias i coníferas	
		44	Bosques y bosquetes de ribera o lugares muy húmedos	
		45	Bosques esclerófilos	
		53	Orillas de agua y otros hábitats inundados	
		54	Marjales	
		61	Canchales	
		62	Rocas no litorales	
		63	Neveros permanentes y glaciares	
Usos agrícolas	c	Cultivos	38	Prados de siega y pastos grasos
	x	Plataneras	81	Pastos intensivos
	o	Choperas	82	Cultivos herbáceos
	i	Incendios de 1993	83	Cultivos leñosos y plantaciones de árboles
	n	Zonas desnudas	87	Campos abandonados, yermos y áreas ruderales
		90	Áreas quemadas o taladas	
Usos urbanos	u	Zonas urbanizadas	85	Parques urbanos y jardines
	s	Zonas deportivas y lúdicas	86	Ciudades, pueblos y áreas industriales
	k	Vías de comunicación	89	Pozas y canales artificiales
	d	Zonas de extracción minera		

la ribera (véase apartado anterior de evaluación de la naturalidad de los usos del suelo mediante análisis con SIG), se pueden determinar, para cada masa de agua, grandes áreas homogéneas en relación al nivel de calidad de sus riberas, zonas con usos y apariencia similar y homogéneas espacialmente. Estas áreas se delimitarán siguiendo los criterios de delimitación de los usos del suelo en las márgenes fluviales explicados en el apartado anterior. Así pues, para la determinación del valor de QBR en continuo dentro de una masa de agua (QBR_{MA}) se procederá a:

Tabla 25. Nivel de calidad según el índice QBR y QBR_{MA} .

Rango de puntuación del QBR	Nivel de calidad
92 - 100	Muy bueno
72 - 92	Bueno
52 - 72	Moderado
27 - 52	Deficiente
0 - 27	Malo

- Delimitar la zona de ribera (véase apartado anterior en el análisis de naturalidad de los usos del suelo de ribera)
- A partir de la catalogación de los usos del suelo se definirán polígonos transversales al río o tramos de río con márgenes fluviales homogéneos, con usos parecidos y aspecto continuo. No se tendrán en cuenta usos del suelo con representación espacial inferior a 1 ha. Se utilizará cartografía disponible de usos del suelo (escala 1:50.000 o 1:25.000), o, cuando ésta no esté disponible o en ríos con márgenes fluviales estrechos, se procederá al análisis de fotografía aérea a escala 1:10.000.
- En caso de que los usos de los márgenes fluviales sean homogéneos en gran parte de la masa de agua, se realizará una medida del valor del QBR como mínimo cada 10 km.
- En cada zona delimitada o tramo de masa de agua diferenciado se medirá el QBR en un punto de muestreo representativo.

Para obtener un valor global del QBR en la masa de agua, se calculará un promedio de las puntuaciones obtenidas en cada tramo donde se haya aplicado el índice, ponderadas por la longitud del tramo fluvial del que son representativas en relación a la longitud total de la masa de agua, según muestra la fórmula siguiente:

Fórmula

$$QBR_{MA} = \sum \frac{QBR_i \times (long_tramo_QBR_i)}{long_total_MA}$$

Parámetros

QBR_{MA} = valor integrado del QBR para toda la masa de agua
 QBR_i = puntuación del QBR obtenida en el tramo representativo i
 $long\ tramo\ QBR_i$ = longitud del tramo fluvial representado por el QBR_i . No corresponde al tramo donde se ha aplicado el índice, sino a la longitud del tramo del área homogénea del cual el QBR_i es representativo
 $long\ total\ MA$ = longitud total de la masa de agua

• Índice de Vegetación Fluvial - IVF

El IVF es un índice florístico que integra la información que ofrecen el conjunto de especies vegetales que ocupan el espacio fluvial. Este índice exige un análisis mucho más detallado de la vegetación de ribera que el QBR y sólo se aplicará dentro del control operativo. Los detalles del índice y de su aplicación se encuentran en el Capítulo 2, y el protocolo de aplicación en la segunda parte.

Valoración de las condiciones morfológicas

El nivel de calidad final de las condiciones morfológicas se establecerá teniendo en cuenta las valoraciones hechas sobre el nivel de encauzamiento, la naturalidad de los usos del suelo en la zona de ribera, y la calidad del bosque de ribera, todo en función del tipo de control a realizar.

Control de vigilancia

El nivel de calidad final del elemento de condiciones morfológicas se determinará a través de la combinación de los resultados obtenidos en el QBR, el grado de naturalidad de la zona de ribera a partir del análisis de usos del suelo, y el nivel de encauzamiento. Primero se combinan el QBR_{MA} y el grado de naturalidad de la ribera para obtener el nivel de calidad de la ribera (Tabla 26). En un segundo paso se combinan el nivel de calidad de la ribera y el nivel de encauzamiento para obtener el nivel de calidad de condiciones morfológicas (Tabla 27).

Control operativo

La valoración de los parámetros morfológicos en el control operativo no tiene como objetivo determinar un nivel de calidad hidromorfológica, sino validar la correcta implantación y seguimiento del programa de medidas previsto. Por este motivo, se tendrá en cuenta la valoración individual de cada parámetro y no se establecerá ninguna combinación de métricas para obtener un nivel de calidad global.

Valoración final de la calidad hidromorfológica

La calidad hidromorfológica se asignará teniendo en cuenta el nivel de calidad más bajo de los tres elementos de calidad empleados: régimen hidrológico, continuidad fluvial y condiciones morfológicas.

Tabla 26. Nivel de calidad de la ribera, valorado a partir del grado de naturalidad de la ribera según los usos del suelo y de la calidad del bosque de ribera según el índice QBR.

Grado de naturalidad de la ribera	QBR _{MA}					
	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo	
Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	
Bueno	Bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo	
Inferior a bueno	Moderado	Moderado	Moderado	Deficiente	Malo	

Tabla 27. Nivel de calidad de las condiciones morfológicas, valorado a partir del nivel de calidad de la ribera y del nivel de encauzamiento.

Valoración del nivel de encauzamiento	Valoración del nivel de calidad de la ribera					
	Muy bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo	
Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Moderado	Moderado	Deficiente	
Bueno	Bueno	Bueno	Moderado	Deficiente	Deficiente	
Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Deficiente	Deficiente	
Deficiente	Moderado	Moderado	Deficiente	Deficiente	Malo	
Malo	Deficiente	Deficiente	Deficiente	Malo	Malo	



● Condiciones morfológicas de la ribera

La cantidad de información relativa a los parámetros que se proponen para evaluar las condiciones morfológicas de las riberas (grado de naturalidad de los usos del suelo en las riberas, índice QBR e índice IVF) aconsejan dedicarle un capítulo específico.

En este capítulo se presenta el análisis realizado para determinar los umbrales de los niveles de calidad de las riberas en función de la naturalidad de los usos del suelo, se incluye un análisis comparativo de los dos índices (QBR e IVF), y se exponen las modificaciones realizadas para adecuar el índice QBR a diferentes tipos de ríos. Finalmente, se presentan los fundamentos teóricos del índice IVF. Los protocolos detallados de las metodologías de evaluación de las condiciones morfológicas de las riberas se encuentran en la segunda parte.

Calidad de las riberas según el grado de naturalidad de los usos del suelo

Los índices QBR e IVF son herramientas muy útiles para evaluar la calidad de las riberas de tramos fluviales discretos a lo largo de un río pero no la calidad en continuo. Éste es un aspecto que hay que afrontar, ya que la valoración de la calidad de la ribera debe representar una visión integrada de la masa de agua.

En el capítulo anterior se ha presentado una metodología que permite evaluar de forma continua la calidad de las riberas mediante cartografía de usos del suelo en formato digital o bien a través de técnicas de fotointerpretación. La calidad de las riberas queda determinada por su porcentaje de usos naturales, agrícolas y urbanos (véase la Tabla 24).

Para establecer los umbrales de los porcentajes de cada una de las tres categorías de usos que discriminan entre las clases de calidad, se ha hecho un trabajo de fotointerpretación siguiendo la metodología mencionada arriba en 45 estaciones de 9 tipologías fluviales diferentes (todas las existentes en las cuencas internas de Cataluña excepto las riberas litorales), cuyo valor de QBR era conocido (Tabla 28). Las estaciones han sido seleccionadas de manera que quedasen incluidas las 5 clases de calidad contempladas en el QBR, y que hubiera el mismo número de estaciones de cada una de las clases. El área fotointerpretada en cada estación es la misma sobre la que se evaluó el

QBR en campo. En la mencionada tabla se encuentra el valor de QBR de las 45 estaciones y los porcentajes de usos naturales, agrícolas y urbanos obtenidos mediante la fotointerpretación.

Se ha analizado la correlación entre los valores de QBR y los porcentajes de cada uno de los usos. Los resultados muestran que el QBR está bien correlacionado con los usos naturales ($r = 0,87$), de modo que a mayor porcentaje de usos naturales más alto es el valor de QBR. Los usos agrícolas y urbanos están correlacionados negativamente con el QBR ($r = -0,68$ y $-0,49$, respectivamente), si bien en estos casos el grado de significación es más bajo debido a la medida reducida de la muestra y al hecho de que en algunas estaciones estos usos eran inexistentes (en especial los urbanos). La relación entre el valor del QBR y el porcentaje de usos naturales y agrícolas de cada estación se ve más claro en la Figura 20.

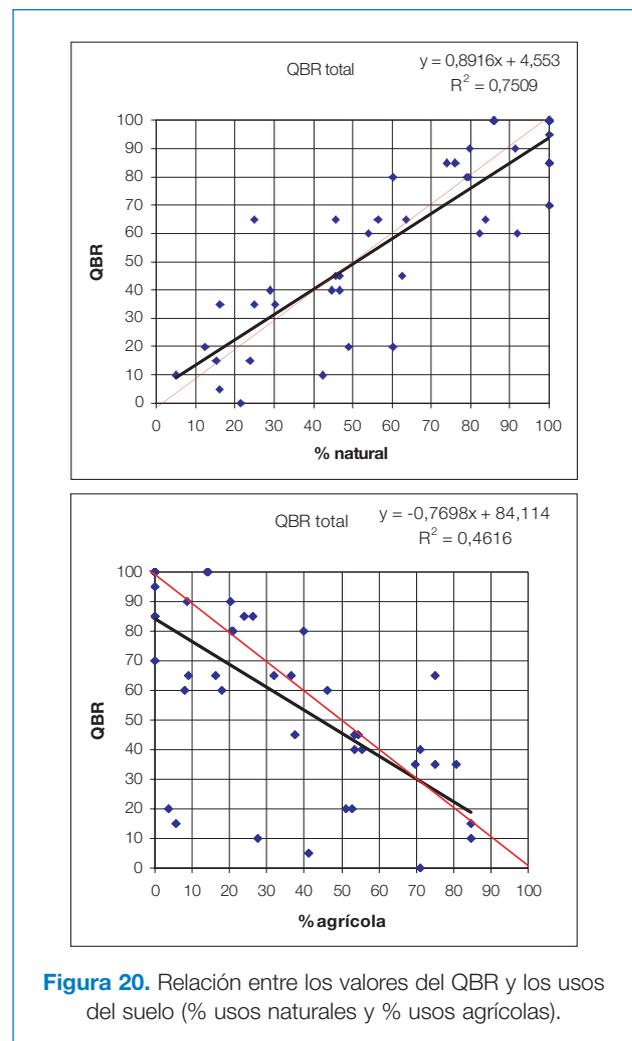


Figura 20. Relación entre los valores del QBR y los usos del suelo (% usos naturales y % usos agrícolas).

Tabla 28. Nivel de calidad según el índice QBR y porcentajes de usos del suelo de las riberas determinados mediante fotointerpretación en 45 estaciones de muestreo de Cataluña.

Código estación	Puntuación QBR	Nivel de calidad	% Natural	% Agrícola	% Urbano
L54	100	Muy buena	100	0	0
B8a	100	Muy buena	100	0	0
FU1	100	Muy buena	100	0	0
FU3	100	Muy buena	100	0	0
MU2	100	Muy buena	100	0	0
CA1	100	Muy buena	100	0	0
TE1	100	Muy buena	85,9	14,1	0
L45	100	Muy buena	85,8	14,2	0
TO2	95	Muy buena	100	0	0
URS31	90	Buena	91,3	8,7	0
TE2	90	Buena	79,6	20,4	0
T1	85	Buena	100	0	0
L43	85	Buena	100	0	0
Ter28	85	Buena	76,0	24,0	0
MU1	85	Buena	73,9	26,1	0
CA3	80	Buena	79,4	20,6	0
AN3	80	Buena	79,0	21,0	0
F53	80	Buena	60,1	39,9	0
B30	70	Moderada	100	0	0
T3	65	Moderada	83,7	16,3	0
RA2	65	Moderada	63,6	36,4	0
L57	65	Moderada	56,3	31,8	11,9
L56	65	Moderada	45,6	9,0	45,4
AN8	65	Moderada	24,8	75,2	0
L60c	60	Moderada	91,9	8,1	0
L95	60	Moderada	82,2	17,8	0
F74	60	Moderada	53,9	46,1	0
BR4	45	Deficiente	62,6	37,4	0
AN11	45	Deficiente	46,5	53,5	0
N11	45	Deficiente	45,6	54,4	0
Ter02	40	Deficiente	46,5	53,5	0
L38	40	Deficiente	44,5	55,5	0
AN2	40	Deficiente	28,8	71,2	0
RB1	35	Deficiente	30,2	69,8	0
T4	35	Deficiente	24,9	75,1	0
F9	35	Deficiente	16,1	80,6	3,2
S2	20	Mala	60,1	3,6	36,3
L39	20	Mala	48,8	51,2	0
RU1	20	Mala	12,3	52,8	34,9
F33	15	Mala	23,7	5,7	70,5
LL2	15	Mala	15,2	84,8	0
F28	10	Mala	42,3	27,6	30,1
LL1	10	Mala	5,0	84,7	10,3
PA3	5	Mala	16,1	41,1	42,8
L100	0	Mala	21,4	71,1	7,4

- Este estudio avala la decisión de asignar un nivel de calidad a la zona de ribera en función de los usos del suelo que se dan en ella, diferenciándolos entre usos naturales, agrícolas y urbanos.

● **Análisis del grado de complementariedad de los índices QBR e IVF**

Actualmente se proponen dos índices como métodos para evaluar el nivel de calidad de las riberas de Cataluña, en aplicación de la Directiva Marco del Agua. El QBR es un índice que analiza esencialmente la estructura de la vegetación y la naturalidad de la morfología fluvial, mientras que el IVF es un índice florístico que integra la información que ofrecen el conjunto de especies vegetales que aparecen en la ribera. Los objetivos de este apartado son la comparación de la calidad de las riberas que se obtiene a partir de los índices QBR e IVF, y la valoración de la idoneidad del uso de uno u otro.

Para que las diferentes tipologías de ríos presentes en Cataluña estuvieran bien representadas, los datos utilizados en esta comparación provienen del trabajo de campo realizado en 2003, y del que se llevó a cabo en el año 2000 (Agència 2001). En total se dispone de la diagnosis de 49 tramos fluviales, correspondientes a 13 cursos de agua de tipo efímero, 31 cursos de agua permanentes o semipermanentes, y 5 cursos de agua de tipo torrencial (con caudales de elevada energía). Los niveles de calidad de cada uno de los índices se encuentran en la Tabla 29.

Las diferencias observadas entre los resultados obtenidos con los dos índices son, en general, leves, a pesar de que existen casos concretos con diferencias manifiestas. En un 38% de los casos analizados el nivel de calidad de ambos índices no coincide. En ríos efímeros la diferencia puede llegar a ser notable, como en la localidad GA-04, en

el barranco de la Galera, un curso fluvial de tipo efímero, donde la diferencia entre ambos índices es de dos clases de calidad.

En función de las tres tipologías de cursos fluviales establecidas (permanente-semipermanente, torrencial y efímero), son justamente los de tipo efímero los que presentan un porcentaje mayor de casos divergentes, con un 54% del total (n= 13), seguidos de los cursos de agua permanentes o semipermanentes, con un 36% de casos (n= 31) y, finalmente, de los ríos torrenciales, con un 20% de los puntos evaluados (n= 5). En este último caso, sin embargo, el número de muestras es demasiado bajo como para poder generalizar al conjunto de cursos de agua de este tipo.

Otro elemento de comparación interesante es que el QBR determina un nivel de calidad extremo (nivel de calidad muy bueno o malo) en más localidades que el IVF. Esta situación corresponde a un 35% de los casos evaluados con el QBR, y sólo a un 23% de los casos evaluados con el IVF.

El análisis diferencial de los puntos de estudio según la tipología a la cual pertenecen permite obtener datos relevantes para entender mejor la funcionalidad de uno y otro índice.

Cursos de agua de tipo permanente-semipermanente

Sobre un total de 31 cursos de agua de tipo permanente-semipermanente, los dos índices empleados han ofrecido un diagnóstico del nivel de calidad de las riberas diferente en un 36% de ocasiones (Tabla 30). Son más abundantes los casos en que la puntuación es más alta con el QBR (23% de los casos estudiados) que la situación inversa, es decir, tramos en que el IVF ha evaluado más favorablemente un tramo concreto de río (13% de los casos estudiados).

Tabla 29. Niveles de calidad según los índices IVF y QBR.

Nivel de calidad	Coloración de la Directiva Marco del Agua	IVF: Cursos de agua tipo "permanente-semipermanente"	IVF: Cursos de agua tipo "torrencial" y/o "efímero"	QBR
Muy bueno	Azul	8 - 10	7 - 10	> 90
Bueno	Verde	6 - 8	5 - 7	75 - 90
Moderado	Amarillo	4 - 6	3,5 - 5	55 - 70
Deficiente	Naranja	2 - 4	2 - 3,5	30 - 50
Malo	Rojo	0 - 2	0 - 2	< 30

Tabla 30. Calidad de las riberas a partir de los índices QBR y IVF en ríos de tipo permanente-semipermanente.

Código	Curso de agua	Término municipal	Año de muestreo	QBR	IVF
FLAR	Fluvià	l'Armentera	2000	40	3,6
FLES	Fluvià	Esponellà	2000	70	5,7
FLOL	Fluvià	Olot	2000	70	2,5
FLPS	Flamisell	Pobla de Segur	2000	10	1,8
MUAL	Muga	Albanyà	2000	70	6,3
MUBO	Muga	Boadella	2000	80	7,8
MUCA	Muga	Cabanès	2000	40	4,2
MULL	Muga	St Llorenç de la Muga	2000	75	5,5
MUMO	Muga	Molins	2000	95	7,2
NPEA	Noguera Pallaresa	Esterri d'Àneu	2000	100	9,3
NPES	Noguera Pallaresa	Escaló	2000	85	6,2
NPPC	Noguera Pallaresa	Pont de Claverol	2000	45	3,9
NPPS	Noguera Pallaresa	Pobla de Segur	2000	95	6,4
NPSO	Noguera Pallaresa	Sort	2000	75	7,2
NPTR	Noguera Pallaresa	Tremp	2000	15	3,4
NR-02	Noguera Ribagorçana	El Pont de Montanyana, Tremp	2003	45	3,0
NR-04	Noguera Ribagorçana	Areny de Noguera, Tremp	2003	55	5,0
SA-01	Ribera Salada	Castellar de la Ribera	2003	30	5,3
SA-02	Ribera Salada	Bassella	2003	55	3,9
TECA	Ter	Camprodon	2000	85	7,1
TECE	Ter	Celrà	2000	70	4,9
TEFL	Ter	Flaçà	2000	55	4,4
TEMA	Ter	Manlleu	2000	30	3,1
TEPA	Ter	El Pasteral	2000	65	5,0
TERI	Ter	Ripoll	2000	55	4,4
TERO	Ter	Roda de Ter	2000	45	1,9
TETO	Ter	Torroella de Montgrí	2000	45	2,9
TICO	Terri	Cornellà de Terri	2000	30	3,6
TIJU	Terri	St Julià de Ramis	2000	50	3,3
TIMA	Terri	Mata	2000	35	0,8
TUCA	Turonell	Castellfollit de la Roca	2000	100	6,9

Características de los tramos fluviales que reciben una puntuación más favorable con el IVF

Buena parte de los puntos que han obtenido una calificación superior con el IVF corresponden a tramos más o menos encauzados y con falta de continuidad del estrato arbóreo, pero que a pesar de estos impactos todavía presentan una composición florística dominada por especies características de las riberas naturales, poco perturbadas.

Este es el caso de la Muga en Cabanès (código MUCA), donde el margen izquierdo está parcialmente encauzado pero el cauce tiene un recubrimiento importante de

Phragmites, o de la Ribera Salada en Castellar de la Ribera (código SA-01).

En esta última localidad toda la ribera fue barrida por una extracción de áridos llevada a cabo hace unos años (véase foto SA-01 al final de este apartado). Sin embargo, la perturbación no es recurrente y no ha afectado a la química del suelo. Además, la calidad del agua es notable y todo esto ha permitido el establecimiento de comunidades herbáceas y arbustivas propias de riberas poco perturbadas, pero, eso sí, correspondientes a fases retrasadas en la sucesión. El resultado es que el QBR determina un nivel de

- calidad deficiente mientras que con el IVF el nivel de calidad establecido es moderado. En estos casos, el índice QBR describe de forma ajustada el nivel de alteración de la estructura de la vegetación, mientras que el IVF remarca, mediante la composición florística, que las perturbaciones no son habituales y que el potencial del fondo florístico es el de una ribera que hasta ahora ha estado perturbada puntualmente, no de forma regular. De hecho, la puntuación estimada visualmente de forma previa a la aplicación de los dos índices tiene un valor de 4, es decir, un valor intermedio entre ambos índices, siendo esta evaluación una aproximación bastante buena al nivel de calidad de este punto de estudio.

Características de los tramos fluviales que reciben una puntuación más favorable con el QBR

Una situación muy diferente es la de las localidades donde el QBR establece un nivel de calidad superior al del IVF. En general corresponde a tramos donde la ribera alberga formaciones forestales más o menos densas pero dominadas por especies alóctonas y/o ruderales, indicadoras de perturbación.

Es el caso del Turonell en Castellfollit de la Roca (código TUCA), donde la orilla está dominada por especies nitrófilas y el agua está muy contaminada a causa de vertidos industriales, o de la Noguera Pallaresa en Pobla de Segur (código NPPS), donde el sotobosque del bosque de ribera está parcialmente alterado por el pisoteo del ganado y donde abundan los chopos híbridos. En las dos localidades la evaluación del QBR (nivel de calidad muy bueno) resulta excesiva si tenemos en cuenta los impactos mencionados, mientras que el IVF establece un nivel de calidad bueno.

Un caso paradigmático en este sentido es el Fluvià en Olot (código FLOL), dado que un 90% del recubrimiento se debe a especies alóctonas o nitrófilas. Eso indica un estado de profunda alteración ya que las comunidades vegetales de ribera que cabría esperar no sólo han sido destruidas, sino que se han sustituido por otras exóticas. En este caso el QBR determina un nivel de calidad mode-

rado, mientras que el IVF establece un nivel de calidad deficiente.

Cursos de agua de tipo torrencial

Esta tipología de ríos considera cursos de agua permanentes que presentan amplios arenales o guijarrales como resultado de su carácter torrencial y elevada energía del flujo de agua. A pesar de que las playas de arena y los guijarrales también son característicos de muchas ramblas mediterráneas, estas han sido clasificadas en otra tipología, la de cursos de agua efímeros, que se tratan en el subapartado siguiente.

Sólo se dispone de datos sobre cinco localidades, dado que en el transcurso del trabajo se ha podido constatar que en los tramos donde el guijarral no es muy ancho (relación anchura del arenal o guijarral / anchura del perímetro mojado inferior a 2,5) se puede aplicar sin problemas el procedimiento para evaluar ríos permanentes. Por ello, algunos puntos que se seleccionaron por el hecho de presentar guijarrales se han clasificado dentro de la tipología de ríos permanentes. Incluso se produce la situación que un mismo río, como en el caso de la Noguera Ribagorçana, puede presentar tramos asignables a las dos tipologías, dado que en función del dinamismo fluvial la anchura de los guijarrales puede variar significativamente en pocos metros. Evidentemente, lo deseable es aplicar el índice IVF a puntos que sean representativos de las condiciones generales del curso fluvial evaluado.

En cuatro de los cinco puntos estudiados el nivel de calidad evaluado con el IVF y el QBR coincide (Tabla 31), pero hay que tener en cuenta que son puntos muy alterados. Es interesante, sin embargo, el caso del río Tordera en Sant Feliu de Buixalleu (código TO-01). La puntuación IVF de este punto es 3,1, correspondiente a un nivel de calidad malo, porque en esta localidad los herbazales ruderales tienen un recubrimiento elevado, pero parte de la ribera corresponde a arenales fluviales situados en la llanura de

Tabla 31. Calidad de las riberas a partir de los índices QBR y IVF en ríos de tipo torrencial.

Código	Curso de agua	Término municipal	Año de muestreo	QBR	IVF
MUCE	Muga	Castelló d'Empúries	2000	50	3,2
NR-01	Noguera Ribagorçana	El Pont de Montanyana, Tremp	2003	60	6,2
NR-03	Noguera Ribagorçana	Areny de Noguera, Tremp	2003	40	2,5
TO-01	La Tordera	Sant Feliu de Buixalleu	2003	35	3,1
TO-02	La Tordera	Blanes, Palafolls	2003	10	0,5

Tabla 32. Calidad de las riberas a partir de los índices QBR y IVF en ríos de tipo efímero.

Código	Curso de agua	Término municipal	Año de muestreo	QBR	IVF
AL-01	Riera de l'Alforja	Riudoms	2003	10	2,6
AL-02	Riera de l'Alforja	Riudoms	2003	5	0,9
AL-03	Riera de l'Alforja	Riudoms	2003	0	1,1
AL-04	Riera de l'Alforja	Les Borges del Camp	2003	10	3,1
AR-01*	Riera de les Arenes	Matadepera	2003	70	5,5
AR-02	Riera de les Arenes	Terrassa	2003	0	1,3
GA-01	Barranc de la Galera	Masdenverge	2003	15	1,8
GA-02	Barranc de la Galera	La Galera, Godall	2003	15	2,8
GA-03	Barranc de la Galera	Tortosa	2003	10	2,3
GA-04	Barranc de la Galera	Masdenverge	2003	15	3,5
PI-01*	Torrent del Pi	L'Ametlla de Mar	2003	85	7,3
PI-02*	Torrent del Pi	L'Ametlla de Mar	2003	75	6,6
RI-01	Riera de Riudoms	Riudoms	2003	0	1,8

*Localidades donde la cubierta arbórea de pinos y encinas en la orillas es importante

inundación, donde la cubierta vegetal es escasa y los únicos vegetales leñosos son algunos pinos. Este tipo de vegetación es propia de ríos torrenciales y en esta localidad presenta una naturalidad notable. La puntuación IVF de esta unidad de vegetación concreta es, a pesar de la escasez del recubrimiento vegetal, de 5,2, correspondiente a un nivel de calidad bueno. Eso demuestra que el índice IVF puede discernir la naturalidad de una unidad de vegetación aunque el recubrimiento de árboles y arbustos sea bajo. En el caso del QBR, la ausencia de vegetales leñosos en la ribera se penaliza de forma severa.

La única localidad donde un río torrencial presentaba unas condiciones bastante naturales es en la Noguera Ribagorçana (NR-01), aguas arriba del vado de Tercui (véase foto NR-01 al final de este apartado). En este caso el nivel de calidad determinado con el QBR es moderado, porque en el margen derecho la ribera presenta una baja cobertura de especies leñosas. Con el IVF el nivel de calidad asignado a este punto es bueno, porque en el guijarral no aparecen especies ruderales y/o nitrófilas y como unidad de vegetación obtiene una puntuación de 5,2.

Con los resultados obtenidos y a pesar de disponer de un número reducido de puntos, queda demostrado que el índice IVF puede asignar un buen nivel de calidad a tramos fluviales donde la cubierta leñosa es baja de forma natural. Eso significa que es posible determinar unas condiciones de referencia para este tipo de ríos.

En lo que respecta al QBR, es especialmente importante la correcta diferenciación entre el canal bajo, la orilla y la

ribera, sobretudo en este tipo de ríos. La presencia habitual de guijarrales o arenales naturales, que sólo deben ser considerados en el análisis del grado de cobertura si se encuentran en la zona de ribera (no en el canal bajo ni en la orilla), provoca que a menudo se evalúe la cobertura sobre una superficie que excede la zona de ribera, e incluye hábitats donde la falta o la escasez de los estratos arbóreo y arbustivo condicionan la puntuación final del índice. En consecuencia, se pueden obtener valores de QBR moderados en lugares sin alteraciones. Para evitar estas situaciones se ha hecho un esfuerzo importante para adecuar el protocolo del QBR de forma que quede perfectamente clara la delimitación entre los diferentes ámbitos que integran el espacio fluvial (canal bajo del río, orilla y ribera), y en cuáles de estos ámbitos hay que evaluar los diferentes apartados de el índice.

Cursos de agua de tipo efímero

Los resultados obtenidos con los dos índices ensayados muestran diferencias importantes, dado que en un 54% de casos los índices IVF y QBR no coinciden en la evaluación del nivel de calidad (Tabla 32). En todos estos puntos, la categoría obtenida mediante el QBR ha resultado inferior a la obtenida con el IVF. Eso es lógico, ya que las ramblas mediterráneas presentan una cubierta vegetal escasa, y este hecho es penalizado fuertemente por el índice QBR, especialmente si en las terrazas fluviales adyacentes hay cultivos u otros usos antrópicos. En contraposición, el índice IVF permite detectar diferencias en la población florística en función de su naturalidad, es decir, si dominan

Tabla 33. Puntuaciones de QBR y IVF y principales condicionantes ambientales en las estaciones de muestreo del barranco de la Galera.

Punto	Localidad	QBR	IVF	Principales condicionantes ambientales
GA-01	Masdenverge	15	1,8	Afección por sobrepastoreo y efluente de EDAR, así como de otras afecciones menores en la ribera
GA-03	Tortosa	10	2,3	Alteración morfológica. En comparación con GA-01, hay una mayor presencia de vegetación higrófila no nitrófila, relacionada con la dilución de los contaminantes
GA-02	La Galera / Godall	15	2,8	El cauce y el margen derecho presentan un cierta naturalidad y restos de adelfal, pero en el margen izquierdo hay un camino, vertederos de tierras y vegetación ruderal
GA-04	Masdenverge	15	3,5	Adelfal bastante continuo. No alcanza el nivel de calidad bueno a causa de la presencia de un camino dentro del cauce y de la abundancia de cañaveral

las especies herbáceas propias de guijarrales naturales o si son más abundantes las especies nitrófilas y/o ruderales, indicadoras de perturbación.

El barranco de la Galera (bajo Ebro) como ejemplo de río efímero

Los resultados obtenidos en el barranco de la Galera muestran claramente el comportamiento diferente de los dos índices. En todos los puntos estudiados la cubierta vegetal es escasa y uno o los dos márgenes están ocupados por cultivos (véanse las fotos GA-01, GA-02, GA-03 y GA-04 al final de este apartado). Además, a causa de la elevada torrencialidad de este curso de agua, es difícil que los vegetales leñosos alcancen un elevado recubrimiento. La población florística presenta una notable variabilidad en función de condicionantes ambientales como son el pastoreo ovino, la presencia de nutrientes aportados por el efluente de una depuradora o las alteraciones físicas o de la morfología fluvial. En un sentido opuesto, la existencia de adelfales resulta indicadora de los puntos que mantienen una naturalidad superior.

Hay que indicar que a causa de la fuerte presión antrópica que sufre el barranco de la Galera no ha sido posible estudiar ningún punto del curso bajo que alcanzase un nivel de calidad bueno, pero los datos obtenidos con el índice IVF reflejan la variabilidad existente mientras que las puntuaciones del QBR se mantienen siempre en el rango más bajo. En la Tabla 33 mostramos las puntuaciones y se comentan los principales condicionantes ambientales de cada tramo evaluado.

Cursos fluviales efímeros que presentan un entorno forestal

En los cursos fluviales efímeros con una cubierta vegetal importante y que transcurren por un entorno forestal, como el torrente del Pi (código PI-02), el nivel de calidad determinado con los índices QBR y IVF puede presentar una mayor coincidencia que en el resto de ríos de tipo efímero. El hecho de que sean tramos que presentan una buena conectividad con los bosques circundantes y que no hayan sufrido alteraciones morfológicas explica esta situación.

Para que el QBR alcanzase una puntuación similar al IVF, los árboles y arbustos del bosque climácico, como pinos, encinas, madroños o robles, deberían tenerse en cuenta para establecer la puntuación del apartado 3 del QBR. Eso es lógico dado que su presencia indica que se trata de una ribera en buen estado de conservación.

Si aplicamos esta corrección a las localidades AR-01 y PI-01, el nivel de calidad determinado con el QBR pasaría de moderado a bueno en AR-01, y de bueno a muy bueno en PI-02.

Consideraciones sobre la utilización de los índices IVF y QBR en ríos de tipo efímero

La aplicación del índice QBR en ríos de tipo efímero presenta ciertas dificultades metodológicas ocasionadas por la falta de una orilla definida, y el hecho de la baja presencia de especies de ribera autóctonas. Sin embargo, tal y como se ha comentado, el problema más importante es que en estos ambientes a menudo la falta de vegetales

leñosos no está relacionada con ninguna perturbación de origen antrópico. En este tipo de ríos, los índices basados en la comunidad vegetal pueden no ser aptos sin las adecuadas modificaciones, y habría que utilizar una valoración morfométrica del canal fluvial o bien utilizar determinadas especies vegetales propias del sistema como indicadores de la naturalidad del medio. Los trabajos realizados en 2003 con el índice IVF han permitido detectar algunas de las especies que pueden ser útiles en este sentido: *Andryala ragusina*, *Glaucium flavum*, *Myrtus communis*, *Nerium oleander*, *Scrophularia canina*, *Tamarix* sp. pl., *Vitex agnus-castus*, etc.

Las diferencias entre QBR e IVF en lo referente a la evaluación de cursos de agua efímeros se pueden explicar por el hecho de que en el caso del IVF se ha realizado un trabajo de adaptación a estos ambientes y, especialmente, considerando que se basa en la composición florística, no en la estructura. De todos modos, existe una propuesta para adaptar el índice QBR a las ramblas mediterráneas (Suárez-Alonso y Vidal-Abarca 2000).

Conclusiones

Como conclusiones a las diagnósticas de la calidad del bosque de ribera realizadas mediante la aplicación de los índices QBR e IVF (Tabla 34), cabe destacar:

- Los índices QBR e IVF dan una evaluación similar, aunque muestren ciertas divergencias en el nivel de calidad de las riberas fluviales, sobretodo en tramos fluviales efímeros.
- Estas diferencias se pueden explicar por el hecho de que el QBR es un índice basado esencialmente en la estructura de la vegetación y la naturalidad de la morfología fluvial, mientras que el IVF es un índice florístico que integra la información que ofrecen el conjunto de especies vegetales que aparecen en un tramo fluvial.
- Los dos índices son válidos para las perturbaciones mecánicas o que afectan a la estructura de las comunidades riparias.

Tabla 34. Tabla comparativa de los índices QBR y IVF.

	Índice QBR	Índice IVF
Tipología de cursos fluviales donde es aplicable	- Permanente - semipermanente	- Todos los tipos
Principales parámetros analizados	- Grado de cobertura de las riberas - Estructura de la vegetación - Calidad de la cubierta vegetal (diversidad de los estratos arbóreo y arbustivo) - Naturalidad de la morfología fluvial	- Composición florística - Ordenación de la vegetación leñosa en bandas - Artificialización y encauzamiento de las riberas
Impactos detectados	- Alteraciones físicas o de la cubierta vegetal - Encauzamientos y ocupaciones del espacio fluvial - Presencia de especies arbóreas alóctonas y/o plantaciones (con una importancia relativa)	- Alteraciones físicas o de la cubierta vegetal - Encauzamientos y ocupaciones del espacio fluvial - Eutrofización del agua y de los suelos - Sobrepastoreo-Banalización/ruderalización de las comunidades vegetales - Presencia de especies alóctonas y/o plantaciones
Ventajas comparativas	- Mayor rapidez en el trabajo de campo y el procesamiento de los datos- Requiere un conocimiento florístico poco elevado (es necesario, sin embargo, diferenciar entre especies herbáceas anuales y perennes)	- Se puede aplicar a casi todos los cursos fluviales - Sensibilidad a un abanico muy amplio de impactos.

Localidad SA-01

En este punto las extracciones de áridos han alterado completamente la morfología del espacio fluvial. No obstante, la recolonización por parte de las especies de ribera avanza rápidamente.

Valor IVF: 5,3

Valor QBR: 30



Localidad NR-01

Ejemplo de curso de agua de tipo torrencial con unas características de notable naturalidad.

Valor IVF: 6,2

Valor QBR: 60



Localidad GA-01

Cauce dominado por especies ruderales y nitrófilas.

Valor IVF: 1,8

Valor QBR: 15



Localidad GA-03

Dentro del cauce predominan las especies higrófilas. En los taludes, perfilados recientemente, la vegetación está muy alterada y dominan los cañaverales y la vegetación ruderal.

Valor IVF: 2,2

Valor QBR: 10



Localidad GA-02

El margen derecho presenta una notable naturalidad. El margen izquierdo está muy alterado, con un camino y vegetación ruderal.

Valor IVF: 2,8

Valor QBR: 15



Localidad GA-04

Cauce con predominio de las especies propias de guijarros bien conservados. En el margen izquierdo hay un talud con vegetación ruderal y un camino.

Valor IVF: 3,5

Valor QBR: 15



El índice QBR

El análisis comparativo entre los dos índices concluye que el QBR (Munné *et al.* 1998a, 1998b, 2003b) puede que no ofrezca resultados satisfactorios en todos los tipos de ríos, y que su aplicación en cursos fluviales efímeros es especialmente problemática. Para superar esta limitación se ha hecho una revisión del índice y se han introducido las modificaciones necesarias para adaptarlo a la totalidad de condiciones hidrológicas y riparias propias del ámbito mediterráneo.

Modificaciones introducidas

Las comunidades vegetales de ribera, afectadas por la influencia de las corrientes de agua superficial, pueden ser extraordinariamente constantes en estructura y composición florística a lo largo de un gradiente altitudinal y latitudinal. Eso permite detectar más fácilmente alteraciones de los sistemas fluviales por causas no naturales (Carrascosa y Munné 2000). Aún así, hay casos extremos en que los cambios en la vegetación son en mayor grado debidos a condiciones climatológicas, hidrológicas o biogeográficas

que a alteraciones antrópicas. Por ello se han introducido ligeras modificaciones en el protocolo de aplicación del índice QBR de manera que los resultados de la valoración de la calidad de las riberas de estos ambientes se ajusten mejor a la realidad.

QBR adaptado a tramos de alta montaña

En un estudio dedicado a los bosques de ribera andorranos (Carrascosa y Munné 2000) se analiza la respuesta del QBR en áreas de alta montaña. La conclusión de este trabajo es que por encima de los 1500 m de altitud el índice no es aplicable, y que por encima de 800 m requiere algunas adaptaciones para ofrecer unos resultados satisfactorios.

El estudio propone en estos tramos fluviales las siguientes modificaciones respecto al protocolo original:

- **Consideración de los herbazales megafórbicos como elemento estructurador del recubrimiento ripario**

La presencia de este tipo de formaciones en las orillas hace que haya que considerarlas juntamente con los helófitos y con los arbustos en la puntuación del apartado 2 de la hoja de campo.

- **Puntuación negativa de la ausencia de sotobosque consolidado**

Un sotobosque degradado es síntoma de una alteración antrópica que afecta a la calidad estructural del ecosistema de ribera y por lo tanto hay que penalizar su existencia en el apartado 2 de la hoja de campo.

- **QBR adaptado a ríos efímeros**

Estudios anteriores de aplicación del QBR en este tipo de ríos (Junta de Andalucía 2003; Suárez-Alonso y Vidal-Abarca 2000) inciden en la necesidad de introducir ciertos cambios en el protocolo de evaluación del índice.

Se proponen en concreto tres modificaciones respecto al protocolo original:

- **Compensación del menor grado de cobertura que alcanza la comunidad vegetal**

El desarrollo potencial de la vegetación de ribera no alcanza los grados de cobertura propios de ambientes más húmedos. Así pues se deben rebajar los porcentajes de cobertura exigidos en el apartado 1 de la hoja de campo de manera que riberas con un grado de cobertura menor puedan alcanzar la máxima puntuación. Los nuevos rangos de porcentaje de cobertura son los propuestos por la Junta de Andalucía en el *Plan Director de Riberas de Andalucía* (Junta de Andalucía 2003).

- **Compensación de la falta de especies arbóreas**

Las comunidades de ribera se caracterizan por un dominio de las especies arbustivas sobre las arbóreas. En este sentido hay que considerar que las especies arbustivas de porte arbóreo ocupan el papel funcional de los árboles de las riberas de zonas más húmedas en cuanto a la estructura vertical del ecosistema. Por lo tanto, hay que modificar los enunciados del apartado 2 de la hoja de campo para recoger esta apreciación. De manera orientativa, se propone establecer el límite entre porte arbustivo y arbóreo en 1,5 m de altura.

- **Consideración de especies no freatófilas propias de los cursos esporádicos**

Las especies hidrófilas propias de la vegetación de ribera se encuentran menos representadas, y por contra adquieren una importante relevancia otras especies con requerimientos hídricos menos exigentes. También es frecuente la ocupación del espacio de ribera de ríos temporales por parte de la vegetación climácica de los ecosistemas forestales adyacentes. Se deben pues tener en cuenta todas estas especies en la valoración de la calidad de la cubierta (apartado 3 de la hoja de

campo) y contabilizarlas como árboles o arbustos autóctonos en función de su porte, se trate o no de especies propiamente de ribera.

Todas estas modificaciones han sido recogidas e incorporadas al protocolo del índice y a las hojas de campo que se presentan en este trabajo. El alcance de las modificaciones introducidas en el QBR aplicado a ríos efímeros demanda la utilización de una hoja de campo propia, diferenciada de la que se aplica al resto de ríos.

El índice IVF

Generalidades y fundamentos teóricos

Se presenta un índice (IVF; Índice de Vegetación Fluvial) que quiere evaluar el estado de conservación de las riberas fluviales empleando la vegetación riparia como bioindicadora de sunaturalidad. Es un índice elaborado por encargo de la Agència Catalana de l'Aigua (Agència 2001). Este índice, por otro lado, pretende convertirse en una herramienta útil para la implementación de la Directiva Marco del Agua y, para ello, permite asignar un nivel de calidad al conjunto del sistema fluvial. Además, y sobre el fundamento de criterios pragmáticos y realistas, se ha evitado hacer un índice basado en todo el dominio potencial de la vegetación riparia dado que en las llanuras del país sería inaplicable ya que estos medios han sido absolutamente aniquilados (en Cataluña y en toda Europa). Hay que tener en cuenta que en las llanuras aluviales bajas este tipo de vegetación ocuparía muchos metros a ambos lados de los ríos y la influencia antrópica la ha reducido a franjas estrechas, que son las únicas muestras que nos quedan. Aún así, determinados impactos que comportan una degradación importante de la vegetación de ribera sí se han penalizado. Es el caso de los encauzamientos, la ocupación agrícola de toda la ribera o las poblaciones masivas de especies alóctonas (cañaverales, bosques de *Robinia*...). Estas especies, a pesar de que estructuralmente puedan no diferir significativamente de las comunidades autóctonas, tienen un significado ecológico radicalmente opuesto, y su existencia es reflejo del conjunto de perturbaciones que han afectado al sistema fluvial.

EL IVF puede ser aplicado a la mayor parte de cursos de agua de Cataluña, con la excepción de ambientes excesivamente rocosos o de guijarral desnudo, donde la vegetación leñosa (sea en el cauce o en la ribera) no puede prosperar.

Es importante remarcar que el IVF evalúa la naturalidad de la vegetación, no la riqueza, la complejidad o el interés; la coincidencia es posible, pero no siempre se produce. Un ejemplo de ello puede ser un guijarral bien conservado *versus* un bosque de ribera pluriestratificado, con disposición de la vegetación en franjas, cuya complejidad es mucho mayor que la del guijarral, aunque las puntuaciones pueden ser parecidas.

El peso fundamental en la puntuación (entre un 80 y un 100% de la puntuación) que se obtiene con la aplicación del índice deriva de la estimación del recubrimiento de las comunidades y especies presentes, y de la ponderación del recubrimiento con la puntuación que se otorga a cada una de las especies. Por otro lado, existen ciertos factores de corrección que complementan esta puntuación (hidrófitos, encauzamientos...), tal y como se expondrá más adelante.

Para la determinación de la puntuación de las especies se han empleado las asignaciones sintaxonómicas y autoecológicas que dan Bolós y Vigo (Bolós y Vigo 1984-2001), aunque en algunos pocos casos han sido matizadas mediante la propia experiencia en el estudio de los sistemas fluviales. Merece la pena aclarar que la interpretación del significado autoecológico de las especies no siempre es unívoco, de manera que ciertas especies pueden tener un significado diferente según la zona donde se encuentren, o bien pueden ser vegetación primaria en medios inestables y secundaria y, por lo tanto, indicadora de perturbación antrópica, en medios más estables. También hay que tener en cuenta las grandes diferencias en la vegetación potencial de los cursos de agua ibéricos (Blanco *et al.* 1997). En este sentido, el establecimiento de tres categorías de sistemas fluviales (permanente, torrencial y efímero), ayuda a amortiguar estas diferencias. No obstante, la solidez del índice se basa en la ponderación del valor del conjunto de especies del sistema fluvial y eso minimiza posibles sesgos.

El hecho de que la vegetación de ribera no experimente cambios tan rápidos como los que puede tener la calidad del agua hace innecesario un muestreo de periodicidad anual, dejando aparte zonas especialmente sensibles o interesantes. Parece recomendable una periodicidad de 3-5 años, coincidiendo con lo que establece al respecto la Directiva Marco del Agua.

Con la intención de facilitar su aplicación, así como la comprensión de los contenidos, el índice ha sido dividido en cinco grandes apartados. A continuación enunciamos los 5 apartados y después se hace alguna explicación o

especificación sobre ellos. Los cuatro primeros apartados se realizan *in situ*, mientras que el último es aconsejable hacerlo con el apoyo de un programa de hoja de cálculo. Los pasos están enumerados, y se deben seguir consecutivamente, exceptuando algunas respuestas dicotómicas, que conducen a otros puntos no consecutivos.

- 1) Definición y reconocimiento del área de estudio (puntos 1 a 3 del índice)
- 2) Determinación del tipo fluvial (puntos 4 a 5 del índice)
- 3) Aplicación de los factores de corrección (puntos 6 a 9 del índice)
- 4) Inventario de la vegetación (puntos 10 a 12 del índice)
- 5) Obtención de la puntuación (puntos 13 a 17 del índice)

1) Definición y reconocimiento del área de estudio

Los pasos incluidos en este apartado tienen como objetivo determinar si la aplicación del índice es posible y, al mismo tiempo, delimitar el área de estudio definiendo sus límites con precisión. Permite, a su vez, conocer la potencialidad del medio y, por lo tanto, interpretar mejor las observaciones de campo.

2) Determinación del tipo fluvial

La puntuación que se obtenga con la aplicación del IVF no determina siempre la misma clase de calidad. Según la tipología de río se establecen dos categorías; una incluye ríos torrenciales y efímeros y la otra los cursos permanentes-semipermanentes. Así, el apartado "Determinación del tipo fluvial" está diseñado para clasificar el punto estudiado en una u otra categoría.

3) Aplicación de factores de corrección

La aplicación de factores de corrección complementa la puntuación obtenida a partir de la composición florística de cada localidad. Algunos de los factores de corrección o de estudio (segundas franjas de vegetación, límites laterales del área de estudio...) pueden ser litigiosos; en situaciones dudosas, poco claras, no se aplicarán. De todos modos, es aconsejable dejar constancia escrita o gráfica de ello, y en caso de volver a aplicar el IVF en aquel punto, al cabo del tiempo, observar las consideraciones al respecto que se hicieron.

Hidrófitos

La presencia-abundancia de hidrófitos es un excelente indicador de calidad de agua. En el extremo opuesto, la ausencia de alguna especie en concreto no siempre puede ser atribuida a la calidad deficiente de las aguas, exceptuando los casos en que aparezcan, abundantes, signos claros de eutrofia o de contaminación o bien se disponga de datos. Ante estos casos, en la ficha se deben

- anotar cuáles son estos datos referentes a contaminación (visuales, de organismos bioindicadores, datos de calidad de agua...).

- En el índice los taxones se clasifican según sus tendencias autoecológicas en lo que se refiere a la preferencia o no de nutrientes y tolerancia a los contaminantes en las aguas. Las categorías consideradas son cuatro: oligotrófico, mesotrófico, eutrófico y hipereutrófico (véase Anexo III). Esta clasificación se ha hecho mediante la experiencia acumulada en el trabajo de campo, pero también empleando y adaptando referencias bibliográficas de artículos y estudios al respecto (Grasmück *et al.* 1993, Braun-Blanquet 1979, Bolós *et al.* 1994).

Segundas franjas de vegetación leñosa de ribera

De forma natural la mayoría de riberas tendrían dos o más franjas de vegetación leñosa de ribera. Desafortunadamente, las franjas más exteriores (aunque demasiado a menudo también las interiores) han sido muy afectadas por la actividad humana y generalmente han resultado fuertemente reducidas o eliminadas. Aún así, en algunos puntos todavía se conservan dos franjas de vegetación leñosa, lo que aumenta el interés de conservación del sistema fluvial. De todas maneras, la inclusión de esta segunda franja de vegetación, habitualmente bastante peor conservada que la primera, en casi todos los casos comporta una puntuación más baja que si sólo se considera la primera franja, y por lo tanto, se penaliza su presencia. Con el fin de corregir este hecho se ha calculado, a partir de los ejemplos disponibles, la diferencia media de puntuación obtenida considerando solamente la primera franja y considerando la primera y la segunda franja de vegetación leñosa. Esta diferencia ha resultado cercana a 0,8 puntos (sobre 10), y esta variación justifica, para corregir el agravio comparativo, la aplicación de un factor de corrección de +0,5 puntos para cada margen donde se conserven dos o más franjas de vegetación leñosa, o bien de -0,5 si el espacio correspondiente a esa segunda franja ha sido ocupado.

4) Inventario de vegetación

Siendo como es el IVF un índice basado en la composición florística es fundamental la determinación correcta de las especies, especialmente en el caso de las especies arbóreas que tienen un gran recubrimiento; en el caso del género *Populus*, con abundancia de hibridaciones y de cultivos, hay que poner especial atención.

Para la estimación de la cobertura de las especies, las clases de recubrimiento consideradas, siguiendo la metodología sigmatista (Braun-Blanquet 1979, Bolós *et al.* 1994), se encuentran en la Tabla 35.

Tabla 35. Clases de recubrimiento consideradas en la estimación de la cobertura de las especies en la aplicación del índice IVF.

Clase de recubrimiento	Porcentaje de recubrimiento	
	Media	Rango
+	0,5	0,1-0,9
1	5,5	1-9,9
2	17,5	10-24,9
3	37,5	25-49,9
4	62,5	50-74,9
5	87,5	75-100

Especialmente para los ríos grandes y medios es muy aconsejable la intervención de dos operarios, y por lo menos uno de ellos tendría que ser botánico o estar muy familiarizado con la flora local.

El periodo útil estimado para el trabajo de campo es entre abril y octubre, según la localidad. En función de las características de las riberas (especialmente las ricas en geófitos vernaes de ribera, en el N y NE de Cataluña) hay que escoger con cuidado el momento más adecuado de muestreo.

Puntuación de las especies

Las categorías, con su significado y puntuación, se encuentran en la Tabla 36.

5) Obtención de la puntuación

Tal como ya ha sido mencionado, la base de la puntuación en el índice deriva del recubrimiento de las especies; así, la puntuación se obtiene cruzando la media del porcentaje de recubrimiento de las especies en el área de estudio con una puntuación que deriva de su significado autoecológico (véase Anexo III). De esta forma, todos los taxones se clasifican en seis categorías de diferente significado autoecológico (Tabla 36), según si señalan condiciones ruderales o nitrogenadas, si son plantas alóctonas, si corresponden a ambientes de ribera bien conservados, etc. En definitiva se valora de qué forma nos indican el estado de naturalidad de la ribera.

Aún así, es fácil que al aplicar el IVF se puedan encontrar otras especies que no aparezcan puntuadas. Las indicaciones que se proporcionan en la Tabla 36 sobre puntuación, significado autoecológico y los ejemplos mencionados han de permitir, a quien aplique el índice, asignar a los taxones no puntuados el valor que les corresponde.

Tabla 36. Descripción de las categorías de puntuación de las especies en el índice IVF.

Puntuación	Significado
10	<p>Especies propias de bosques o comunidades leñosas de ribera (incluidas plantas leñosas de las formaciones vegetales de las ramblas mediterráneas) bien conservadas, poco o nada afectadas por perturbaciones.</p> <p>Comunidades primarias.</p> <p>Ejemplos: <i>Anemone nemorosa</i>, <i>Alnus glutinosa</i>, <i>Polystichum setiferum</i>, <i>Vitex agnus-castus</i>...</p>
8	<p>Especies propias de bosques o comunidades leñosas de ribera ligeramente perturbadas. Especies de porte herbáceo características de las ramblas mediterráneas y de guijarrales bien conservados.</p> <p>Especies propias del bosque climácico.</p> <p>Comunidades primarias (raramente, secundarias).</p> <p>Ejemplos: <i>Quercus sp. pl.</i>, <i>Arum italicum</i>, <i>Lamium flexuosum</i>, <i>Andryala ragusina</i>...</p>
6	<p>Especies propias de bosques o comunidades leñosas, de ribera o no, moderadamente abiertos y/o perturbados. Especies características de marjales no eutróficos. Plantas no estrictamente asociadas a guijarrales fluviales pero propias de zonas pedregosas y comunidades de plantas anuales no ruderales.</p> <p>Comunidades secundarias, primarias en menor medida.</p> <p>Ejemplos: <i>Ligustrum vulgare</i>, <i>Lythrum salicaria</i>, <i>Salix elaeagnos</i>, <i>Bupleurum fruticosum</i>, <i>Ptychotis saxifraga</i>, <i>Corynephorus canescens</i>...</p>
4	<p>Especies, de ribera o no, propias de medios perturbados y/o abiertos como claros y pastos, y de bosques fuertemente alterados, nitrófilos y/o dominados por especies correspondientes a etapas secundarias de la sucesión vegetal. A menudo estas especies pueden aparecer en riberas bien conservadas, si bien entonces siempre son escasas; y solamente llegan a ser abundantes si la ribera se encuentra perturbada. Especies propias de marjales eutróficos.</p> <p>Comunidades secundarias.</p> <p>Ejemplos: <i>Sconucus nigra</i>, <i>Rubus sp. pl.</i>, <i>Thymus vulgaris</i>, <i>Sparganium erectum</i>...</p>
2	<p>Especies no propias de la ribera (ni acuáticas), de medios fuertemente nitrófilos y/o ruderales.</p> <p>Comunidades secundarias.</p> <p>Ejemplos: <i>Chelidonium majus</i>, <i>Parietaria officinalis</i>, <i>Oryzopsis miliacea</i>, <i>Poa annua annua</i>...</p>
0	<p>Especies alóctonas.</p> <p>Ejemplos: <i>Robinia pseudoacacia</i>, <i>Populus deltoides</i>, <i>Bidens sp. pl.</i></p> <p>Suelo desnudo por sobrepastoreo, pisoteo o movimientos de tierras.</p>

BIBLIOGRAFIA

- Agences de l'Eau (2002) Système d'Evaluation de la Qualité Physique (hydromorphologique) des cours d'eau français. SEQ Physique (version v0'). Document de travail en cours de validation. Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, République Française.
- Agència Catalana de l'Aigua. 2001. Índex per a l'avaluació de la qualitat del medi fluvial a partir de la vegetació de ribera (IVF). Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya.
- Agència Catalana de l'Aigua. 2002. Estudi d'actualització de l'avaluació de recursos hídrics de les conques internes de Catalunya. Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya.
- Agència Catalana de l'Aigua. 2003. Desenvolupament d'un índex d'integritat biòtica (IBICAT) basat en l'ús dels peixos com a indicadors de la qualitat ambiental dels rius a Catalunya. Departament de Biologia Animal, Universitat de Barcelona. 203 pp.
- Agència Catalana de l'Aigua. 2004. Mesures per minimitzar l'impacte en petites obres fluvials. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Generalitat de Catalunya.
- Agència Catalana de l'Aigua. 2005. Pla Sectorial de Cabals de Manteniment de les Conques Internes de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge. Generalitat de Catalunya.
- Allan J. D. 1995. Stream Ecology. Chapman and Hall, New York.
- Blanco E., Casado M.A., Costa M., Escribano R., Gracia M., Genova M., Gómez A., Gómez F., Moreno J.C., Mrola J.C., Regato P. I Sainz H. 1997. Los bosques ibéricos. Ed. Planeta.
- Bolòs O. i Vigo, J. 1984-2001. Flora dels Països Catalans. Vol. I-IV. Ed. Barcino. Barcelona.
- Bolòs O., Vigo, J, Masalles, R.M., Ninot, J.M. 1994. Flora manual dels Països Catalans. Ed. Pòrtic. Barcelona.
- Bonada N., Prat N., Munné A., Rieradevall M., Alba-Tercedor J., Álvarez M., Avilés J., Casas J., Jáimez-Cuéllar P., Mellado A., Moyà G., Pardo I., Robles S., Ramón G., Suárez M. L., Toro M., Vidal-Albarca M. R., Vivas D. i Zamora-Muñoz C. 2004. Intercalibración de la metodología GUADALMED. Selección de un protocolo de muestreo para la determinación del estado ecológico de los ríos mediterráneos. *Limnetica*, 21(3-4), (2002): 77-98.
- Boon P.J., Holmes NTH., Maitland PS., Rowall TA., Davies J. 1997. A system for evaluating rivers for conservation (SERCON): development structure and function. In *Freshwater Quality: Defining the Indefinable?* Boon PJ, Howell DL (eds). The Stationery Office: Edimburgh; 299-326.
- Boon P.J., Wilkinson J., Martin J. 1998. The application of SERCON (System for Evaluating Rivers for Conservation) to a selections of rivers in Britain. *Aquatic Conservation, Marine and Freshwater Ecosystems* 8:597-616.
- Braun-Blanquet J. 1979. Fitosociología. Editorial Omega. Barcelona.
- Carrascosa V.; Munné A. 2000. Qualificació dels boscos de ribera andorrans. Adaptació de l'índex QBR als rius d'alta muntanya. *Hàbitats*, 1: 4-13.

- Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF). 2003. Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). 1998. Sistemas de paso para peces en presas. Ministerio de Fomento.
- Church M. 2002. Geographic thresholds in riverine landscape. *Freshwater Biology* 47: 541-557.
- Clausen B. i B. J. F. Biggs. 1997. Relationships between benthic biota and hydrological indices in New Zealand streams. *Freshwater Biology* 38: 327-342.
- Clausen B. i B. J. F. Biggs. 2000. Flow variables for ecological studies in temperate streams: groupings based on covariance. *Journal of Hydrology* 237: 184-197.
- Comissió de Protecció Civil de Catalunya. 1997. Pla Especial d'Emergències per Inundacions a Catalunya - INUNCAT.
- Confederación Hidrográfica del Ebro. 1999a. Delimitación de regiones ecológicas en la cuenca del Ebro. Departament d'Ecologia, Universitat de Barcelona. 152 pp.
- Confederación Hidrográfica del Ebro. 1999a. Objetivos de estado ecológico en los ríos de la cuenca del Ebro. Departament d'Ecologia, Universitat de Barcelona. 58 pp.
- Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya. 2002. Cartografia dels hàbitats a Catalunya.
- Doadrio I. 2001. Atlas y libro rojo de los peces continentales de España. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Ministerio de Medio Ambiente.
- Elvira, B.; Nicola, G. i Almodóvar, A. 1998. Impacto de las obras hidráulicas en la ictiofauna. Dispositivos de paso para peces en las presas de España. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente.
- EN 27828: 1994. Calidad del agua. Métodos de muestreo biológico. Guía para el muestreo manual con red de macroinvertebrados bénticos.
- Environment Agency (EA), Scottish Environment Protection Agency (SEPA), Environment and Heritage Service (EHS). 2003. River Habitat Survey in Britain and Ireland. Field Survey Guidance Manual: 2003 Version. United Kingdom.
- European Commission. 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy..
- European Commission. 2002a. CEN TC 230/WG 2/TG 5: N32. A guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers.
- European Commission. 2002b. CEN TC 230/WG 2/TG 5: N48. Water quality – assessing river quality based on hydromorphological features.
- European Commission. 2003a. Monitoring under the Water Framework Directive. Guidance document number 7. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC).
- European Commission. 2003b. Overall approach to the classification of ecological status and ecological potential. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC).
- Federal Ecosystem Management Assessment Team. 2002. Riparian Areas. National Research Council. National Academies Press. 444 pp.

- Fleishhacker T. i Hern K. 2002. Ecomorphological survey of Large Rivers. German Institute of Hydrology.
- Gallagher A. 1999. Barriers. A: Bain, M. B.; Stevenson, N. J, editors. Aquatic Habitat Assessment. Chapter 13. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland (Estats Units).
- Grasmück N., J. Haury L. Léglize i S. Muller. 1993. Analyse de la végétation fixée des cours d'eau lorrains en relation avec les paramètres d'environnement. *Annls Limnol.* 29: 223–237.
- Gutiérrez C.; Salvat A. i Sabater F. 2001. Índex per a l'avaluació de la qualitat del medi fluvial a partir de la vegetació de ribera, Índex IVF. Documents tècnics de l'Agència Catalana de l'Aigua.
- Haury J. i Peltre M.C. 1993. Intérêts et limites des “indices macrophytes” pour qualifier la mésologie et la physico-chimie des cours d'eau: exemples armoricains, picards et lorrains. *Annales de Limnologie*, 29 (3-4): 239-253.
- Haury J., Peltre M.C., Muller S., Tremoliers M., Barbe J., Dutartre A. i Guerlesquin M. 1995. Des indices macrophytes pour estimer la qualité des cours d'eau: des premières propositions du groupement d'intérêt scientifique “Macrophytes des Eaux Continentales”. *Annales ANPP-Colloque international marqueurs biologiques de pollution*. Chinon, 21-22 de setembre de 1995.
- Història Natural dels Països Catalans. 1992. Enciclopèdia Catalana. Volumes 6, 7, 13, 14.
- Jáimez-Cuéllar P., Vivas S., Bonada N., Robles S., Mellado A., Álvarez M., Avilés J., Casas J., Ortega M., Pardo I., Prat N., Rieradevall M., Sáinz-Cantero C. E., Sánchez-Ortega A., Suárez M. L., Toro M., Vidal-Albarca M. R., Zamora-Muñoz C. i Alba-Tercedor, J. 2004. Protocolo GUADALMED (PRECE). *Limnetica*, 21(3-4), (2002): 187-204.
- Junta de Andalucía. 2003. Plan Director de Riberas de Andalucía. Manuales de Restauración Forestal, 6. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- Larinier M. 2000. Dams and fish migration. Institut de Mecanique des Fluides. Toulouse, France.
- Leopold L.B., M.G. Wolman, i J.P. Miller. 1964. *Fluvial Processes in Geomorphology*. Dover Publications, New York.
- Munné A.; Solà C. i Prat N. 1998a. QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del Agua*, 175: 20-37
- Munné A.; Solà C.; Rieradevall M. i Prat N. 1998b. Índex QBR: mètode per a l'avaluació de la qualitat dels ecosistemes de ribera. *Estudis de la qualitat ecològica dels rius*, 4. Diputació de Barcelona.
- Munné A. 2003a. Les rieres litorals i la directiva marc de l'aigua. *L'Atzavara*. Secció de Ciències Naturals del Museu de Mataró, 11: 27-36
- Munné A, Prat N, Solà C, Bonada N i Rieradevall M. 2003b. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams.: QBR index. *Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 13: 147-163.
- Pardo I., Álvarez M., Casas J., Moreno J. L., Vivas S., Bonada N., Alba-Tercedor J., Jáimez- Cuéllar P., Moyà G., Prat N., Robles S., Suárez, M. L., Toro M. i Vidal-Albarca M. R. 2004. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica*, 21(3-4), (2002): 115-133.
- Pedersen M.L. i Baatrup-Pedersen A. 2003. National monitoring programme 2003-2009. Assessment methods manual. National Environmental Research Institute of Denmark. Technical Report no. 21.
- Pedersen M.L., Ovesen N.B., Friberg N., Clausen B. Lethotsky M. I Gresková A. 2004. Hydromorphological assessment protocol for the Slovak Republic. Annex 1. In: Establishment of the Protocol on Monitoring and Assessment of the Hydromorphological Elements. Twinning light Project no. TLP 01-29.

- Petts G.E. 1988. Impounded rivers, perspectives for ecological management. Wiley. Loughborough, UK.
- Poff N. L. 1996. A hydrogeography of unregulated streams in the United States and an examination of scale-dependence in some hydrological descriptors. *Freshwater Biology* 36: 71-91.
- Prat N., Munné A., Rieradevall M., Solà C. i Bonada N. 1998. ECOSTRIMED. Estudis de la Qualitat Ecològica dels Rius (8). Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient.
- Prat N., Vila-Escalé M., Solà C., Jubany J., Miralles M., Ordeix M., Ríos B., Andreu R., Bonada N., Casanovas-Berenguer R., Múrria C., Puntí T., Rieradevall M. 2004. La qualitat ecològica del Llobregat, el Besòs, el Foix, la Tordera i el Ter. Informe 2002. *Estudis de la Qualitat Ecològica dels Rius*, 12. Diputació de Barcelona. Àrea de Medi Ambient. Barcelona. CdRom.
- Raven P.J., Holmes N.T.H., Dawson F.H., Fox P.J.A., Everard M. Fozzard I.R. i Rouen K.J. 1998. River Habitat Quality – the physical character of rivers and streams in the UK and Isle of Man. Environment Agency. Bristol, UK.
- Reiser D. W. and R. T. Peacock. 1985. A technique for assessing upstream fish passage problems at small-scale hydro-power developments. Page 423-432 In F.W. Olson, R.G. White, and R.H. Hamre, (eds.). Symposium on small hydropower and fisheries. American Fisheries Society, Western Division, Bethesda, Maryland.
- Richter B. D., J. V. Baumgartner J. Powel i D.P. Braun. 1996. A method for assessing hydrologic alteration within ecosystems. *Conservation Biology* 10: 1163-1174.
- Richter B. D., J. V. Baumgartner R. Wigington i D.P. Braun. 1997. How much water does a river need? *Freshwater Biology* 37: 231-249.
- Rosgen D. 1996. Applied River Morphology. Wildlands Hydrology, Pagosa Springs, Colorado.
- Suárez-Alonso M.L.: i Vidal-Abarca M.R. 2000. Aplicación del índice de calidad del bosque de ribera, QBR, a los cauces fluviales de la cuenca del río Segura. *Tecnología del Agua*, 201: 33-45.
- Suárez M.L., Vidal-Abarca M.R., Sánchez-Montoya M.M., Alba-tercedor J., Álvarez M., Avilés J., Bonada N., Casas J., Jáimez-Cuéllar P., Munné A., Pardo I., Prat N., Rieradavall M., Salinas M.J. i Toro M., Vivas S. 2004. Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: el uso del índice QBR. *Limnetica*, 21(3-4), (2002): 135-148.
- The Nature Conservancy. 2005. Indicators of Hydrologic Alteration Version 7 User's Manual.
- Tharme R.E. 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.
- Thorne C.R., Hey R.D. i Newson M.D. (eds). 1997. Applied geomorphology for river engineering and management. John Wiley and Sons Ltd., Chichester.
- Verry, E.S. 1996. Riparian Structure and Function: Physical and Chemical Components. At the Water's Edge: The Science of Riparian Forestry Conference Proceedings.
- Ward J. i J.A. Stanford. 1983. The serial discontinuity concept of lotic ecosystems. *Dynamics of lotic ecosystems* (eds T.D. Fontaine III i S.M. Bartell), pp. 29-42. Ann Arbor Science, Ann Arbor, Michigan.
- Welsh D. 1991. Riparian forest buffers – Function and design for protection and enhancement of water resources. USDA Forest Service NA-PR-07-91.
- Wright J F, Armitage P D, Furse M T and Moss D. 1984. The classification of sites on British rivers using macroinvertebrates. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 22, 1939-1943.





SEGUNDA PARTE

Protocolo de evaluación de la calidad hidromorfológica



Introducción

En el Anexo V de la DMA se presentan los elementos y los parámetros que hay que considerar en la valoración de la calidad hidromorfológica. Este capítulo recoge los protocolos de los parámetros y métricas que se tendrán que utilizar en los diferentes tipos de control con el fin de llevar a cabo esta valoración. Incluye también un protocolo de determinación del nivel final de calidad hidromorfológica de las masas de agua a partir de los parámetros utilizados.

El orden en que se presentan los protocolos responde a dos criterios:

- **El tipo de información que aportan:** en primer lugar se presentan todos los protocolos y hojas de campo que ofrecen información descriptiva o de caracterización, y seguidamente los que se utilizan en la determinación del nivel de calidad hidromorfológica o en la valoración de los planes de medidas.
- **El orden establecido en el Anexo V de la DMA:** en un segundo nivel jerárquico, se han ordenado los protocolos y hojas de campo en función del orden en que se presentan en el Anexo V de la DMA.

Por tanto, los protocolos se ordenan como se indica a continuación:

- Protocolo 1: Parámetros de Caracterización Morfológica
- Protocolo 2: Índice de Hábitat Fluvial (IHF)
- Protocolo 3: Cumplimiento de Caudales de Mantenimiento (QM)
- Protocolo 4: Índice de Conectividad Fluvial (ICF)

	TIPO DE CONTROL	TIPO DE MÉTRICA
	Vigilancia / Operativo	Valoración / Descripción
Régimen hidrológico		
Cumplimiento de Caudales de Mantenimiento	V / O	V
Cumplimiento de los IHA (no se presenta protocolo)	V / O	V
Continuidad fluvial		
Índice de Conectividad Fluvial	V	V
Estudio comunidad peces (no se presenta protocolo)	O	V
Condiciones morfológicas		
Parámetros de Caracterización		
Morfológica	V (no exigible)	D
Nivel de Encauzamiento del cauce	V	V
Índice de Hábitat Fluvial	V / O	D
Naturalidad de los Usos del suelo en las Riberas	V	V
Índice de Calidad del Bosque de Ribera	V / O	V
Índice de Vegetación Fluvial	O	V
Nivel final de calidad hidromorfológica		
	V	V

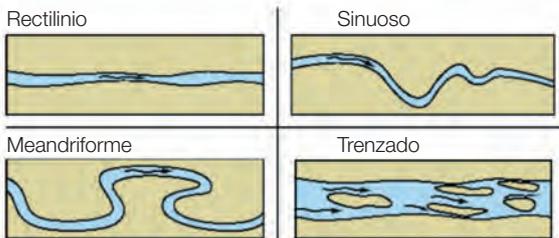
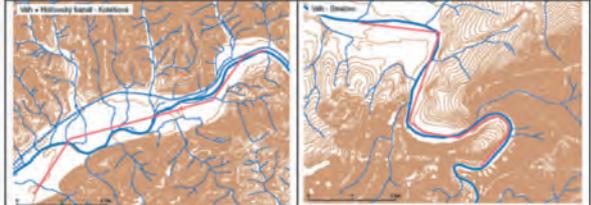
- Protocolo 5: Nivel de Encauzamiento del Cauce
- Protocolo 6: Naturalidad de los Usos del suelo en las Riberas
- Protocolo 7: Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR)
- Protocolo 8: Índice de Vegetación Fluvial (IVF)
- Protocolo 9: Determinación del nivel de calidad hidromorfológica final

● PROTOCOLO 1: PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

● Consideraciones previas

Consideraciones	Observaciones
1 Determinación de la longitud de la unidad de muestreo.	La unidad de muestreo será habitualmente la masa de agua, aunque cuando convenga también se podrá aplicar este protocolo a otras unidades de muestreo.
2 Se anotará el resultado de cada uno de los parámetros de caracterización en la hoja de campo, obteniendo así una descripción de las condiciones morfológicas generales del tramo fluvial o masa de agua.	Las condiciones morfológicas que se describen en este protocolo no son utilizadas para determinar un nivel de calidad, sino que tienen un valor propio para caracterizar el sistema fluvial.

Protocolo

Pasos a seguir	Observaciones								
<p>GEOMETRÍA DEL CANAL</p> <p>1 Tipología del canal</p> <p>Inspección visual del tramo fluvial de estudio.</p> <p>Clasificación del tramo en rectilinio, sinuoso, meandriforme o trezado según la tipología de la forma del canal.</p>	<p>Las cuatro formas de tipología del canal que se contemplan son:</p> 								
<p>2 Grado de sinuosidad</p> <p>Determinación mediante medidas en SIG de la longitud del canal y de la línea recta que sigue el valle fluvial.</p> <p>Cálculo de la sinuosidad (SI) del tramo en base a la relación entre la longitud del canal del río y la longitud del valle fluvial.</p> <p>Determinación del grado de sinuosidad a partir del valor de SI.</p>	<p>Hay que medir la longitud del canal (línea azul) y la longitud de la línea recta que sigue el valle del río (línea roja).</p>  <p>SI=longitud del canal principal/distancia en línea recta a lo largo del valle fluvial</p> <p>Categorías del grado de sinuosidad:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Valor de SI</th> <th>Grado de sinuosidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,00 - 1,05</td> <td>Recto</td> </tr> <tr> <td>1,05 - 1,50</td> <td>Sinuoso</td> </tr> <tr> <td>> 1,50</td> <td>Meandriforme</td> </tr> </tbody> </table>	Valor de SI	Grado de sinuosidad	1,00 - 1,05	Recto	1,05 - 1,50	Sinuoso	> 1,50	Meandriforme
Valor de SI	Grado de sinuosidad								
1,00 - 1,05	Recto								
1,05 - 1,50	Sinuoso								
> 1,50	Meandriforme								

PENDIENTE DEL RÍO

3 Pendiente media

Cálculo de la pendiente media del tramo según la diferencia en elevación (en metros) entre dos puntos dividido por la distancia (en km) que los separa.

La distancia recomendada entre los dos puntos de medida variará en función de las dimensiones del sistema fluvial.

Las medidas de la longitud entre los puntos y el cálculo de la pendiente se pueden hacer a través de SIG.

Fórmula para el cálculo de la pendiente:

$$Pendiente = \frac{(altitud (m) \text{ punto alto}) - (altitud (m) \text{ punto bajo})}{Distancia (Km) \text{ entre puntos}}$$

Distancia adecuada entre los puntos de medida:

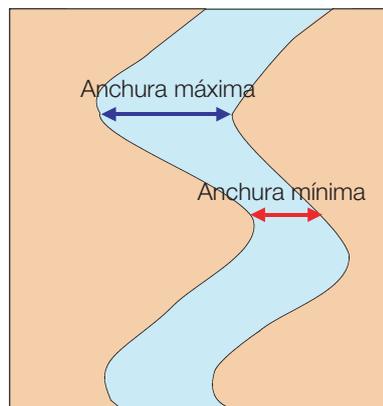
Medida del río (orden Strahler)	Distancia entre puntos para cálculo pendiente (m)
Pequeños (orden 1-2)	2000
Medios (orden 3-4)	5000
Grandes (orden > 4)	10000

VARIACIONES EN ANCHURA Y PROFUNDIDAD DEL CANAL

4 Variación en la anchura

Determinación de la variación en anchura del tramo de estudio. En ríos grandes se determinará a través de medidas con SIG, mientras que en ríos pequeños y medianos se determinará a través de medidas en el campo.

La variación en anchura se define como la relación entre la dimensión máxima y mínima del canal en todo el tramo de estudio y en el momento de la medida.

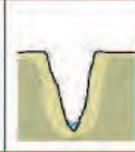
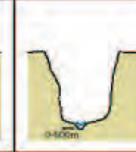
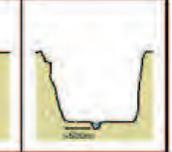
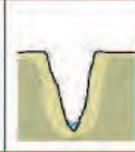
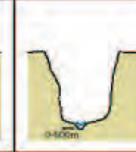
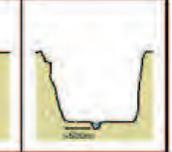
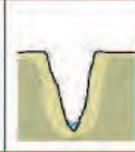
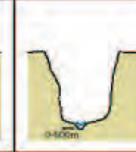
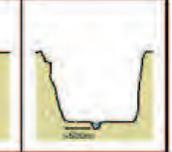


$$Var_Anch = \frac{Anchura_máxima (m)}{Anchura_mínima (m)}$$

Asignación de una categoría de variación de anchura.

Esta relación permite establecer diferentes categorías de variación en anchura según la siguiente tabla:

Variación en anchura
Muy elevada (> 2.00)
Elevada (1.51 – 2.00)
Moderada (1.26 – 1.50)
Baja (1.11 – 1.25)
Muy baja (1.00 – 1.10)

Pasos a seguir	Observaciones												
<p>5 Variación en la profundidad</p> <p>Valoración de la variación en profundidad a través de un transecto transversal al canal del río para calcular su sección, y de la apreciación visual en una inspección a lo largo del tramo de estudio.</p> <p>Clasificación cualitativa de la variación en profundidad.</p>	<p>Para poder valorar adecuadamente la variación en profundidad, se recomienda hacer como mínimo cinco medidas en la determinación de la sección del canal.</p> <p>La variación en profundidad se clasificará en una de las tres categorías siguientes:</p> <div data-bbox="836 585 1423 694" style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> <div style="width: 30%;">Baja </div> <div style="width: 30%;">Media </div> <div style="width: 30%;">Elevada </div> </div>												
<p>TIPO DE VALLE FLUVIAL</p> <p>6 Tipo de valle fluvial</p> <p>Determinación del tipo de valle fluvial a partir de la inspección visual realizada en el campo.</p>	<p>Las categorías de tipo de valle fluvial que se tendrán en cuenta son las siguientes:</p> <div data-bbox="847 1000 1426 1313" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 25%;">Garganta</td> <td style="width: 25%;">Forma de V</td> <td style="width: 25%;">U estrecha</td> <td style="width: 25%;">U ancha</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">No perceptible </td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Asimétrica </td> </tr> </table> </div>	Garganta	Forma de V	U estrecha	U ancha					No perceptible 		Asimétrica 	
Garganta	Forma de V	U estrecha	U ancha										
													
No perceptible 		Asimétrica 											

PROTOCOLO 2: ÍNDICE DE HÁBITAT FLUVIAL (IHF)

Consideraciones previas que hay que tener en cuenta en la aplicación del índice

Pasos a seguir	Observaciones
1 Seleccionar el área de observación El tramo de río evaluado deberá tener una longitud suficiente (unos 100 m) para proporcionar al observador la información necesaria que se requiere para cubrir los siete bloques de los que consta el índice.	El índice será aplicado durante periodos en los que el caudal sea bajo, de modo que el sustrato y las características del canal puedan apreciarse con facilidad. No evaluar el hábitat inmediatamente después de una crecida.
2 Independencia de los bloques a analizar Los siete bloques en los que está basado el IHF son independientes y la puntuación de cada uno de ellos no puede ser superior a la que se indica en el final de la hoja de campo.	En cada bloque se valorará únicamente la presencia de cada uno de los parámetros indicados, no su ausencia.
3 Puntuación final La puntuación final será el resultado de la suma de los siete bloques y por lo tanto nunca podrá ser superior a 100.	

Consideraciones útiles para llenar la hoja de campo

Bloques	Observaciones
1 Inclusión en rápidos - sedimentación en pozas Inclusión: Se contabiliza el grado en que las partículas del sustrato están fijadas (hundidas) en el lecho del río. Sedimentación: Consiste en la deposición de material fino en zonas más lénticas del río.	La inclusión se mide aguas arriba y en la parte central de rápidos y zonas de piedras, donde no exista una deposición de sedimentos y la distribución de las partículas del sustrato pueda apreciarse con mayor claridad.
2 Frecuencia de rápidos Se estima el promedio de la aparición de rápidos en relación a la presencia de zonas más remansadas.	En este apartado se pretende evaluar la heterogeneidad del curso del río. El que se produzca de forma frecuente la alternancia de rápidos y pozas a escala de tramo fluvial, asegura la existencia de una mayor diversidad de hábitats para la comunidad de organismos acuáticos.

Bloques	Observaciones
<p>3 Composición del sustrato</p> <p>Para llenar este apartado se hace una estimación visual aproximada de la composición media del sustrato.</p>	<p>El diámetro de partícula considerado es el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bloques y piedras: > 64 mm. • Cantos y gravas: 2 – 64 mm. • Arena: 0,6 – 2 mm. • Limo y arcilla: < 0,6 mm.
<p>4 Regímenes de velocidad/ profundidad</p> <p>La presencia de una mayor variedad de regímenes de velocidad y profundidad proporciona una mayor diversidad de hábitats disponibles para los organismos.</p>	<p>Como norma general se considera una profundidad de 0,5 m para distinguir entre profundo y somero y una velocidad de 0,3 m/s para separar rápido de lento.</p>
<p>5 Porcentaje de sombra en el cauce</p> <p>Estima, de forma visual, la sombra proyectada por la cubierta vegetal adyacente, que determina la cantidad de luz que llega al canal del río e influencia el desarrollo de los productores primarios.</p>	
<p>6 Elementos de heterogeneidad</p> <p>Mide la presencia de elementos tales como hojas, ramas, troncos o raíces dentro del lecho del río. Estos elementos proporcionan el hábitat físico que puede ser colonizado por los organismos acuáticos, a la vez que constituyen una fuente de alimento para los mismos.</p>	<p>En este apartado se tendrá en cuenta únicamente la aparición de los elementos indicados. Si no existiesen no se les daría ninguna puntuación.</p>
<p>7 Cobertura de vegetación acuática</p> <p>Mide la cobertura de la vegetación acuática en el cauce fluvial. La mayor diversidad de morfologías en los productores primarios incrementa la disponibilidad de hábitats y de fuentes de alimento para muchos organismos. En la misma medida, la dominancia de un grupo sobre el total de la cobertura no debería superar el 50%.</p>	<p>Plocon: incluye organismos fijados al sustrato por un extremo -rizoides- en muchos casos desprendidos y flotando, por ejemplo, <i>Cladophora</i>, Zygnematales, Oedogoniales y Briófitos.</p> <p>Pecton: incluye talos aplanados, laminares o esféricos, por ejemplo, <i>Nostoc</i>, <i>Hildenbrandia</i>, Chaetoforales, Rivulariacias, Filtros de oscilatorias o Perifiton de diatomeas.</p> <p>Fanerógamas y charales: por ejemplo, especies de los géneros <i>Potamogeton</i>, <i>Ranunculus</i>, <i>Ceratophyllum</i>, <i>Apium</i>, <i>Lemna</i>, <i>Myriophyllum</i>, <i>Zannichellia</i> o <i>Rorippa</i> y <i>Chara</i></p> <p>Briófitos: incluyen musgos y hepáticas.</p>

PROTOCOLO 3: CUMPLIMIENTO DE CAUDALES DE MANTENIMIENTO (QM)



Pasos a seguir	Observaciones								
<p>0 Ámbito de aplicación</p> <p>El cumplimiento de los caudales ambientales o de mantenimiento se evaluará de diferente forma según si en la masa de agua o tramo fluvial existen o no infraestructuras que representen puntos potenciales de captación, retención o derivación de agua.</p> <p>En tramos donde no haya infraestructuras de este tipo, el cumplimiento de caudales de mantenimiento se evaluará en un punto de muestreo representativo de la masa de agua. En los tramos donde sí haya infraestructuras, se evaluará en cada una de ellas.</p>	<p>Las infraestructuras relacionadas con regulación, extracciones de agua o derivaciones hacia centrales hidroeléctricas son las susceptibles de incumplir los caudales de mantenimiento por causas antrópicas y, por lo tanto, serán las seleccionadas para analizar el grado de cumplimiento de los caudales ambientales o de mantenimiento.</p>								
<p>1 Asignación de un caudal ambiental o de mantenimiento (QM) en el punto de medida</p> <p>Para determinar si un caudal medido es o no inferior al QM, hay que asignar un QM al punto de medida siguiendo ciertos criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si el punto de medida se encuentra en un tramo donde haya estudios específicos sobre el QM, se asignará el caudal que estos estudios hayan fijado. <p>Para el caso de las cuencas internas de Cataluña, se asignará el QM según el Plan Sectorial de Caudales de Mantenimiento vigente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuando no existan datos, se utilizará el método QPV para asignar el QM. 	<p>En caso de no haber estudios específicos sobre el QM, estos se pueden desarrollar a partir de alguno de los métodos propuestos en el anexo I.</p> <p>El método QPV asigna un caudal básico (Qb) en función de la aportación anual (Q) conocida en el tramo fluvial analizado según la tabla siguiente:</p> <table border="1" data-bbox="869 1417 1460 1632"> <thead> <tr> <th>Caudal medio Q (m³/s)</th> <th>Caudal básico QPV Qb (m³/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Q < 0,125</td> <td>0,025</td> </tr> <tr> <td>0,125 < Q < 2</td> <td>20% Q (máximo de 0,3)</td> </tr> <tr> <td>2 > Q</td> <td>15% Q</td> </tr> </tbody> </table> <p>El Qb se multiplicará por 0,8 en los meses de julio, agosto y septiembre para obtener el QM. En el resto de meses, el QM será el Qb calculado según este método.</p>	Caudal medio Q (m ³ /s)	Caudal básico QPV Qb (m ³ /s)	Q < 0,125	0,025	0,125 < Q < 2	20% Q (máximo de 0,3)	2 > Q	15% Q
Caudal medio Q (m ³ /s)	Caudal básico QPV Qb (m ³ /s)								
Q < 0,125	0,025								
0,125 < Q < 2	20% Q (máximo de 0,3)								
2 > Q	15% Q								



2 Medida del caudal real (QR)

2.1 Localización de una sección representativa

Para llevar a cabo la medida del caudal real, seleccionar preferiblemente un segmento de río rectilíneo donde la profundidad, la anchura, la velocidad y la pendiente sean lo más uniforme posible. Es importante que por la sección seleccionada pase todo el caudal del río, y que haya el mínimo de turbulencias.

La profundidad mínima para que se pueda llevar a cabo la medida es de 0,10 m.

Es preferible la ausencia de plantas acuáticas, nieve y cristales de hielo. Si es necesario, se limpiará la sección a aforar y se indicará en la hoja de campo que se ha hecho esta operación.

2.2 Medida del área de la sección y de la velocidad del agua

Dividir el transecto en sub-secciones y medir en cada una de ellas la profundidad y la velocidad del agua. La anchura de las sub-secciones dependerá de la anchura y la homogeneidad del río.

Calcular el área de cada sub-sección a partir de la anchura y la profundidad. Se puede asimilar el área de cada polígono a un rectángulo si no hay variaciones de profundidad, o bien a un trapecio si varía de forma significativa.

La velocidad que interesa para el cálculo del caudal es la media de la columna de agua. Para obtener un valor cercano a esta media hay que medir la velocidad a una profundidad de 1/3 de la distancia entre el fondo y la superficie, respecto al fondo, en cada una de las sub-secciones. Si la profundidad es superior a 0,5 m, se tomarán dos medidas de velocidad y se hará su media. En este caso, las profundidades adecuadas son a 1/5 y a 4/5 del fondo.

2.3 Cálculo del caudal

El caudal de cada sub-sección (Q_i) se puede calcular mediante el producto entre la velocidad del agua (V_i) y el área de la sub-sección (A_i).

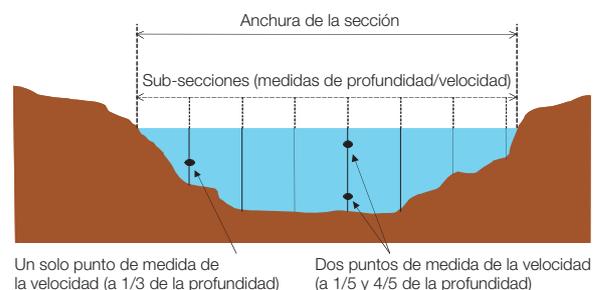
El caudal total real (QR) será la suma de los caudales de las sub-secciones.

Zonas con fuertes turbulencias, remolinos, brazos muertos, o divisiones del canal no son recomendables dado que inducen a resultados menos precisos.

En caso de haber una estación de aforos, el caudal se medirá en la estación, y se indicará en la hoja de campo.

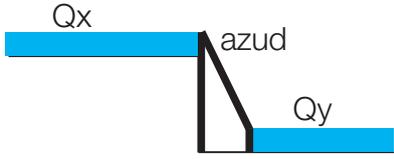
La distancia entre los márgenes y la primera vertical será del orden de 20 cm. La distancia entre verticales consecutivas será como máximo de un 20% de la anchura total del río y nunca será superior a 2,0 m.

A menor distancia entre medidas, mayor será la exactitud del valor de caudal resultante.



$$Q_i = V_i \cdot A_i$$

$$QR = \sum Q_i$$

Pasos a seguir	Observaciones
<p>3 Determinación del cumplimiento de los caudales de mantenimiento</p> <p>Se calculará el nivel de cumplimiento (C) a partir del cociente entre el caudal de mantenimiento (QM) y el caudal real medido (QR):</p> $C = \frac{QM}{QR}$ <p>Para el control de vigilancia se dispondrá de una sola medida de caudal real y por lo tanto se calculará el nivel de incumplimiento puntual según este dato.</p> <p>Para llevar a cabo un control operativo será necesaria una serie de, al menos, 12 datos mensuales de caudal real para un año hidrológico completo. Para cada mes se calculará el nivel de cumplimiento a partir de la medida de caudal real y del caudal de mantenimiento asignado.</p>	<p>El control operativo es un instrumento de respuesta a una problemática detectada, que debe permitir validar la eficiencia del programa de medidas diseñado para solucionarla y, por lo tanto, implica un análisis más a fondo que el control de vigilancia. Por ello no se considera suficiente determinar el nivel de incumplimiento a partir de un solo dato puntual, y se exige un seguimiento temporal más largo y una frecuencia mensual del análisis de incumplimiento.</p>
<p>4 Penalización del incumplimiento</p> <p>El incumplimiento de los caudales de mantenimiento se penalizará en aquellos casos en que sea debido a causas antrópicas, es decir, tramos de río donde las regulaciones, extracciones de agua o derivaciones hacia minicentrales dejen un caudal inferior al QM.</p> <p>En tramos donde no haya infraestructuras, si se cumplen los QM ($C \leq 1$) se asignará un nivel de calidad MUY BUENO. Si se incumplen ($C > 1$), este parámetro se considerará NO EVALUABLE y habrá que buscar sus causas aguas arriba.</p> <p>En puntos con infraestructuras donde no se cumplan los caudales de mantenimiento ($C > 1$), habrá que comparar el caudal real antes (Qx) y después (Qy) de la infraestructura, para saber si esta es la responsable del incumplimiento del caudal de mantenimiento aguas abajo. Por lo tanto, habrá que medir el caudal antes de la infraestructura igual que se ha hecho aguas abajo (punto 2).</p> <p>Si, a pesar de haber infraestructuras, se cumplen los caudales de mantenimiento ($C \leq 1$), no habrá que medir el caudal aguas arriba, porque el resultado no alterará la valoración final del nivel de calidad.</p>	<p>Estos tramos serán:</p> <p>a. Tramos situados aguas abajo de infraestructuras con capacidad de regulación.</p> <p>En embalses, se consultará el caudal de entrada y se comparará con el de salida.</p> <p>b. Tramos situados dentro de la zona de influencia de una extracción de agua:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Por debajo de un azud con captación para usos consuntivos. • Entre la derivación y el retorno de una minicentral hidroeléctrica o una captación de uso parcial o temporal, etc. <p>En azudes y minicentrales, cuando sea necesario se medirá el caudal antes y después:</p> 

Passos a seguir

5 Determinación del nivel de calidad o el grado de aceptabilidad

En masas de agua o tramos fluviales sin infraestructuras de captación, derivación o regulación del flujo, si se cumplen los caudales de mantenimiento ($C < 1$) se asignará un nivel de calidad MUY BUENO. Si se incumplen ($C > 1$), este parámetro se considerará NO EVALUABLE y por lo tanto no se asignará ningún nivel de calidad (véase punto 4).

En caso de haber infraestructuras, se asignará un nivel de calidad para cada una de las infraestructuras presentes en la masa de agua o tramo fluvial en función del tipo de control, y el nivel final de la masa de agua será el de la infraestructura de peor calidad.

5a Control de vigilancia

El nivel de calidad viene determinado por la tabla siguiente:

		Nivel de cumplimiento (C)			
		< 1	1 – 1,2	1,2 – 2	> 2
Qy < Qx	No	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
	Sí	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo

5b Control operativo

En el control operativo no se determina un nivel de calidad sino el grado de aceptabilidad de la eficiencia del programa de medidas. Tendrá que haber como mínimo 12 datos de nivel de incumplimiento, correspondientes al seguimiento mensual durante 1 año hidrológico. Para cada mes, el nivel de incumplimiento se clasifica en Aceptable o No Aceptable según muestra la tabla siguiente:

		Nivel de cumplimiento (C)	
		< 1	> 1
Qy < Qx	No	Aceptable	Aceptable
	Sí	Aceptable	No Aceptable

La valoración del control operativo es Aceptable sólo si se obtiene un resultado aceptable en todos los meses.

Para obtener una medida del grado de incumplimiento se sumarán los resultados del nivel de cumplimiento (C) de aquellos meses en que el resultado sea No aceptable. Para el sumatorio se utilizarán los valores al cuadrado de manera que en el valor final de la suma tengan más peso los casos en los que el caudal real queda muy por debajo del caudal de mantenimiento.

$$GI = \sum_i \left(\frac{QM}{QR_i} \right)^2$$

GI = Grado de incumplimiento

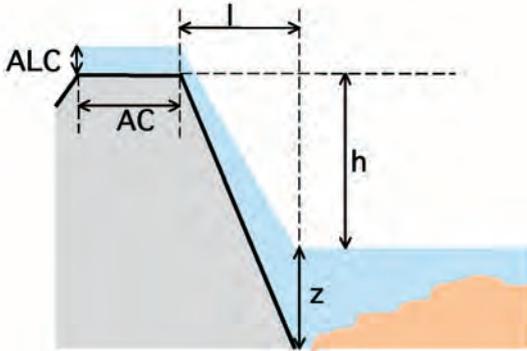
QM = Caudal de mantenimiento exigido en el momento de la medida

QR= Caudal real medido para el mes i

En función del valor final del sumatorio del grado de incumplimiento (GI) se establecen tres categorías de infracción:

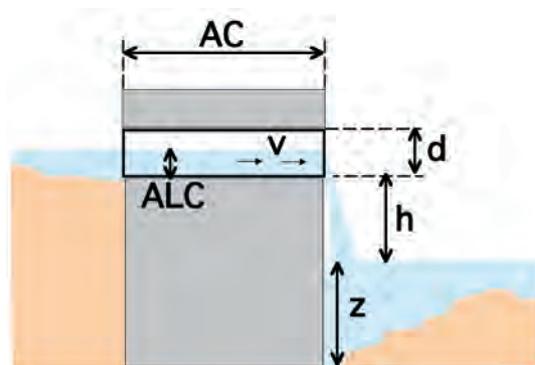
- Incumplimiento **leve**: cuando $GI < 10$
- Incumplimiento **elevado**: cuando $10 < GI < 30$
- Incumplimiento **grave**: cuando $GI > 30$

PROTOCOLO 4: ÍNDICE DE CONECTIVIDAD FLUVIAL (ICF)

Pasos a seguir	Observaciones
<p>0 Pasos previos</p> <p>Localización de barreras artificiales en la zona de estudio</p> <p>La conectividad se evaluará en tramos con infraestructuras que puedan representar barreras para el movimiento de los peces.</p> <p>Cuando la infraestructura a valorar ya esté catalogada, habrá que especificar su código en la hoja de campo. En caso contrario, se anotará el punto de muestreo y la situación exacta de la infraestructura (UTMs, descripción de la localización, etc.).</p> <p>En la hoja de campo, las casillas de datos generales blancas deberán rellenarse siempre. Las marcadas en gris se rellenarán como mínimo la primera vez que se evalúe una infraestructura, pero no será necesario llenarlas las siguientes veces.</p> <p>Caracterización de la infraestructura</p> <p>La caracterización de la infraestructura se realizará siguiendo la primera página de la hoja de campo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se tipifica la infraestructura y se determina su funcionalidad, teniendo en cuenta el motivo por el que fue construida, si en la actualidad está o no en uso y el estado de conservación en que se encuentra. <p>Hay que fijarse también en la existencia o no de un canal de derivación y, en caso afirmativo, precisar su localización.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se caracteriza la infraestructura a partir de las medidas representadas en los esquemas (Figuras A y B). Siempre que se pueda se tomarán las medidas exactas, pero cuando eso no sea posible se realizará una estimación del valor y se especificará en la hoja de campo con una (E). 	<p>Se considera una barrera cualquier estructura de carácter antrópico capaz de parar y retener el agua del río y que, por ello, puede representar un obstáculo potencial a la migración de los peces.</p> <p>Los tipo de infraestructuras posibles son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Azud • Traviesa • Estación de aforos • Vado agujereado • Puente ferroviario o de tránsito rodado <p>Todo lo que pueda representar un obstáculo y no esté especificado en las categorías anteriores, se anotará en la hoja de campo y, si hace falta, se hará una descripción dentro del apartado de observaciones.</p> <p>Las infraestructuras se asimilarán a un azud siempre que el agua pase por encima, y a un vado agujereado si el agua pasa por el medio.</p> <p>Figura A: Azudes o similares</p>  <p>El diagrama ilustra un azud con un canal de derivación. Se muestran las siguientes variables: ALC (altura del agua en el canal de derivación), AC (anchura del canal de derivación), l (longitud del azud), h (altura de la caída del agua) y z (profundidad del canal de derivación).</p>

- Se determina si circula agua por encima del obstáculo (o por el interior de los tubos o pasos habilitados en el caso de los vados).

Figura B: Vados agujereados



En el caso de los vados: la altura (h) se mide desde el punto más bajo del tubo de salida del agua hasta la superficie de la lámina de agua; la anchura de coronación (AC) es la longitud del tubo o paso por debajo del vado; la altura de la lámina en la coronación (ALC) es la profundidad del agua en el interior del tubo o paso.

El hecho de que no circule agua por encima (o interior) del obstáculo supondrá considerar la infraestructura como una barrera infranqueable para todos los grupos del tramo.

Pasos a seguir	Observaciones
<p>1 Valoración del obstáculo (bloque 1)</p> <p>Hay que determinar cuáles de los grupos de especies piscícolas siguientes se encuentran potencialmente en el tramo de estudio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grupo 1: Especies diádromas litorales de corto recorrido fluvial con baja capacidad para superar obstáculos. - Grupo 2: Especies catádromas de largo recorrido, sin capacidad de salto pero con elevada capacidad para superar obstáculos. - Grupo 3: Especies migratorias intrafluviales de corto recorrido, con capacidad para superar obstáculos baja o moderada. Ciprínidos. Grupo 3a: Especies grandes, con capacidad moderada para superar obstáculos. Grupo 3b: Especies pequeñas, con muy poca capacidad para superar obstáculos. - Grupo 4: Especies migratorias intrafluviales con elevada capacidad natatoria y de salto. <p>Se valoran las características del obstáculo según las medidas o las estimaciones realizadas:</p> <p>Para los apartados 1A y 1B de la hoja de campo se escoge la primera entrada, comenzando desde arriba, que cumpla todas las condiciones. Los dos apartados se valoran independientemente.</p> <p>1A: Se valora la verticalidad y la altura del obstáculo, la profundidad de la poza y, en el caso de los vados, el diámetro de los conductos de paso del agua y su velocidad.</p> <p>Para determinar la capacidad de paso de las especies del grupo 2 (anguila), se mirará que en las riberas no haya ninguna barrera que impida alcanzar el río aguas arriba reptando.</p> <p>1B: Se valora la anchura de la coronación y la altura de la lámina de agua.</p> <p>Se determinan los grupos de peces que pasan el obstáculo. Para considerar que un grupo tiene capacidad para superar el obstáculo tiene que cumplir los requerimientos especificados para los dos grupos de medidas (apartados 1A y 1B de la hoja de campo).</p> <p>Los resultados de la valoración del obstáculo se obtienen comparando los grupos de peces presentes en el tramo y los grupos que pasan el obstáculo.</p>	<p>Para determinar los grupos de especies en Cataluña, se sitúa el tramo de estudio en el mapa de distribución adjunto y se obtienen así los grupos de especies presentes en el tramo. En otras zonas habrá que recurrir a estudios existentes o información general, y clasificar la fauna en los grupos mencionados.</p> <p>Este apartado, especialmente si las características han sido medidas, no tiene porqué hacerse en el campo, pero entonces no se podrá determinar el nivel final de calidad.</p> <p>El primer grupo de medidas (apartado 1A) permite determinar los grupos de peces con potencial para superar la diferencia de cota generada por el obstáculo.</p> <p>Una infraestructura se considera vertical cuando genera un ángulo de 90° (o muy cercano) respecto a la horizontal.</p> <p>El segundo grupo de medidas (apartado 1B) determina los grupos con capacidad de superar la coronación del obstáculo y alcanzar el cauce situado aguas arriba.</p> <p>Se obtienen tres posibles resultados:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Barrera franqueable por todos los grupos de especies del tramo - Barrera infranqueable por algunos grupos del tramo - Barrera infranqueable por todos los grupos del tramo

Pasos a seguir

Mapa de distribución geográfica de las especies de peces en Cataluña según la capacidad para superar obstáculos y el tipo de migraciones



2 Valoración de los pasos de peces (bloque 2)

Hay que determinar la existencia o ausencia de dispositivos artificiales construidos para el paso de peces. En caso de que haya, se ha de identificar el tipo de paso:

- Canal lateral o similar: canal artificial situado en la zona de ribera que conecta el río aguas arriba y abajo de la barrera.
- Conector fluvial o similar: estructuras de tanques sucesivos (o presencia de deflectores) donde el agua fluye de uno al otro sin saltos.
- Escala de peces o similar: estructuras de tanques sucesivos en la que el agua fluye de uno al otro con saltos.

Una vez identificado el tipo de paso, se valorará su efectividad. Los pasos pueden ser eficientes, eficientes para algunas de las especies presentes o ineficientes.

En caso de que haya más de un tipo de paso, se valorarán todos y el resultado final será el de aquél que obtenga la mejor (más eficiente) valoración.

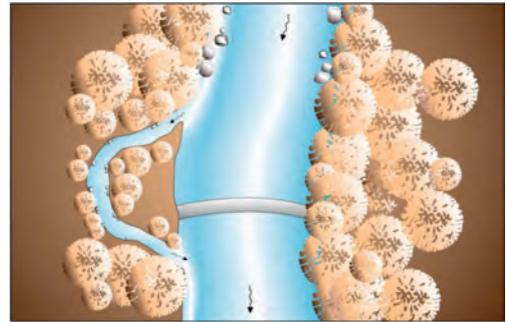
Se valoran las características comunes a los tres tipos de pasos de peces (Tabla **2A** de la hoja de campo). El incumplimiento de alguna de estas características implicará valorar el paso como ineficiente para todos los grupos.

El método de valoración de la eficiencia de los pasos depende del tipo de paso:

CANALES LATERALES

No se valoran nuevas características. Por lo tanto, la valoración del paso se hace teniendo en cuenta sólo las características comunes (Tabla **2A** de la hoja de campo).

Río o canal lateral



Conectores fluviales



Escalas de peces



Características que se valoran en todo tipo de pasos:

- Entrada no obstruida
- Circulación continua del agua por el paso
- Buen estado de conservación
- Salida no obstruida

Pasos a seguir	Observaciones
<p>CONECTORES</p> <p>Se valora la velocidad del agua como factor limitante para el paso de algún grupo de especies (Tabla 2B₁ de la hoja de campo). Hay que rellenar las casillas sólo de los grupos de peces potencialmente presentes en el tramo (bloque 1). En la valoración final del paso se tienen en cuenta las características comunes y la velocidad del agua (tablas 2A y 2B₁ de la hoja de campo).</p> <p>ESCALAS</p> <p>Se valoran cuatro características que pueden resultar limitantes para el paso de alguno de los grupos de peces (Tabla 2B₂ de la hoja de campo), siempre según los grupos de peces potencialmente presentes (bloque 1). La eficiencia del paso se determina en función de las características comunes y de las características específicas de las escalas (tablas 2A y 2B₂ de la hoja de campo).</p>	<p>La velocidad del agua se medirá en el campo con un correntímetro, entre dos cubetas sucesivas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Altura del primer salto: distancia entre la lámina de agua de la poza antes de entrar en la escala y el primer escalón de la escala. - Profundidad de la poza antes del salto - Saltos entre cubetas: distancia entre la lámina de agua de una cubeta y el límite superior de la cubeta inmediatamente superior. - Ausencia de turbulencias que impidan el salto en cualquier cubeta de la escala.
<p>3 Moduladores finales (bloque 3)</p> <p>En obstáculos con canales de derivación y/o pasos artificiales para peces, se valoran una serie de factores no considerados en los bloques anteriores y que afectan negativamente a la conectividad fluvial. El cumplimiento de alguna de las condiciones expuestas en la columna de observaciones, hará disminuir en un nivel la calidad final del índice.</p>	<p>Condiciones de los moduladores finales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ausencia de mecanismos que eviten el paso de los peces hacia el canal de derivación. Se valorará <i>in situ</i> la presencia de barreras físicas y se buscará información sobre la presencia de otros tipos de barreras en los canales de derivación. - Ausencia de una corriente de atracción a la entrada del paso para peces. Para facilitar que el pez encuentre la entrada del paso, ésta tiene que generar una corriente de atracción, es decir, turbulencias, corrientes o un salto de agua que atraiga al pez hacia este punto. - Ausencia de mecanismos que eviten la depredación. La presencia de rejillas o algún tipo de cobertura evita que los peces sean fácilmente depredados dentro de la escala. - Localización inadecuada de la salida. La salida ha de estar situada de manera que evite posibles caídas de los peces nuevamente aguas abajo del obstáculo.

Pasos a seguir	Observaciones
----------------	---------------

4 Resultado final

4.1 Nivel de calidad del punto evaluado

En primer lugar se combinan los resultados de los bloques 1 y 2 mediante la **Tabla de Valoración**:

Valoración del paso de peces					
Valoración del obstáculo (Bloque 1)	Sin obstáculo Franqueable Infranqueable para algunos grupos Infranqueable para todos los grupos	Eficiente	Eficiente para algunos grupos	Ineficiente	Sin paso
		Muy bueno			
		Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
		Moderado	Moderado	Deficiente	Deficiente
Malo	Moderado	Deficiente	Malo	Malo	

En segundo lugar, si se cumple alguna de las condiciones referentes a los moduladores del bloque 3, hay que disminuir un nivel de calidad el resultado obtenido según la Tabla de Valoración.

El resultado final se obtiene ponderando el resultado de la Tabla de Valoración con los moduladores finales, disminuyendo un nivel de calidad si se cumplen una o más de las condiciones expuestas:

Resultado Tabla		Resultado Final
Muy bueno	→	Bueno
Bueno	→	Moderado
Moderado	→	Deficiente
Deficiente	→	Malo
Malo	→	Malo

4.2 Nivel de calidad de la masa de agua

En aquellas masas de agua o tramos fluviales en que haya más de una infraestructura transversal evaluada, se le asignará el nivel de la infraestructura de peor calidad.



● PROTOCOLO 5: NIVEL DE ENCAUZAMIENTO DEL CAUCE

Pasos a seguir	Observaciones
<p>1 Delimitación del tramo de estudio</p> <p>Habrá que determinar el inicio, el final y la longitud total del tramo fluvial de estudio.</p>	<p>El tramo de estudio será en la mayoría de casos la masa de agua fluvial. Aún así, este protocolo es válido para cualquier unidad de muestreo y, por lo tanto, puede aplicarse a todo tipo de tramos con independencia de su longitud.</p>
<p>2 Localización de tramos encauzados</p> <p>Localizar los tramos en los que se ha realizado algún tipo de encauzamiento.</p>	<p>En todos los tramos afectados por encauzamientos será necesario registrar las coordenadas UTM de inicio y final.</p>
<p>3 Caracterización de los encauzamientos</p> <p>De cada tramo encauzado habrá que determinar la longitud y el tipo de infraestructura de protección.</p>	<p>Hay que anotar si el encauzamiento afecta a un margen del río o a los dos. Si afecta a las dos orillas, para la determinación del nivel de encauzamiento se computará como dos veces la longitud del tramo encauzado (apartado 4).</p> <p>Las estructuras de protección pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mota: compactación de tierra en el margen del río. - Escollera: obra hecha de grandes piedras - Gavión: piedras de medida media y grava incluidas dentro de una malla. - Muro: pared gruesa lateral al río. - Muro en U: pared gruesa lateral al río y lecho del río hormigonado. <p>Si nos encontramos en un tramo con encauzamientos continuos integrados por diferentes tipos de infraestructuras, habrá que anotar la longitud de cada una de ellas por separado. En la hoja de campo, se anotará la localización y las características de cada uno de ellos.</p>

Pasos a seguir	Observaciones																		
<p>4 Cálculo del nivel de encauzamiento</p> <p>Se determinará un valor cuantitativo de nivel de encauzamiento a partir de la longitud total del tramo de estudio y de la longitud de tramos encauzados ponderada por el tipo de encauzamiento, según la fórmula:</p> $END = \frac{\sum(\text{Longitud_encauzamiento} \times \text{coeficiente})}{\text{longitud_masa_agua}}$	<p>Los coeficientes que se aplicarán dependen del tipo de encauzamiento:</p> <table border="1" data-bbox="871 394 1465 610"> <thead> <tr> <th>Tipo de encauzamiento</th> <th>Coficiente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mota</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>Escollera o gavión</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>Muro</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>Muro en U (cauce hormigonado)</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de encauzamiento	Coficiente	Mota	0,2	Escollera o gavión	0,5	Muro	0,8	Muro en U (cauce hormigonado)	1								
Tipo de encauzamiento	Coficiente																		
Mota	0,2																		
Escollera o gavión	0,5																		
Muro	0,8																		
Muro en U (cauce hormigonado)	1																		
<p>5 Determinación del nivel de calidad</p> <p>El valor cuantitativo del nivel de encauzamiento (END) determina el nivel de calidad del tramo de estudio según la tabla siguiente:</p> <table border="1" data-bbox="158 873 1471 1136"> <thead> <tr> <th>Nivel de calidad</th> <th>Color identificativo</th> <th>Nivel de encauzamiento (END)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy bueno</td> <td></td> <td>< 0,1</td> </tr> <tr> <td>Bueno</td> <td></td> <td>0,1 – 0,2</td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td></td> <td>0,2 – 0,3</td> </tr> <tr> <td>Deficiente</td> <td></td> <td>0,3 – 0,4</td> </tr> <tr> <td>Malo</td> <td></td> <td>> 0,4</td> </tr> </tbody> </table>	Nivel de calidad	Color identificativo	Nivel de encauzamiento (END)	Muy bueno		< 0,1	Bueno		0,1 – 0,2	Moderado		0,2 – 0,3	Deficiente		0,3 – 0,4	Malo		> 0,4	
Nivel de calidad	Color identificativo	Nivel de encauzamiento (END)																	
Muy bueno		< 0,1																	
Bueno		0,1 – 0,2																	
Moderado		0,2 – 0,3																	
Deficiente		0,3 – 0,4																	
Malo		> 0,4																	



● PROTOCOLO 6: NATURALIDAD DE LOS USOS DEL SUELO ● EN LAS RIBERAS

Pasos a seguir	Observaciones										
<p>1 Determinación de los límites de la zona de estudio</p> <p>1.1 Definición de los límites longitudinales Delimitar los puntos de inicio y final del tramo fluvial de estudio.</p> <p>1.2 Delimitación de la anchura de las riberas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Siempre que sea posible, se utilizará cartografía digital basada en modelos hidráulicos que delimitan las zonas inundables. Se asimilará la zona de ribera al área inundable para un periodo de retorno de 50 años. En caso de no disponer de cartografía basada en modelos hidráulicos, se utilizarán anchuras predefinidas en función de la medida del río, utilizando como indicador la superficie de cuenca situada aguas arriba del tramo de estudio. - Este área será revisada con el fin de garantizar que zonas de fisionomía fluvial no queden excluidas del ámbito de estudio y, por otro lado, evitar que se incluyan zonas que presentan una total desconexión de la incidencia fluvial. La revisión se hará a partir de fotografías aéreas a escala 1:5.000. - Finalmente, el área obtenida se revisará según la orografía y la topografía. Se utilizará cartografía topográfica a escala 1:5.000 o modelos digitales del terreno (MDT) 1x1. Se excluirán las zonas que queden a una elevación superior a 5 m por encima de la cota de las máximas crecidas ordinarias (dominio público hidráulico). - En todos los casos, se utilizará una anchura mínima de 10 m a ambos lados de la zona de máximas crecidas ordinarias (zona del dominio público hidráulico). 	<p>La longitud de la zona de estudio estará en función del tipo de análisis que se lleve a cabo. Puede tratarse de una masa de agua, de un tramo fluvial reducido que hay que analizar en el contexto de un control operativo o, en el otro extremo, del estudio extensivo de todo un río o toda una cuenca.</p> <p>La determinación de la anchura de las riberas es un aspecto crítico. La mejor forma de determinarla es a partir de cartografía basada en modelos hidráulicos. En el caso de Cataluña se utilizarán los estudios del INUN-CAT o de las PEFs.</p> <p>Si no se dispone de cartografía, se utilizan anchuras predefinidas en función de la superficie de cuenca acumulada aguas arriba, según muestra la siguiente tabla:</p> <table border="1" data-bbox="831 1299 1425 1555"> <thead> <tr> <th>Superficie de cuenca</th> <th>Anchura de ribera (a ambos lados del río)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 20 km²</td> <td>10 m</td> </tr> <tr> <td>20 – 200 km²</td> <td>20 m</td> </tr> <tr> <td>200 – 1000 km²</td> <td>40 m</td> </tr> <tr> <td>≥ 1000 km²</td> <td>Utilizar criterio experto</td> </tr> </tbody> </table> <p>La utilización de anchuras predefinidas es un método que resulta más impreciso cuanto más grande es el río. Por eso, en tramos bajos (con áreas de cuenca grandes) habrá que comparar las riberas de ríos cercanos con el fin de definir la anchura de ribera con mayor precisión.</p>	Superficie de cuenca	Anchura de ribera (a ambos lados del río)	≤ 20 km ²	10 m	20 – 200 km ²	20 m	200 – 1000 km ²	40 m	≥ 1000 km ²	Utilizar criterio experto
Superficie de cuenca	Anchura de ribera (a ambos lados del río)										
≤ 20 km ²	10 m										
20 – 200 km ²	20 m										
200 – 1000 km ²	40 m										
≥ 1000 km ²	Utilizar criterio experto										

Pasos a seguir	Observaciones																							
<p>2 Determinación de los usos del suelo</p> <p>Hay que determinar el porcentaje de usos naturales, agrícolas y urbanos en la zona de ribera de estudio. Se proponen dos metodologías para hacerlo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - utilización de bases cartográficas de usos del suelo en formato digital. - fotointerpretación de ortofotoimágenes a escala 1:5.000. <p><i>Si se utiliza cartografía de usos del suelo ya digitalizada:</i> Asignar las categorías de usos definidas en la base cartográfica utilizada a una de las tres categorías (usos naturales, agrícolas y urbanos).</p> <p>A continuación determinar qué porcentaje del área de estudio ocupa cada una de las tres categorías de usos.</p> <p><i>Si se trabaja con fotointerpretación:</i> Delimitar dentro de la zona de estudio los polígonos en función de los diferentes usos del suelo. Asignar a cada polígono una de las tres categorías de usos y calcular el porcentaje de superficie ocupada por cada categoría respecto al total de la zona de estudio.</p>	<p>En general, se priorizará el uso de fotointerpretación en ríos pequeños y zonas de cabecera, mientras que se utilizará información digitalizada de bases cartográficas a escala 1:25.000 o 1:50.000 en tramos medianos y bajos con valles anchos y riberas extensas.</p> <p>En el Anexo II de este documento se presenta la relación entre estas tres categorías y las categorías utilizadas en las principales bases cartográficas de usos del suelo de Cataluña.</p> <p>La superficie ocupada por el canal fluvial no se contabiliza en ninguna de las categorías y hay que restarla del total del área de estudio.</p>																							
<p>3 Determinación del nivel de calidad</p> <p>Se determinará el nivel de calidad según el porcentaje de ocupación de cada categoría de usos.</p>	<p>En función del porcentaje de suelo ocupado por cada una de las tres categorías de usos propuestas, se determinará un nivel de calidad según los umbrales establecidos en la siguiente tabla:</p> <table border="1" data-bbox="863 1442 1469 1696"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="3">Nivel de calidad</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Muy bueno</th> <th>Bueno</th> <th>Inferior a bueno</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="3">% Usos</th> <th>Natural</th> <td>≥85</td> <td>≥60</td> <td><60</td> </tr> <tr> <th>Agrícola</th> <td>≤15</td> <td>≤40*</td> <td>>40*</td> </tr> <tr> <th>Urbano</th> <td>0</td> <td>5</td> <td>>5</td> </tr> </tbody> </table> <p>* suma de los porcentajes de usos agrícolas y urbanos</p>			Nivel de calidad					Muy bueno	Bueno	Inferior a bueno	% Usos	Natural	≥85	≥60	<60	Agrícola	≤15	≤40*	>40*	Urbano	0	5	>5
		Nivel de calidad																						
		Muy bueno	Bueno	Inferior a bueno																				
% Usos	Natural	≥85	≥60	<60																				
	Agrícola	≤15	≤40*	>40*																				
	Urbano	0	5	>5																				



● PROTOCOLO 7: ÍNDICE DE CALIDAD DEL BOSQUE ● DE RIBERA (QBR)

● Introducción

El QBR es un índice de aplicación rápida y sencilla, que integra aspectos biológicos y morfológicos del lecho del río y su zona inundable y los utiliza para evaluar la calidad ambiental de las riberas. Se estructura en cuatro bloques independientes, cada uno de los cuales valora diferentes componentes y atributos del sistema: 1) el grado de cubierta vegetal de las riberas; 2) la estructura vertical de la vegetación; 3) la calidad y la diversidad de la cubierta vegetal y 4) el grado de naturalidad del canal fluvial. Cada bloque recibe una puntuación entre 0 y 25, y la suma de los cuatro bloques da la puntuación final del índice, que expresa el nivel de calidad de la zona de estudio. En la puntuación del QBR suman todos los elementos que aportan cierta calidad al ecosistema de ribera, y resta todo aquello que supone un distanciamiento respecto a las condiciones naturales. El QBR es pues una medida de las diferencias existentes entre el estado real de las riberas y su estado potencial, de modo que el nivel de calidad es máximo sólo cuando las riberas evaluadas no presentan alteraciones debidas a la actividad humana.

El formato en que se presenta el protocolo del QBR consta de un texto y de un apoyo gráfico integrado por esquemas y fotografías. El texto se estructura en dos columnas verticales paralelas. En la columna de la izquierda se describen los pasos que hay que seguir para aplicar debidamente cada uno de los bloques de los que consta el índice. La columna de la derecha, por su parte, incluye observaciones y explicaciones con el fin de facilitar la comprensión de cada uno de los pasos descritos en la izquierda. Los esquemas y las figuras ejemplifican e ilustran los contenidos del texto. Están agrupados en los mismos bloques que la parte escrita y son útiles para clarificar posibles dudas que puedan aparecer en algún punto de la lectura del texto, y que podrían dar lugar a malas interpretaciones en la aplicación de alguno de los pasos del índice.

Tanto el texto como los elementos de soporte gráfico del protocolo contienen constantes referencias a los diferentes apartados de las hojas de campo. Cada párrafo, esquema o fotografía del protocolo que hace referencia a un apartado concreto de la hoja de campo incluye entre paréntesis su numeración identificativa. De esta manera es fácil establecer una relación directa entre la explicación escrita y gráfica de cada paso a seguir, y su valoración en la hoja de campo.

El protocolo y las hojas de campo que se presentan incorporan algunas modificaciones respecto a los originales (Munné et al. 1998), que se han considerado necesarias para adaptar el índice a la totalidad de condiciones hidrológicas y riparias propias del ámbito mediterráneo. El alcance de las modificaciones introducidas en el QBR aplicado a ríos efímeros aconseja la elaboración de una hoja de campo propia, diferenciada de la que se aplica al resto de ríos. Así pues, en este documento se presentan 2 hojas de campo para el índice QBR, una para ríos permanentes y semipermanentes (Hoja de campo A) y otra específica para ríos efímeros (Hoja de campo B). Se utilizará en cada caso una o la otra en función del tipo de río donde se evalúe el índice. Por el efecto que produce la temporalidad de un curso fluvial en las dimensiones y la composición estructural y específica de sus riberas, se considera adecuado utilizar la hoja de campo B en ríos con las siguientes características (Munné 2003):

- Ríos intermitentes. Cursos fluviales con elevada temporalidad, que pueden permanecer secos entre 100 y 200 días al año, y con presencia de pozas dispersas y desconectadas.
- Ríos efímeros. Cursos fluviales donde sólo circula agua superficialmente de manera esporádica en episodios de tormenta (una media inferior a 100 días al año).

Consideraciones previas a tener en cuenta en la aplicación del índice

Pasos a seguir	Observaciones
<p>1 Selección del área de observación</p> <p>Seleccionar un tramo de unos 150 m procurando que albergue unas riberas representativas de la masa de agua. Hay que considerar la totalidad de la anchura potencial del bosque de ribera para el cálculo del QBR. En ella diferenciaremos y delimitaremos visualmente el canal bajo del río, la orilla y la ribera.</p> <p>Hay que tener en cuenta que en zonas llanas de tramos medios y bajos las riberas pueden ocupar franjas de decenas o incluso centenares de metros de anchura.</p> <p>Indicadores útiles para diferenciar los ámbitos de aplicación del índice:</p> <p>Límite orilla-ribera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Talud • Especies presentes <p>Límite externo de la ribera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Composición específica de la comunidad vegetal • Manchas residuales de vegetación de ribera • Cambio en la orografía del terreno: aumento de la pendiente 	<p>Canal bajo. Zona del cauce inundada durante la mayoría de días del año.</p> <p>Orilla. Zona del cauce inundable en crecidas ordinarias en un periodo aproximado de dos años.</p> <p>Ribera. Zona inundable en crecidas de gran magnitud (periodos de hasta 100 años). Pueden estar incluidas diversas terrazas aluviales.</p> <p>La acción modeladora de las crecidas ordinarias suele resultar en la formación de un talud (bankfull) que marca el límite y se convierte en el mejor indicador del final de la orilla y el inicio de la ribera.</p> <p>La orilla se ve afectada de forma frecuente por crecidas de caudal, por lo tanto las especies vegetales que viven en ella tienen que estar adaptadas a estas perturbaciones. Los helófitos y las especies del género <i>Salix</i>, en especial las de porte arbustivo, son por su flexibilidad las mejor adaptadas a estas condiciones. La sustitución de estas especies por leñosas más rígidas puede ser indicativo de la interfase orilla-ribera.</p> <p>Para determinar el límite externo de riberas con cobertura vegetal natural, el mejor indicador es el cambio de comunidades dominadas por especies de ribera a comunidades dominadas por especies propias del ecosistema forestal adyacente.</p> <p>En riberas alteradas por usos agrícolas o, de forma parcial, por usos urbanos o industriales, hay que fijarse en la presencia de manchas residuales de vegetación de ribera más allá de los prados, campos de cultivo o espacios construidos. Su existencia indicará la proximidad del nivel freático a la superficie y por lo tanto la extensión de la zona de ribera.</p> <p>Un aumento significativo de la pendiente también puede ser un buen indicador del límite de la ribera, dado que implica un distanciamiento entre la superficie y el nivel freático.</p>

Pasos a seguir	Observaciones
<ul style="list-style-type: none"> Observación de la orilla opuesta o de tramos situados aguas arriba o aguas abajo 	<p>En casos en que la zona de ribera esté completamente alterada por actividades humanas y no se aprecie ninguno de los indicadores mencionados, o cuando a pesar de haber indicadores persisten las dudas sobre el límite de la ribera, es muy útil buscar referencias en la ribera opuesta o en otros tramos de río cercanos, de condiciones geomorfológicas (anchura y pendiente del río, pendiente de las riberas) parecidas. En estos casos se puede estimar la anchura de la ribera de estudio a partir de estos referentes.</p>
<p>2 Independencia de los bloques a analizar</p> <p>Los cuatro bloques en que se basa el QBR para su cálculo son independientes y la puntuación de cada bloque no puede exceder 25 ni estar por debajo de 0.</p>	
<p>3 Cálculo bloque por bloque</p> <p>En cada bloque hay que entrar por una de las cuatro opciones principales, puntuando 25, 10, 5 o 0. Se puede escoger solamente una entrada: la que cumpla la condición exigida siempre leyendo de arriba a abajo.</p> <p>La puntuación final de cada bloque será modificada por las condiciones expuestas en la parte baja de cada bloque, tantas veces como se cumpla la condición (sumando o restando).</p>	<p>De las cuatro opciones principales se ha de escoger sólo una.</p> <p>La puntuación final de cada bloque se redondeará a 25 si excede de esta cifra o a 0 si es negativa.</p> <p>Las condiciones se analizarán considerando ambos márgenes del río como una sola unidad.</p>
<p>4 Puntuación final</p> <p>La puntuación final se extraerá de la suma de los cuatro bloques y, por lo tanto, variará entre 0 y 100.</p>	
<p>5 Nota</p> <p>Los puentes y caminos utilizados para acceder a la estación de muestreo no serán tenidos en cuenta para la evaluación del índice QBR de la zona. Si es posible, el QBR debería ser analizado aguas arriba o abajo de estos lugares de acceso. Otros puentes o las carreteras (por ejemplo, las paralelas al río) sí se considerarán.</p>	<p>Los tramos por los que accedemos al río suelen estar perturbados dado la fácil accesibilidad y pueden hacer disminuir la puntuación.</p> <p>Si es posible, sería interesante hacer diversos transectos (cada 100-200 m) y evaluar el QBR en un tramo largo para tener una puntuación representativa de la zona.</p>

Delimitación del espacio fluvial. Ámbito de aplicación del índice

QBR: índice de aplicación en riberas de cursos fluviales permanentes y efímeros

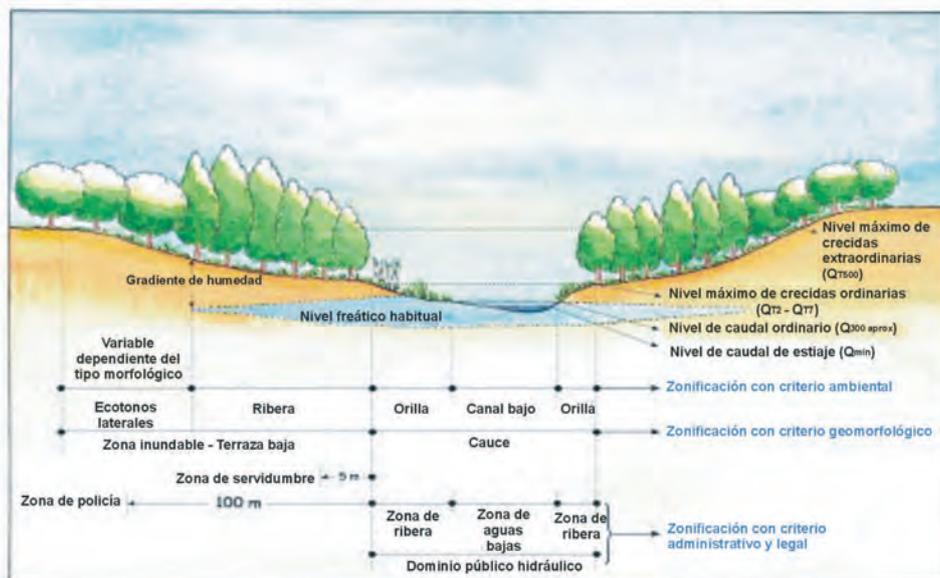


Río permanente

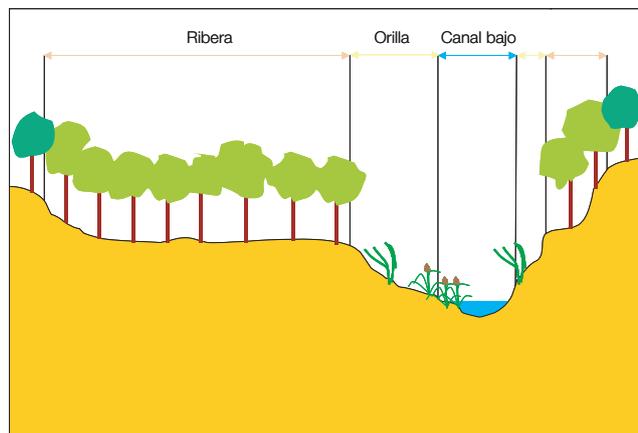
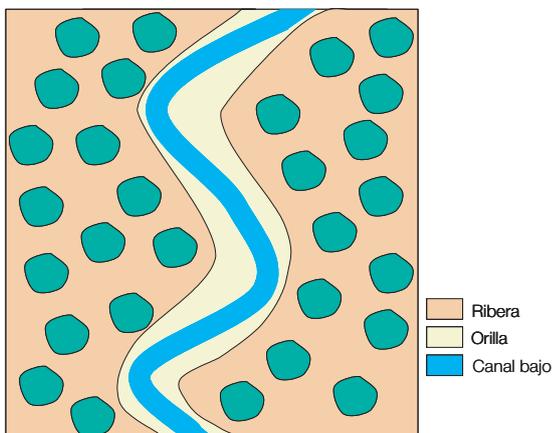


Río efímero

Área de aplicación del índice



Zonificación del ámbito de influencia fluvial en función de diferentes criterios

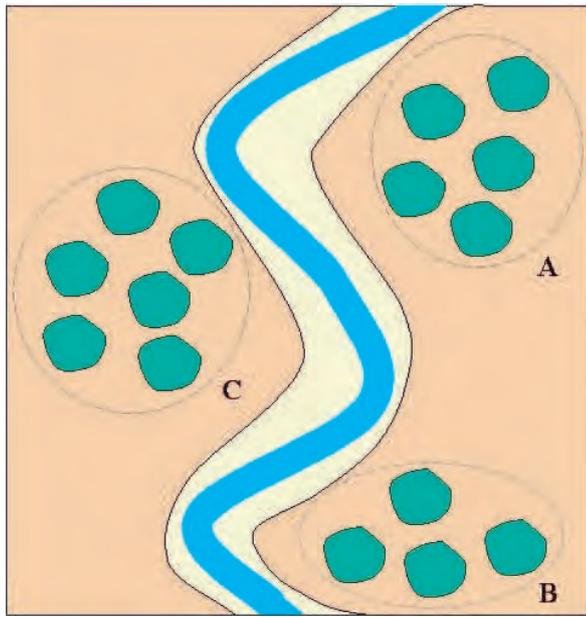


Zona de aplicación del QBR: Canal bajo; Orilla; Ribera

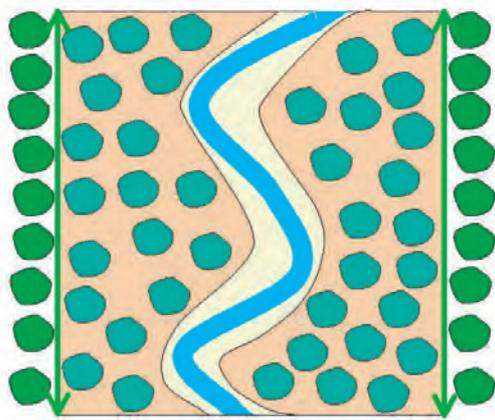
● Bloque 1. Grado de cobertura de la zona de ribera

Consideraciones	Observaciones
<p>Grado de cobertura riparia</p> <p>Se mide el % de cobertura de toda la vegetación, exceptuando las plantas de crecimiento anual. Se tienen en cuenta, pues, árboles, arbustos (tanto pequeñas matas como grandes arbustos), lianas, cañas y herbáceas no anuales. Se consideran ambos lados del río conjuntamente.</p> <p>Se evalúa el grado de cobertura tan sólo de las riberas, excluyendo las orillas y el canal bajo.</p> <p>En ríos efímeros los porcentajes de cobertura que determinan la entrada de puntuación principal (1a, 1b, 1c, 1d) son inferiores a los del resto de ríos.</p> <p>Hay que tener en cuenta, además, la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente a la hora de sumar o restar puntos (1i, 1ii, 1iii, 1iv).</p>	<p>Nos interesa puntuar la cobertura del terreno por parte de la vegetación sin tener en cuenta su estructura vertical, que se puntúa en el apartado siguiente. Se destaca en este bloque el papel de la vegetación como elemento estructurador del ecosistema de ribera.</p> <p>Tampoco se pretende valorar la calidad de la cobertura. Hay que considerar pues toda la vegetación (excepto las plantas anuales), incluyendo plantaciones y cultivos de especies no anuales como los chopos, los frutales o las vides y también especies arbustivas indicadoras de alteración como las zarzas.</p> <p>En ríos efímeros el desarrollo potencial de la vegetación de ribera no alcanza los grados de cobertura propios de ambientes más húmedos. Es por eso que hay que rebajar los porcentajes de cobertura exigidos para alcanzar los diferentes niveles de puntuación.</p> <p>Los caminos no asfaltados con menos de 4 metros de anchura no se consideran como elementos de aislamiento con el ecosistema adyacente. Sí que se consideran elementos que rompen la conectividad, además de las carreteras asfaltadas y los caminos anchos, los campos de cultivo y en general todos los usos del suelo que impliquen la desaparición de la cobertura vegetal natural (construcciones, suelo industrial, actividades extractivas, etc.), tanto si se encuentran dentro de la zona de ribera como si están en el límite entre la ribera y el ecosistema adyacente. Los canales de derivación de agua a cielo abierto se considerarán elementos de aislamiento cuando no cuenten con estructuras que faciliten el paso de las especies de fauna vinculadas a ambientes ribereños (pasos para cruzar, rampas para salir en caso de caída, etc.).</p>

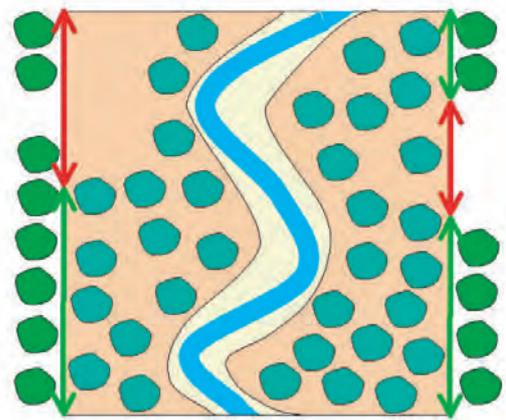
Grado de cobertura de la zona de ribera



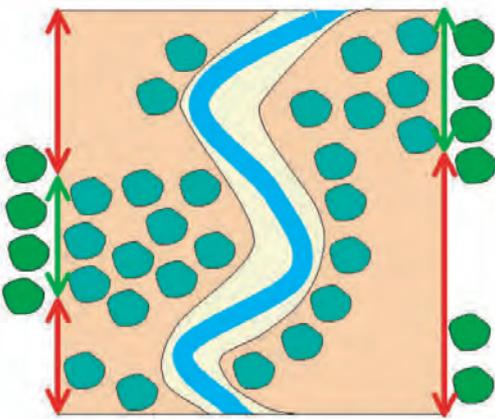
Porcentaje de la suma de las superficies A, B y C respecto a la superficie total de las riberas (área de color naranja)



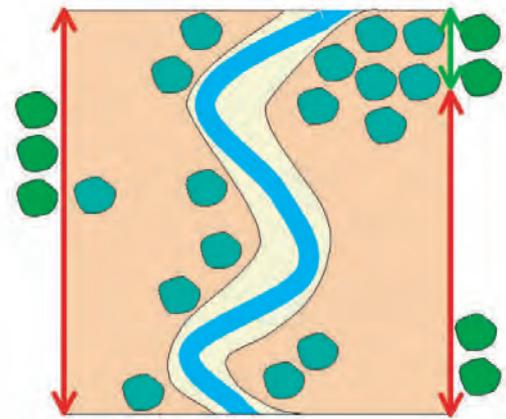
1i) conectividad total



1ii) conectividad superior al 50%



1iii) conectividad entre el 25 y el 50%



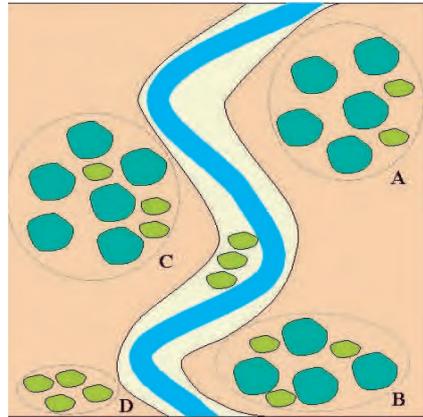
1iv) conectividad inferior al 25%



● Bloque 2. Estructura de la cobertura

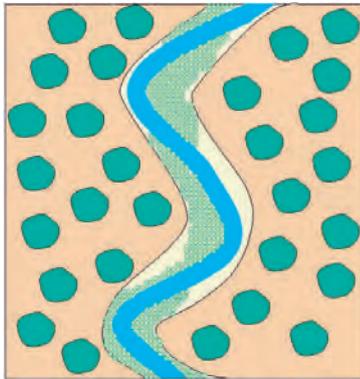
Consideraciones	Observaciones
<p>Estructura de la cobertura</p> <p>La puntuación se realiza según el porcentaje de cobertura de árboles y arbustos. Se valora solamente sobre las zonas donde existe cobertura de vegetación, no sobre la totalidad de las riberas. Hay que tener en cuenta que sobre una misma superficie, la suma del porcentaje de cobertura de árboles y arbustos puede ser superior al 100% dado que son estratos de vegetación diferentes que pueden sobreponerse.</p> <p>La puntuación de la entrada principal seleccionada (2a, 2b, 2c, 2d) está en función del grado de cobertura determinado en el bloque 1 (1a, 1b, 1c, 1d).</p> <p>Se considerarán las riberas de ambos márgenes.</p> <p>En ríos efímeros los arbustos con una altura superior a 1,5 metros se considerarán como árboles en la determinación de los porcentajes de cobertura de este bloque.</p> <p>Elementos como la linealidad en los pies de los árboles (síntoma de plantaciones), o las áreas de cobertura distribuidas no uniformemente y formando manchas se penalizan en el índice (2iv, 2v, 2vii), mientras que la presencia de helófitos y arbustos en la orilla (2i, 2ii) y la interconexión entre árboles y arbustos en la ribera (2iii) se potencian.</p> <p>En tramos de alta montaña la presencia de herbazales megafórbicos en las orillas es considerada favorablemente en la puntuación (2i, 2ii). La falta de un sotobosque consolidado, en cambio, evidencia una degradación del ecosistema y resta en la puntuación del bloque (2vi).</p>	<p>En este apartado lo que se pretende es medir la complejidad de la vegetación que puede ser causa de una mayor biodiversidad animal y vegetal en la zona.</p> <p>Cuando la cobertura arbórea y la arbustiva se sobreponen, es decir, cuando por debajo de los árboles encontramos arbustos, la suma de los porcentajes de cobertura de árboles y arbustos de una mancha de vegetación será superior al 100%.</p> <p>Para no redundar en la valoración del grado de cobertura de las riberas se analiza sólo la estructura de aquellas zonas cubiertas de vegetación. Aún así, la puntuación se pondera teniendo en cuenta la cobertura evaluada en el bloque 1, de modo que no se puede obtener una buena puntuación en casos en que la cobertura sea baja por muy bien estructurada que esté la vegetación. De esta manera se evita la sobrevaloración de pequeñas islas de vegetación en muy buen estado.</p> <p>En ríos efímeros se considera que las especies arbustivas de porte arbóreo ocupan el papel funcional de los árboles de las riberas de zonas más húmedas en cuanto a la estructura vertical del ecosistema.</p> <p>Cuando a causa de las características geomorfológicas o hidrológicas del tramo el bosque adyacente ocupa la zona de ribera, este se contabiliza en los apartados de cobertura, estructura y calidad de la cubierta.</p>

Estructura de la cobertura

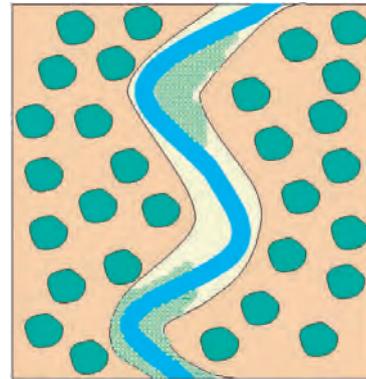


árboles 
 arbustos 

Porcentaje de árboles y
 arbustos en la zona de
 ribera con cobertura
 (suma de las superficies
 A, B, C y D)



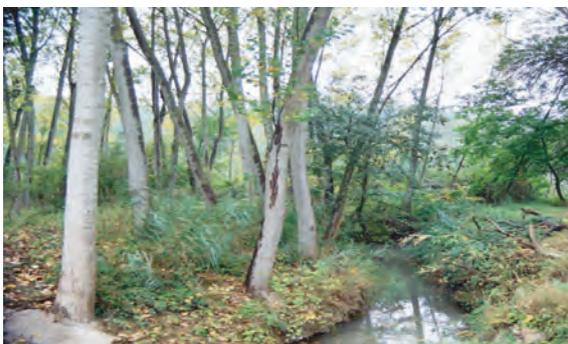
2i) cobertura de helófitos o arbustos en la orilla superior al 50%



2ii) cobertura de helófitos o arbustos en la orilla entre el 25 y el 50%



Cobertura helófitos o arbustos en la orilla



2iv) plantación con sotobosque > al 50%



2vii) plantación con sotobosque < al 50%

● Bloque 3. Calidad de la cobertura

Consideraciones	Observaciones
<p>Calidad de la cobertura</p> <p>Para rellenar este apartado hay que determinar primero el tipo geomorfológico mediante las indicaciones del reverso de la hoja de campo.</p> <p>Una vez seleccionado el tipo geomorfológico (1 a 3) contaremos el número de especies arbóreas y arbustivas nativas presentes en la orilla y la ribera. En ríos efímeros, los arbustos considerados de porte arbóreo en el apartado de estructura serán contabilizados también como árboles en este bloque.</p> <p>Las especies no hidrófilas típicas de las ramblas y ríos efímeros, y las especies de los ecosistemas forestales adyacentes a la zona riparia que suelen encontrarse en las riberas de los ríos temporales y de los tramos de cabecera se contabilizan igualmente en la valoración de la calidad de la cubierta.</p> <p>Los bosques en forma de túnel a lo largo del río hacen aumentar la puntuación dependiendo de su porcentaje de recubrimiento a lo largo del tramo estudiado (3i, 3ii).</p> <p>La disposición de las diferentes especies arbóreas en franjas paralelas, es decir en grupos que se suceden de más cerca a más lejos del agua, puntúan aumentando el valor del índice (3iii).</p> <p>La diversidad de especies arbustivas autóctonas mejora la puntuación (3iv).</p> <p>Aquellas especies introducidas en la zona y naturalizadas penalizan en este bloque del índice. La penalización es más fuerte cuando se encuentran formando comunidades (3vii), y menor si se encuentran tan sólo de forma aislada (3vi).</p> <p>La existencia de estructuras o construcciones de origen antrópico y los vertidos de basuras disminuyen la calidad y por lo tanto también la puntuación (3v, 3viii).</p>	<p>Para determinar el tipo geomorfológico hay que usar el reverso de la hoja de campo. En esta parte indicaremos con un círculo la puntuación del margen izquierdo y del derecho según su desnivel y forma. La puntuación final se obtiene de la suma de los dos márgenes complementada por las restas y sumas de los apartados inferiores (si hace falta). La presencia de islas en el río hace decrecer la puntuación, mientras que la presencia de un suelo rocoso y duro (losas) con una baja potencialidad para enraizar una vegetación de ribera la hace aumentar. El resultado de la operación nos indica el tipo geomorfológico del canal del tramo a estudiar sobre el cual nos fijaremos para determinar la columna que hay que utilizar en la puntuación del tercer bloque.</p> <p>En las riberas de los ríos efímeros toman gran relevancia especies no hidrófilas con requerimientos hídricos menos exigentes. También es frecuente la ocupación del espacio de ribera de tramos de cabecera y ríos temporales por la vegetación climácica de los ecosistemas forestales adyacentes.</p> <p>Existe una lista de las especies introducidas (consideradas no naturales) más frecuentes en Cataluña en el reverso de la hoja de campo. No se penalizarán especies introducidas en tiempos remotos que aparezcan de forma espontánea y aislada, como las higueras.</p> <p>No se deben tener en cuenta las estructuras o construcciones de dimensiones muy reducidas ni tampoco aquellas que estén completamente naturalizadas e integradas en la vegetación. La presencia de basuras dispersas fruto de la capacidad de arrastre del agua o de una acción incívica aislada no se ha de considerar. Sólo penalizan las zonas de acumulación de basuras por vertidos.</p>

Calidad de la cobertura

Tipos geomorfológicos



Tipo 1. Riberas cerradas



Tipo 1. Suelo rocoso



Tipo 2. Riberas de tramos medios



Tipo 3. Riberas extensas, de tramos bajos

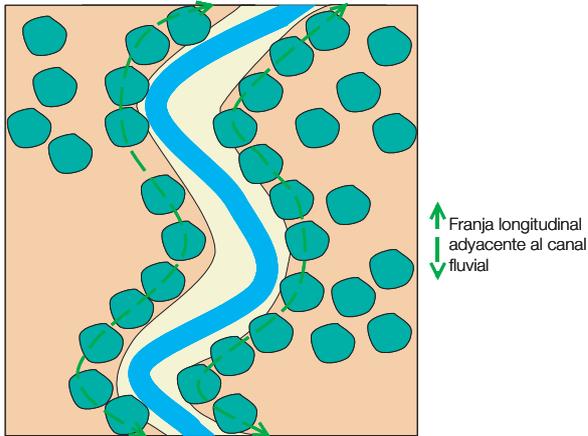
Especies dominantes en ríos efímeros



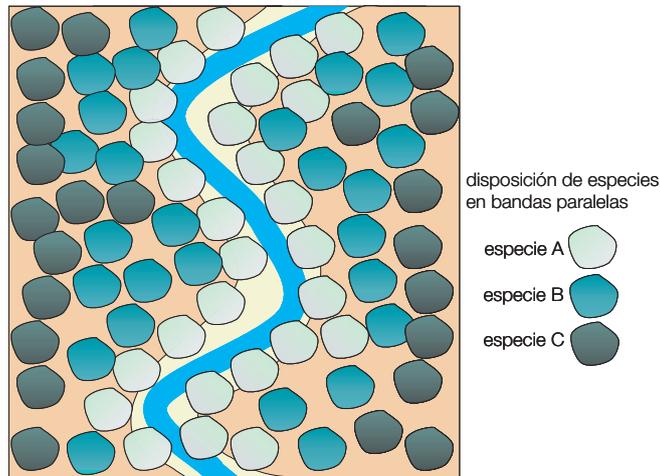
Ribera de un río efímero ocupada por adelfas. Hay que contabilizar la especie en la puntuación del bloque (3a; 3b; 3c; 3d)



● Calidad de la cobertura



3i) continuidad longitudinal de la comunidad de ribera a lo largo del canal



3iii) disposición de las especies de ribera en bandas paralelas al río



Construcciones de origen antrópico naturalizadas en el paisaje (3 v = 0)



Construcciones en la zona de ribera no integradas en la vegetación (3 v = -5)

Bloque 4. Grado de naturalidad del canal fluvial

Consideraciones	Observaciones
<p>Grado de naturalidad del canal fluvial</p> <p>La modificación de las terrazas adyacentes al río implica que el canal de éste se reduzca, los márgenes se hagan más derechos y el río más recto. Los campos de cultivo cercanos al río y las actividades extractivas producen este efecto.</p> <p>Cuando además existen estructuras sólidas, como paredes, muros, etc., los signos de alteración son más evidentes y la puntuación más baja.</p> <p>La presencia de cualquier tipo de estructura artificial dentro del lecho del río resta en la puntuación final del bloque (4i, 4ii).</p>	<p>No se consideran los puentes ni los pasos para cruzar el río utilizados para acceder a la estación de muestreo a efectos del cálculo del QBR.</p>

Niveles de calidad del índice QBR

Nivel de calidad		Valor índice QBR	Coloración DMA 2000/60/CE
Muy bueno	<i>Bosque de ribera sin alteraciones, estado natural</i>	≥ 95	Azul
Bueno	<i>Bosque ligeramente perturbado</i>	75-90	Verde
Moderado	<i>Inicio de alteración importante</i>	55-70	Amarillo
Deficiente	<i>Alteración fuerte</i>	30-50	Naranja
Malo	<i>Degradación extrema</i>	≤ 25	Rojo

Grado de naturalidad del canal fluvial



4a) cauce inalterado



4b) modificación de terrazas adyacentes



4c) estructuras rígidas intermitentes



4d) río canalizado en ambas orillas



4i) estructura sólida (tapa del colector) en el lecho del río



4ii) infraestructura transversal al lecho del río

PROTOCOLO 8: ÍNDICE DE VEGETACIÓN FLUVIAL (IVF)

Definición y reconocimiento del área de estudio

Punto	Pasos a seguir	Observaciones						
1	<p>Recorrer el río para estimar su potencialidad</p>  <p>Punto 1) Río constante afectado por actividad extractiva. (Foto I)</p>	<p>La observación del río en tramos diferentes y con condiciones variadas permite al evaluador conocer la potencialidad de la vegetación de ribera, factor necesario para una interpretación más fiel de la zona de estudio (véase, por ejemplo, el punto 8). Puede ser el caso, por ejemplo, de un sector donde se hayan extraído áridos recientemente, que podríamos interpretar como río más denudado y torrencial de lo que es en realidad, si no hemos visto otros tramos del río más cercanos a la naturalidad.</p>						
2	<p>Definir el ámbito de estudio, tanto en longitud (150 m) como en anchura (para la definición de la anchura, sin embargo, véase el punto 7)</p>  <p>Punto 2) Arenales fluviales, colonizados por terófitos oligotróficos como vegetación potencial y pinos piñoneros esparcidos. En la parte superior derecha, una mota los separa del río Tordera. (Foto II)</p>	<p>La definición de la longitud es constante para todos los casos (150 m), pero la anchura no puede ser definida de la misma forma, sino que se encuentra condicionada por la entidad del curso de agua. Así, se considera que el área de estudio acaba lateralmente allí donde la vegetación higrófila o riparia desaparece, o bien allí donde acaban el paisaje o la vegetación de génesis fluvial (que no tiene por qué ser necesariamente higrófila, como en el caso de un guijarral o de unos aluviones). Así, las motas o escolleras no tienen por qué delimitar obligatoriamente el área de estudio si detrás suyo se encuentran el paisaje y/o la vegetación antes mencionada. Del mismo modo, los caminos también pueden integrarse dentro del ámbito de estudio y deben ser evaluados como suelo desnudo por sobrepastoreo, pisoteo...</p>						
3	<p>¿El recubrimiento <i>natural</i> de roca o de guijarral desnudo es igual o superior al 80% del área de estudio?</p> <table border="1" data-bbox="165 1739 758 1864"> <thead> <tr> <th></th> <th>sí</th> <th>no</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3a/3b</td> <td>El IVF no puede ser aplicado</td> <td>El IVF puede ser aplicado</td> </tr> </tbody> </table>		sí	no	3a/3b	El IVF no puede ser aplicado	El IVF puede ser aplicado	<p>Se considera guijarral desnudo aquél que presenta, de manera natural (sin escolleras, sin extracciones de áridos...), un recubrimiento vegetal inferior al 10%</p>
	sí	no						
3a/3b	El IVF no puede ser aplicado	El IVF puede ser aplicado						

● Determinación del tipo fluvial

Punto	Pasos a seguir	Observaciones						
4	<p>¿Las aguas son permanentes o semipermanentes?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>sí</th> <th>no</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4a/4b</td> <td>Curso con circulación de agua más o menos regular, no ocasional</td> <td>Curso de agua tipo "efímero" Saltar al punto 7</td> </tr> </tbody> </table>		sí	no	4a/4b	Curso con circulación de agua más o menos regular, no ocasional	Curso de agua tipo "efímero" Saltar al punto 7	<p>Para considerar que un río es permanente o semipermanente tienen que existir (aparte de épocas de estiaje fuerte) aguas superficiales -corrientes o no- en algún sector del tramo de estudio (o poco por encima o por debajo de éste). Independientemente de la presencia de aguas superficiales, en este medio existe una buena potencialidad para el desarrollo de un estrato arbóreo caducifolio de ribera.</p>
	sí	no						
4a/4b	Curso con circulación de agua más o menos regular, no ocasional	Curso de agua tipo "efímero" Saltar al punto 7						
	 <p>Punto 4a) Riera semipermanente. (Foto III)</p>	 <p>Punto 4b) Curso de tipo "efímero". (Foto IV)</p>						
5	<p>¿La ratio arenal o guijarral (el substrato móvil, ¡no el suelo desnudo simplemente!)/ anchura mojada > 2,5?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>sí</th> <th>no</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5a/5b</td> <td>Curso de agua tipo "torrencial"</td> <td>Curso de agua tipo "permanente-semipermanente"</td> </tr> </tbody> </table>		sí	no	5a/5b	Curso de agua tipo "torrencial"	Curso de agua tipo "permanente-semipermanente"	<p>El arenal o guijarral puede encontrarse en una sola orilla, estar repartido entre las dos, o bien encontrarse separado del río por una franja de vegetación arbustiva o herbácea. En cualquier caso, el arenal o guijarral, para ser considerado como tal, debe tener una vegetación leñosa (arbustos o árboles jóvenes) con un recubrimiento inferior al 10%. Cuidado con las situaciones "anómalas" o, cuanto menos, poco representativas como estiajes o derivaciones excesivas de agua que dejan la anchura mojada más reducida de lo que es habitual (incluso hacen desaparecer el agua superficial), o bien aguas anormalmente altas.</p>
	sí	no						
5a/5b	Curso de agua tipo "torrencial"	Curso de agua tipo "permanente-semipermanente"						
	 <p>Punto 5a) Curso de tipo "torrencial". El río Noguera Ribagorçana, a la izquierda, con un guijarral muy ancho en la orilla derecha. (Foto V)</p>	 <p>Punto 5b) Curso de tipo "permanente-semipermanente". (Foto VI)</p>						

Aplicación de los factores de corrección (I)

Punto	Pasos a seguir	Observaciones									
6	Se inventarían los hidrófitos presentes en el tramo de estudio y se estima su recubrimiento	Como hidrófitos se considerarán briófitos, carófitas y plantas vasculares eulimnicas (verdaderamente acuáticas). Buscarlos también en pozas segregadas del río.									
	Punto 6) <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> (fanerógama)	<i>Fontinalis antipyretica</i> (briófito)	<i>Chara vulgaris</i> (Foto VII) (carófito)								
7	¿Hay muro, mota de tierra (no talud) o escollera que limite <i>claramente</i> la ribera (en caso de dudas, el factor correctivo no se aplica)?	<p>Se considera que no delimitan la ribera si pueden ser sobrepasados por las avenidas y, sobretudo, si detrás suyo se conserva la vegetación o, cuanto menos, el paisaje o la geomorfología que serían esperables o si están situados, aproximadamente, sobre el límite natural del espacio fluvial.</p> <p>Cuidado con no confundir mota y talud natural: la mota es de origen antrópico y constriñe la ribera; detrás mantiene (¡o mantendría si no hubiese sido colmatada!) llanura aluvial. El talud, en cambio, es natural, como una caída o un escarpe sobre el río (p.e., orillas cóncavas)</p> <p>7a) ...y la escollera, el muro o la mota se consideran el límite lateral del área de estudio. Aún así, los límites del área de estudio pueden incluir la base del encauzamiento (¡incluso todo él!) si la vegetación higrófila (sea o no forestal) o riparia la ha colonizado.</p> <p>Para ser considerado factor de penalización para una orilla, el encauzamiento ha de afectar, cuanto menos, a una tercera parte de la misma.</p> <p>Cuidado: las dos orillas pueden tener una condición muy diferente entre ellas, que hay que evaluarla por separado.</p>									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>sí</th> <th>no</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7a/7b</td> <td>Se restan 0,5 puntos por orilla afectada</td> <td>Se integra todo el espacio ripario (sea o no posterior a la mota o escollera, ya que puede no existir) en el área de estudio a todos los efectos</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">Para esta orilla saltar al punto 9.1 o 9.2 según haga falta</td> </tr> </tbody> </table>		sí	no	7a/7b	Se restan 0,5 puntos por orilla afectada	Se integra todo el espacio ripario (sea o no posterior a la mota o escollera, ya que puede no existir) en el área de estudio a todos los efectos		Para esta orilla saltar al punto 9.1 o 9.2 según haga falta		
	sí	no									
7a/7b	Se restan 0,5 puntos por orilla afectada	Se integra todo el espacio ripario (sea o no posterior a la mota o escollera, ya que puede no existir) en el área de estudio a todos los efectos									
	Para esta orilla saltar al punto 9.1 o 9.2 según haga falta										
	Punto 7a) Arroyo con escollera limitando la ribera.	Mota de tierra constriñendo el cauce y zona posterior a mota con usos antrópicos. (Foto VIII)	Punto 7b) Escollera que no limita la ribera. A la izquierda, presencia de álamos, tarays, ... (Foto IX)								

Punto	Pasos a seguir	Observaciones									
8	<p>El espacio que ocuparía la segunda franja de vegetación leñosa autóctona de ribera o, en el caso de cursos torrenciales o efímeros, la franja de contacto con la vegetación climácica, ¿ha sido fuertemente antropizado y ocupado mayoritariamente?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>sí</th> <th>no</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8a/8b</td> <td>Se restan 0,5 puntos por lado afectado y aquél sector se excluye del área de estudio</td> <td>No se aplica ningún factor de corrección</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Saltar al punto 10</td> <td>Saltar al punto 9.1 o 9.2 según el tipo fluvial</td> </tr> </tbody> </table>		sí	no	8a/8b	Se restan 0,5 puntos por lado afectado y aquél sector se excluye del área de estudio	No se aplica ningún factor de corrección		Saltar al punto 10	Saltar al punto 9.1 o 9.2 según el tipo fluvial	<p>Ocupación por cultivos, pastos intensivos, plantaciones forestales sin regeneración leñosa en el sotobosque, caminos anchos u otros usos antrópicos que desplazan a la vegetación natural o seminatural y que comportan un cambio en el uso del suelo. No se considera ocupación cuando, a pesar de no haber comunidades leñosas de ribera, la franja que permanece sin ocupar permitiría, si el suelo estuviese suficientemente desarrollado, el establecimiento de un estrato arbóreo, aunque fuese lineal.</p> <p>En caso de dudas, este factor de corrección no se aplicará.</p> <p>Cuidado: las dos orillas pueden tener una condición muy diferente entre ellas.</p>
	sí	no									
8a/8b	Se restan 0,5 puntos por lado afectado y aquél sector se excluye del área de estudio	No se aplica ningún factor de corrección									
	Saltar al punto 10	Saltar al punto 9.1 o 9.2 según el tipo fluvial									
	 <p>Punto 8a) Cultivo de olivos invadiendo el dominio de ribera en un curso de agua efímero (Foto X).</p>	 <p>Punto 8b) Llanura aluvial con usos antrópicos pero que conserva vegetación natural o seminatural (Foto XI).</p>									

Aplicación de los factores de corrección (II)

Punto	Curso de agua tipo “efímero” y “torrencial”							
9.1	<p>¿Existe segunda franja de vegetación de ribera leñosa autóctona con recubrimiento >20% de su área potencial dentro del área de estudio, o bien hay contacto con la vegetación leñosa climácica (>20% de contacto)?</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>sí</th> <th>no</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Saltar al punto 9.2a</td> <td>Saltar al punto 9.2b</td> </tr> </tbody> </table>		sí	no		Saltar al punto 9.2a	Saltar al punto 9.2b	<p>Una segunda o tercera franja puede ser olmeda o fresneda, o, por ejemplo, aliseda en el caso de que exista una primera franja de saucedas. La vegetación leñosa climácica hace referencia a bosque o maquia, pero no al matorral, que en Cataluña muy raramente debería ser considerada como vegetación primaria. Para el cálculo de su recubrimiento no se tiene en cuenta el género <i>Rubus</i>. En los inventarios, sin embargo, sí que hay que considerarlo.</p>
	sí	no						
	Saltar al punto 9.2a	Saltar al punto 9.2b						

Punto Curso de agua tipo “permanente-semipermanente”

9.2 ¿Hay dos o más franjas de vegetación de ribera leñosa autóctona con recubrimiento >20% en relación al área potencial dentro del área de estudio?

Véanse las observaciones del punto 9.1

Esto significa que hay que incluir dentro del área de estudio las plantaciones forestales no labradas con regeneración arbustiva en el sotobosque, o los cultivos abandonados con regeneración hacia el bosque de ribera, y pies jóvenes de olmos, fresnos...

En caso de que haya dudas, este factor de corrección no se aplicará

	sí	no
9.2a/9.2b	Se suman 0,5 puntos por orilla que lo cumpla y el sector se incluye dentro del área de estudio	No se suma puntuación
Saltar al punto 10		



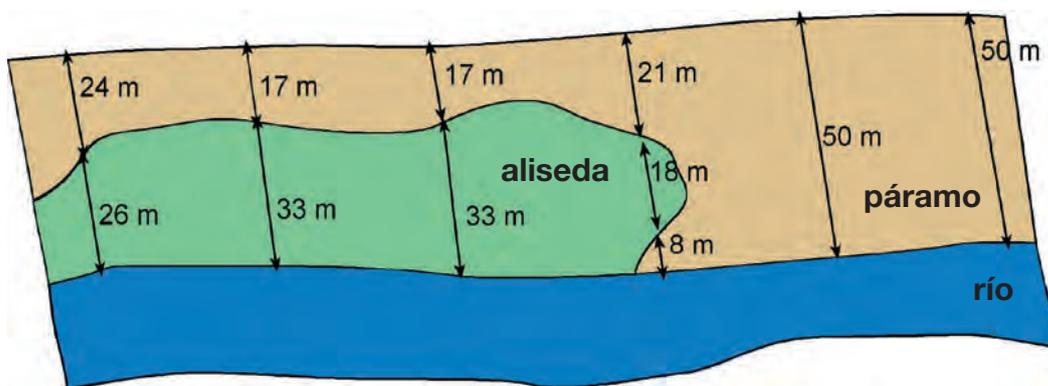
Punto 9.2a) Arriba, dos franjas leñosas de ribera: primera de tarayal y segunda de alameda.
Abajo, curso de tipo “efímero” con un cauce con población de *Glaucium flavum*, en contacto directo con el encinar-maquia climácicos. (Foto XII)

Punto 9.2b) Arriba, curso de agua con huertos a ambos lados, que eliminan el bosque de ribera, especialmente las segundas franjas de vegetación.
Abajo, curso de agua de tipo “permanente” con una única banda leñosa de ribera -tarayal- y una segunda franja constituida por el cañaver. (Foto XIII)



● Inventario de la vegetación

Punto	Pasos a seguir	Observaciones
10	<p>Hay que evaluar el % de recubrimiento de cada unidad de vegetación con recubrimiento $\geq 20\%$.</p> <p>Se puede hacer: a) empleando estimaciones visuales (para casos simples); b) haciendo diversos transectos perpendiculares al curso de agua; c) fotointerpretando ortofotomapas (para cursos de agua que tienen ya una cierta entidad)</p>	<p>No existe ningún inconveniente en estudiar unidades de vegetación con un recubrimiento inferior al 20% aparte de la mayor inversión de tiempo que esto supone. En el caso, por ejemplo, de dos unidades, una con un recubrimiento del 83% y la segunda con un 17%, puede ser interesante muestrear la segunda aunque no alcance el 20% requerido. En un segundo caso en que encontramos aliseda en un 60%, zarzal en un 15%, bosquete de ribera en regeneración en un 17% y vegetación ruderal en un 8%, sería poco representativo muestrear solamente el 60% del área de estudio (dado que la aliseda es la única formación que alcanza más del 20% requerido), y se podría considerar como una única unidad de estudio el zarzal+bosquete, que ocuparían el 32%; la vegetación ruderal no sería estudiada al recubrir una superficie muy baja. En el supuesto de que se encontrasen unidades de vegetación equilibradamente distribuidas (cada una con un 20% de recubrimiento), se deberían estudiar 5 unidades de vegetación, aunque el máximo que ha sido muestreado, excepcionalmente, son 4 unidades, siendo el caso habitual encontrar 2-3.</p> <p>Excepcionalmente, en el caso de riberas muy fragmentadas, con mosaico indiscernible de unidades de vegetación, es posible tratar la zona de estudio como una única unidad de vegetación a inventariar.</p>



Punto 10) Ejemplo de transectos por metros o pasos para estimar el recubrimiento de las unidades de vegetación:

aliseda

$$26+33+33+18 = 110 \text{ m.}$$

páramo

$$24+17+17+21+8+50+50=187 \text{ m.}$$

Sobre un total de 297 metros o pasos, el páramo ocupa 187, que es un 63%, y la aliseda, por lo tanto, un 37%. (Esquema XIV)

Punto	Pasos a seguir	Observaciones
11	<p>Para cada unidad de vegetación de las antes mencionadas se hacen, repartidos en el espacio, (5) 6-7 (8) subinventarios de vegetación, dependiendo de la heterogeneidad del medio estudiado. La superficie de los diferentes subinventarios de una unidad de vegetación debe ser más o menos constante.</p>	<p>Estos son inventarios equivalentes a los empleados por la metodología sigmatista, aunque excluyen la cifra de sociabilidad, estudian superficies pequeñas (por ejemplo, 10 m², si bien para comunidades arbóreas pueden ser superficies más grandes), y sólo registran los taxones de flora vascular más abundantes (nunca “r”, y pocas veces “+”: excepto en el caso de unidades de vegetación muy diversas las especies con ocurrencia “+” tienen un peso irrelevante). Cuidado con el suelo desnudo por pisoteo, movimiento y otras intervenciones de origen antrópico, que se contabiliza como si fuese un taxón (<i>verlo en la tabla de puntuación de taxones del Anexo III</i>).</p> <p>Para ciertos géneros (principalmente alóctonos), cuya puntuación es igual para todas las especies, no hay que determinar el taxón hasta nivel específico.</p> <p>La ficha de inventarios incluye una plantilla para facilitar la toma de datos.</p>
12	<p>Hay que rellenar la ficha de localidad. Se aconseja, además, tomar una o dos fotografías del punto de estudio</p>	



● Obtención de la puntuación

Punto	Pasos a seguir	Observaciones						
13	Por unidad de vegetación, se calcula la puntuación media para cada una de las especies inventariadas	Por ejemplo, en el caso de una unidad de vegetación sobre la cual se han tomado 6 subinventarios, una determinada especie que aparezca en tres con recubrimientos de 5,5, de 0,5 y de 17,5, tiene un recubrimiento medio de $23,5/6 = 5,6\%$. Si éste se multiplica por la puntuación de la especie (véase el Anexo III), se obtiene la puntuación media de la especie dentro del inventario de vegetación correspondiente a aquella unidad de vegetación; si la especie tuviera una puntuación de 6, la puntuación específica sería $5,6 \cdot 6 = 33,6$. La fórmula sería, pues: Puntuación específica de una especie = recubr. medio de la especie * puntuación de la especie.						
14	Se calcula la puntuación de cada uno de los inventarios (tantos como unidades de veget. existan con recubrimiento $\geq 20\%$)	La puntuación de un inventario se calcula mediante la fórmula siguiente: \sum puntuaciones específicas / \sum recubrimientos medios						
15	¿Se ha tomado un único inventario dado que sólo se ha reconocido una unidad de vegetación con un recubrimiento igual o superior al 20%?	15b) La puntuación IVF se calcula mediante la fórmula siguiente: $\sum(\text{puntuaciones de los inventarios} * (\% \text{ recubrimiento de la unidad inventariada}/100))$						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>sí</th> <th>no</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15a/15b</td> <td>La puntuación obtenida en el punto 13 es la puntuación IVF</td> <td>Para obtener la puntuación IVF habrá que aplicar la fórmula expuesta en las observaciones</td> </tr> </tbody> </table>		sí	no	15a/15b	La puntuación obtenida en el punto 13 es la puntuación IVF	Para obtener la puntuación IVF habrá que aplicar la fórmula expuesta en las observaciones	
	sí	no						
15a/15b	La puntuación obtenida en el punto 13 es la puntuación IVF	Para obtener la puntuación IVF habrá que aplicar la fórmula expuesta en las observaciones						
16	En la puntuación IVF se aplican los 3 factores de corrección , que llegan a modificar ± 2 la puntuación IVF : a) hidrófitos - punto 6 (± 1), b) encauzamiento - punto 7 (0/-1); c) ocupación de dominio de ribera y franjas de vegetación - puntos 8 y 9 (± 1); para obtener la puntuación integrada IVF	Atención: Cuando los apartados b) y c) tienen puntuación negativa son excluyentes, es decir, la suma de los dos no puede ser inferior a -1. Para los hidrófitos encontrados, se cruzará la clasificación autoecológica de los taxones (<i>Tabla de clasificación de los hidrófitos del Anexo III</i>) con la tabla que determina la puntuación a partir del recubrimiento que alcanzan (<i>Tabla de corrección de la puntuación IVF a partir de la población de hidrófitos del Anexo III</i>). En el supuesto de presencia en un mismo punto de especies pertenecientes a categorías tróficas diferentes, sólo se utilizará para evaluar la categoría que proporcione una puntuación más elevada.						
17	La comparación de la puntuación integrada IVF con la tabla de rangos permite asignarle una clase de calidad de acuerdo con la DMA							

Tabla del nivel de calidad según la puntuación integrada IVF

Muy bueno: Tramo fluvial que presenta una gran naturalidad. La vegetación apenas refleja perturbaciones, y el recubrimiento de las especies ruderales y/o alóctonas es nulo o escasísimo.

Bueno: Tramo fluvial que presenta ciertas alteraciones, naturales o antrópicas que le alejan de un estado óptimo de conservación. Éstas pueden ocasionar la aparición de especies ruderales y/o alóctonas, aunque las especies propias de ríos bien conservados dominan ampliamente.

Moderado: Tramo fluvial con alteraciones notables en la estructura de la vegetación y/o en el quimismo del agua y el suelo. El recubrimiento vegetal a menudo está domi-

nado por especies propias de comunidades secundarias (zarzales, matorrales, gramíneas, etc), y la presencia de especies ruderales y/o alóctonas a menudo es importante. Hay que tener presente que la casuística del medio puede ser muy contrastada, de modo que se puede llegar a encontrar zonas poco o muy bien conservadas y, a la vez, zonas muy degradadas.

Deficiente: Tramo fluvial que presenta un estado de alteración importante. El recubrimiento vegetal está dominado por especies ruderales y/o alóctonas, aunque las especies propias de comunidades secundarias (zarzales, matorrales, gramíneas, etc) pueden ser bastante abundantes.

Malo: Tramo fluvial fuertemente artificializado, con alteraciones físicas y/o químicas importantes. Las especies ruderales y/o alóctonas dominan la vegetación, aunque a menudo ésta es casi inexistente por causas antrópicas.

Nivel de calidad	Coloración DMA	Cursos de agua tipo "permanente-semipermanente"	Cursos de agua tipo "torrencial" y/o "efímero"
Muy bueno	Azul	≥8	≥7
Bueno	Verde	6,00 - 7,99	5,00 - 6,99
Moderado	Amarillo	4,00 - 5,99	3,50 - 4,99
Deficiente	Naranja	2,00 - 3,99	2,00 - 3,49
Malo	Rojo	<2	<2

Descripción y localización de las fotografías y esquemas del protocolo

Foto I. Río constante afectado por actividad extractiva. (Ribera Salada. Alt Urgell)

Foto II. Arenales fluviales, colonizados por terófitos oligotróficos como vegetación potencial y pinos piñoneros esparcidos. En la parte superior derecha, una mota los separa del río Tordera. (Tordera. La Selva)

Foto III. Arroyo semipermanente. (arroyo de Sant Segimon. Osona)

Foto IV. Curso de tipo "efímero". (arroyo de Pineda. Maresme)

Foto V. Curso de tipo "torrencial". El río Noguera Ribagorçana, a la izquierda, con un guijarral muy ancho en la orilla derecha. (Alta Ribagorça)

Foto VI. Curso de tipo "permanente-semipermanente". (Tordera. Vallés Oriental)

Foto VII. Diversos hidrófitos: planta vascular flotante (*Hydrocharis morsus-ranae*), briófito sumergido, enraizado en roca (*Fontinalis antipyretica*) y carofíceas (*Chara vulgaris*)

Foto VIII. Izquierda, arroyo con escollera que limita muy claramente la ribera (arroyo de l'Alforja). Derecha, mota de tierra, en segundo término, que constriñe el cauce (afectado, por otro lado, por el paso de vehículos) del barranco de la Galera, en primer término. Tras la mota, los usos antrópicos ocupan parte del sistema fluvial (Montsià).

Foto IX. Escollera que no limita la ribera, ya que tras la misma se puede observar una llanura aluvial no ocupada, con ála-

mos, chopos, tarayes (río Francolí. Tarragonès)... Véase otro ejemplo, de mota de tierra, en el punto II.

Foto X. Cultivo de olivos invadiendo el dominio de ribera en un curso de agua efímero. (barranco de la Galera. Montsià)

Foto XI. Llanura aluvial del Francolí, con usos antrópicos (paso de cañerías, de un camino, pastos...), pero que conserva vegetación natural o seminatural y condiciones para el desarrollo de bosque de ribera (río Francolí. Tarragonès)

Foto XII. Arriba, dos franjas leñosas de ribera: primera franja de tarayal encima de arenales; segunda franja de alameda (río Ebro. Ribera d'Ebre). Abajo, curso de tipo efímero con un cauce con población de *Glaucium flavum*, en contacto directo con el encinar-maquia climácicos (barranco del toll Roig. Montsià)

Foto XIII. Arriba, curso de agua con huertos a ambos lados, que eliminan el bosque de ribera, especialmente las segundas franjas de vegetación, que serían de olmeda, siendo la aliseda la formación leñosa más cercana (Tordera. Vallés Oriental). Abajo, curso de agua de tipo "permanente" con una única franja de vegetación leñosa de ribera: primera franja de tarayal. En la segunda franja la alameda ha sido sustituida por el cañaverol (río Ebro. Ribera d'Ebre)

Esquema XIV. Ejemplo de transectos por metros o pasos para estimar el recubrimiento de las unidades de vegetación: aliseda 26+33+33+18 = 110 m. páramo 24+17+17+21+8+50+50 = 187 m. Sobre un total de 297 metros o pasos, el páramo ocupa 187, que es un 63%, y la aliseda, por lo tanto, un 37%.

● PROTOCOLO 9: DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CALIDAD ● HIDROMORFOLÓGICA FINAL

Pasos a seguir		Observaciones																																													
1	Control de Vigilancia																																														
1a	Determinación del nivel de calidad de cada parámetro	<p>El nivel de calidad se obtiene en cada caso según se especifica en el protocolo propio de cada métrica utilizada para evaluar el parámetro.</p> <p>En el control de vigilancia, estas métricas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de los caudales de mantenimiento • Indicadores de alteración de la hidrología (IHA) • Índice de continuidad fluvial (ICF) • Nivel de encauzamiento • Naturalidad de los usos en la ribera • Índice de calidad del bosque de ribera (QBR) 																																													
1b	Determinación del nivel de calidad de cada elemento	<p>El nivel de calidad del elemento se determina según muestra la siguiente tabla:</p> <table border="1" data-bbox="831 1256 1426 1560"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="5">Cumplimiento de los IHA</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Muy bueno</th> <th>Bueno</th> <th>Med.</th> <th>Def.</th> <th>Malo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="5">Cumpl. Caud. Mant.</th> <th>Muy bueno</th> <td>Muy bueno</td> <td>Bueno</td> <td>Med.</td> <td>Def.</td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <th>Bueno</th> <td>Bueno</td> <td>Bueno</td> <td>Med.</td> <td>Def.</td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <th>Med.</th> <td>Med.</td> <td>Med.</td> <td>Med.</td> <td>Def.</td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <th>Def.</th> <td>Med.</td> <td>Def.</td> <td>Def.</td> <td>Def.</td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <th>Malo</th> <td colspan="5">Malo</td> </tr> </tbody> </table>			Cumplimiento de los IHA							Muy bueno	Bueno	Med.	Def.	Malo	Cumpl. Caud. Mant.	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Med.	Def.	Malo	Bueno	Bueno	Bueno	Med.	Def.	Malo	Med.	Med.	Med.	Med.	Def.	Malo	Def.	Med.	Def.	Def.	Def.	Malo	Malo	Malo				
		Cumplimiento de los IHA																																													
		Muy bueno	Bueno	Med.	Def.	Malo																																									
Cumpl. Caud. Mant.	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Med.	Def.	Malo																																									
	Bueno	Bueno	Bueno	Med.	Def.	Malo																																									
	Med.	Med.	Med.	Med.	Def.	Malo																																									
	Def.	Med.	Def.	Def.	Def.	Malo																																									
	Malo	Malo																																													
	Determinación del nivel de calidad según el régimen hidrológico	<p>El nivel de calidad del elemento se determina según muestra la siguiente tabla:</p>																																													
	Determinación del nivel de calidad según la continuidad fluvial	<p>En masas de agua o tramos fluviales donde no se puedan determinar los IHA por falta de estaciones de aforo, el nivel de calidad del elemento corresponderá al nivel de calidad obtenido del cumplimiento de los caudales de mantenimiento.</p> <p>El nivel de calidad del elemento corresponde al nivel de calidad obtenido del índice de continuidad fluvial.</p>																																													

Punto	Pasos a seguir	Observaciones																																																																										
	Determinación del nivel de calidad según las condiciones morfológicas	<p>El nivel de calidad del elemento se determina según las siguientes combinaciones:</p> <p>En primer lugar se combinan los niveles de calidad obtenidos según el QBR y la Naturalidad de los usos en la ribera para obtener el nivel de calidad de la ribera:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="5">QBR</th> </tr> <tr> <th>Muy bueno</th> <th>Bueno</th> <th>Med.</th> <th>Def.</th> <th>Malo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="3">Nat. usos ribera</th> <th>Muy bueno</th> <td>Muy bueno</td> <td>Bueno</td> <td>Bueno</td> <td>Med.</td> <td>Def.</td> </tr> <tr> <th>Bueno</th> <td>Bueno</td> <td>Bueno</td> <td>Med.</td> <td>Def.</td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <th>Inf. a bueno</th> <td>Med.</td> <td>Med.</td> <td>Med.</td> <td>Def.</td> <td>Malo</td> </tr> </tbody> </table> <p>A continuación se combinan el nivel de calidad de la ribera y el nivel de encauzamiento para obtener el nivel de calidad del elemento:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="5">Nivel de calidad de la ribera</th> </tr> <tr> <th>Muy bueno</th> <th>Bueno</th> <th>Med.</th> <th>Def.</th> <th>Malo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="5">Niv. de encauz.</th> <th>Muy bueno</th> <td>Muy bueno</td> <td>Bueno</td> <td>Med.</td> <td>Med.</td> <td>Def.</td> </tr> <tr> <th>Bueno</th> <td>Bueno</td> <td>Bueno</td> <td>Med.</td> <td>Def.</td> <td>Def.</td> </tr> <tr> <th>Med.</th> <td>Med.</td> <td>Med.</td> <td>Med.</td> <td>Def.</td> <td>Def.</td> </tr> <tr> <th>Def.</th> <td>Med.</td> <td>Med.</td> <td>Def.</td> <td>Def.</td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <th>Malo</th> <td>Def.</td> <td>Def.</td> <td>Def.</td> <td>Malo</td> <td>Malo</td> </tr> </tbody> </table>			QBR					Muy bueno	Bueno	Med.	Def.	Malo	Nat. usos ribera	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno	Med.	Def.	Bueno	Bueno	Bueno	Med.	Def.	Malo	Inf. a bueno	Med.	Med.	Med.	Def.	Malo			Nivel de calidad de la ribera					Muy bueno	Bueno	Med.	Def.	Malo	Niv. de encauz.	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Med.	Med.	Def.	Bueno	Bueno	Bueno	Med.	Def.	Def.	Med.	Med.	Med.	Med.	Def.	Def.	Def.	Med.	Med.	Def.	Def.	Malo	Malo	Def.	Def.	Def.	Malo	Malo
		QBR																																																																										
		Muy bueno	Bueno	Med.	Def.	Malo																																																																						
Nat. usos ribera	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Bueno	Med.	Def.																																																																						
	Bueno	Bueno	Bueno	Med.	Def.	Malo																																																																						
	Inf. a bueno	Med.	Med.	Med.	Def.	Malo																																																																						
		Nivel de calidad de la ribera																																																																										
		Muy bueno	Bueno	Med.	Def.	Malo																																																																						
Niv. de encauz.	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	Med.	Med.	Def.																																																																						
	Bueno	Bueno	Bueno	Med.	Def.	Def.																																																																						
	Med.	Med.	Med.	Med.	Def.	Def.																																																																						
	Def.	Med.	Med.	Def.	Def.	Malo																																																																						
	Malo	Def.	Def.	Def.	Malo	Malo																																																																						
1c	Determinación del nivel de calidad final	El nivel de calidad hidromorfológica corresponde al peor de los niveles de calidad de los tres elementos.																																																																										
2	Control operativo																																																																											
2a	Determinación del nivel de calidad de cada parámetro	<p>El nivel de calidad se obtiene en cada caso según se especifica en el protocolo propio de cada métrica utilizada para evaluar el parámetro. Las métricas utilizadas en el control operativo son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento de los caudales de mantenimiento • Indicadores de alteración de la hidrología (IHA) • Medida de las comunidades de peces a ambos lados de las barreras en la continuidad fluvial. • Índice de calidad del bosque de ribera (QBR) • Índice de vegetación fluvial (IVF) <p>La valoración de los parámetros en el control operativo no tiene como objetivo principal la determinación de un nivel de calidad hidromorfológica, sino validar la correcta implantación y seguimiento del programa de medidas previsto. Por este motivo interesa la valoración individual de cada parámetro y en la mayoría de casos no está prevista ninguna combinación de métricas para obtener un nivel de calidad global. Sólo para el régimen hidrológico se establece un nivel de calidad del elemento.</p>																																																																										

Punto	Pasos a seguir	Observaciones																											
2b	Determinación del nivel de calidad según el régimen hidrológico	<p>El nivel de calidad del régimen hidrológico se determina a partir de la combinación de los cumplimientos de los caudales de mantenimiento y de los indicadores de alteración de la hidrología, tal como muestra la siguiente tabla:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="5">Cumplimiento de los IHA</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Muy bueno</th> <th>Bueno</th> <th>Med.</th> <th>Def.</th> <th>Malo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="2">Cumpl. Caud. Mant.</th> <th>Acept.</th> <td>Muy bueno</td> <td>Bueno</td> <td>Med.</td> <td>Def.</td> <td>Malo</td> </tr> <tr> <th>No acept.</th> <td colspan="5">Malo</td> </tr> </tbody> </table>			Cumplimiento de los IHA							Muy bueno	Bueno	Med.	Def.	Malo	Cumpl. Caud. Mant.	Acept.	Muy bueno	Bueno	Med.	Def.	Malo	No acept.	Malo				
		Cumplimiento de los IHA																											
		Muy bueno	Bueno	Med.	Def.	Malo																							
Cumpl. Caud. Mant.	Acept.	Muy bueno	Bueno	Med.	Def.	Malo																							
	No acept.	Malo																											
2c	Determinación del nivel de calidad final	<p>Por las razones expuestas anteriormente no está previsto obtener un nivel de calidad hidromorfológica final a través del control operativo.</p>																											



TERCERA PARTE

Hojas de campo y de laboratorio

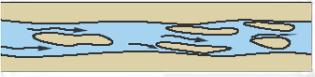




Caracterización de las condiciones morfológicas - Hoja de campo

Masa de agua:	Fecha:	Hora:	Operador/a:
Río:	Cuenca:	UTM X:	UTM Y:
Localización:			

1. Tipología del canal (indicar el tipo marcando con una "X")

Recto <input type="checkbox"/> 	Meandriforme <input type="checkbox"/> 
Sinuoso <input type="checkbox"/> 	Trenzado <input type="checkbox"/> 

2. Grado de sinuosidad

SI =

Grado de sinuosidad
(marcar con una X)

	Recto (1,00-1,05)
	Sinuoso (1,05-1,5)
	Meandriforme (>1,5)

3. Pendiente media

‰

4. Variaciones en la anchura

Anchura máxima (m) =
 Anchura mínima (m) =

Variación en la anchura
(marcar con una X)

	Muy elevada (> 2.00)
	Elevada (1.51 – 2.00)
	Moderada (1.26 – 1.50)
	Baja (1.11 – 1.25)
	Muy baja (1.00 – 1.10)

5. Variación en profundidad (marcar con una X)

Baja



Media



Elevada

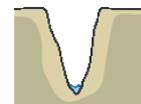


6. Tipo de valle fluvial (marcar con una X)

Forma de garganta



Forma de V



Forma de U estrecha (< 500 m de ancho)



Forma de U ancha (>500 m de ancho)



Valle no perceptible



Valle asimétrico



Evaluación del Hábitat Fluvial para Ríos Mediterráneos. Índice IHF - Hoja de campo

Punto de muestreo	
Fecha	Hora
Operador/a	

Bloques	Puntuación
---------	------------

1. Inclusión en rápidos-sedimentación en pozas

Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%.	10	
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%.	5	
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%.	0	
Sólo pozas	Sedimentación 0 - 30%	10	
	Sedimentación 30 - 60%	5	
	Sedimentación > 60%	0	
TOTAL (una categoría)			

2. Frecuencia de rápidos

Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7	10	
Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15	8	
Presencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25	6	
Constancia de flujo laminar o rápidos escasos. Relación distancia entre rápidos/anchura del río >25	4	
Sólo pozas	2	
TOTAL (una categoría)		

3. Composición del sustrato

% Bloques y piedras	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Arena	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
TOTAL (suma de categorías)			

4. Regímenes de velocidad / profundidad

<i>somero:</i> < 0.5 m	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero.	10	
<i>lento:</i> < 0.3 m/s	Sólo 3 de las 4 categorías	8	
	Sólo 2 de las 4 categorías	6	
	Sólo 1 de las 4 categorías	4	
TOTAL (una categoría)			

5. Porcentaje de sombra en el cauce

Sombreado con ventanas	10	
Totalmente en sombra	7	
Grandes claros	5	
Expuesto	3	
TOTAL (una categoría)		

6. Elementos de heterogeneidad

Hojarasca	> 10% o < 75%	4	
	1 - 10% o > 75%	2	
Presencia de troncos y ramas		2	
Raíces expuestas		2	
Diques naturales		2	
TOTAL (suma de categorías)			

7. Cobertura de vegetación acuática

% Plocon + briófitos	10 - 50%	10	
	1 - 10% ó > 50%	5	
% Pecton	10 - 50%	10	
	1 - 10% ó > 50%	5	
% Fanerógamas + Charales	10 - 50%	10	
	1 - 10% ó > 50%	5	
TOTAL (suma de categorías)			

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)

La puntuación de cada uno de los apartados no puede exceder la expresada en la siguiente tabla:

Inclusión en rápidos - sedimentación en pozas	10
Frecuencia de rápidos	10
Composición del sustrato	20
Regímenes de velocidad / profundidad	10
Porcentaje de sombra en el cauce	10
Elementos de heterogeneidad	10
Cobertura de vegetación acuática	30

5. Determinación del nivel de calidad

5.1. Masas de agua sin infraestructuras de captación, derivación o regulación del flujo

Cumplimiento de los caudales de mantenimiento

Sí ($C \leq 1$)	Muy bueno
No ($C > 1$)	No evaluable

5.1. Infraestructuras de captación, derivación o regulación del flujo

Nivel de cumplimiento (C) =
Caudal antes de la infraestructura Q_x (m^3/s) =
Caudal después de la infraestructura Q_y (m^3/s) =

A. Para el control de vigilancia:

		Nivel de cumplimiento (C)			
		≤ 1	1 - 1,2	1,2 - 2	> 2
$Q_y < Q_x$	No	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
	Sí	Bueno	Moderado	Deficiente	Malo

Nivel de Calidad =

B. Para el control operativo:

		Nivel de cumplimiento (C)	
		≤ 1	> 1
$Q_y < Q_x$	No	Aceptable	Aceptable
	Sí	Aceptable	No aceptable

Nivel de aceptabilidad =

Mes de medida =

Punto de muestreo:		y / o Código infraestructura:	
Masa de agua:	Fecha:	Hora:	Operador/a:
Río:	Cuenca:	UTM X:	UTM Y:
Localización:			

Caracterización de la infraestructura

Tipo de infraestructura

Azud Travesía Estación de aforos Vado

Puente ferroviario Puente de tránsito rodado Otros: _____

Funcionalidad de la infraestructura

Motivo de construcción / uso: Regulación de cauda Abastecimiento Riego

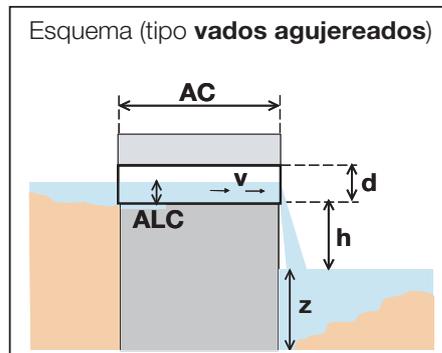
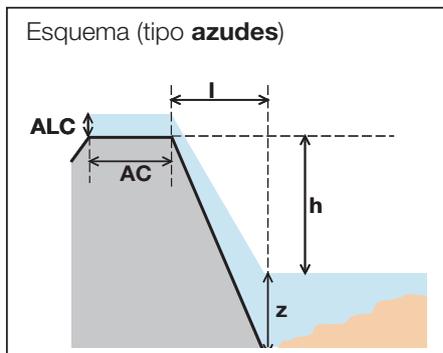
Generación de energía Transporte Estabilización fondos Otros: _____

Actualmente en uso?: Sí No

Estado de conservación: En buen estado Necesita mantenimiento Necesita reparación

Canal de derivación: Inexistente En el margen derecho En el margen izdo.

Características de la infraestructura (especificar si el valor es medido (M) o estimado (E))



Altura* (h) _____ cm Longitud (l) _____ cm Profundidad de la poza (z) _____ cm

Anchura coronación* (AC) _____ cm Alt. lámina coron.* (ALC) _____ cm Diámetro tubo (d) (sólo vados) _____ cm

Velocidad del agua dentro del tubo o sección de paso (v) (sólo en vados) _____ m/s Material: _____

Circula agua de forma continua por encima del obstáculo? Sí No
(o por el interior de los tubos o pasos habilitados en el caso de los vados agujereados)

Observaciones

*En el caso de los vados agujereados: la altura (h) se mide desde el punto más bajo del tubo u orificio de salida del agua hasta la superficie de la lámina de agua; la anchura de coronación (AC) es la longitud del tubo o paso por dentro del vado; la altura de la lámina en la coronación (ALC) es la profundidad del agua en el interior del tubo o paso.

BLOQUE 1 – Valoración del obstáculo

Grupos de peces presentes (para Cataluña, véase el mapa de distribución) Grupo 1 Grupo 2 Grupo 3a Grupo 3b Grupo 4

1A₁. Valorar las características de arriba a abajo (todo tipo de obstáculos excepto los vados agujereados) y marcar una sola entrada

Verticalidad	Altura (cm)	Profundidad (cm)	marcar	Grupos que pasan					
Indiferente	$h \leq 10$	$z \geq 15$	<input type="checkbox"/>	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3a	Grupo 3b	Grupo 4	
Indiferente	$h \leq 20$	$z \geq 30$	<input type="checkbox"/>	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3a	Grupo 3b	Grupo 4	
Indiferente	$h \leq 30$	$z \geq 40$	<input type="checkbox"/>		Grupo 2	Grupo 3a		Grupo 4	
Vertical	$h \leq 40$	$z \geq 60$	<input type="checkbox"/>		Grupo 2*	Grupo 3a		Grupo 4	
Indiferente	$h \leq 60$	$z \geq 70$	<input type="checkbox"/>		Grupo 2*			Grupo 4	
Vertical	$h \leq 75$	$z \geq 90$	<input type="checkbox"/>		Grupo 2*			Grupo 4	
Indiferente	Indiferente	Indiferente	<input type="checkbox"/>		Grupo 2*				
Otras características (imposibilidad de reptar por las riberas)				<input type="checkbox"/>	No puede pasar ningún grupo				

*En las barreras verticales el grupo 2 sólo pasará si existe la posibilidad de reptar por las riberas.

1A₂. Valorar las características de arriba a abajo (sólo para los vados agujereados) y marcar una sola entrada

Altura (cm)	Profundidad (cm)	Diámetro (cm)	Velocidad (m/s)	marcar	Grupos que pasan				
$h \leq 10$	$z \geq 15$	≥ 50	$\leq 0,4$	<input type="checkbox"/>	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3a	Grupo 3b	Grupo 4
$h \leq 30$	$z \geq 40$	≥ 50	$\leq 1,2$	<input type="checkbox"/>		Grupo 2*	Grupo 3a		Grupo 4
$h \leq 60$	$z \geq 70$	≥ 50	≤ 2	<input type="checkbox"/>		Grupo 2*			Grupo 4
Indiferente	Indiferente	Indiferente	Indiferente	<input type="checkbox"/>		Grupo 2*			
Otras características (imposibilidad de reptar por las riberas)				<input type="checkbox"/>	No puede pasar ningún grupo				

*En las barreras verticales el grupo 2 sólo pasará si existe la posibilidad de reptar por las riberas.

Marcar los grupos que pasan según condiciones (1A₁ o 1A₂)

1B. Valorar las características de arriba a abajo (para todas las infraestructuras) y marcar una sola entrada

Anchura coronación (cm)	Alt. lámina coronación (cm)	marcar	Grupos que pasan					
$AC \leq 50$		<input type="checkbox"/>	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3a	Grupo 3b	Grupo 4	
$AC > 50$	$0 < ALC < 15$	<input type="checkbox"/>		Grupo 2				
$AC > 50$	$ALC \geq 15$	<input type="checkbox"/>	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3a	Grupo 3b	Grupo 4	
Otras características (no circula agua por encima del obstáculo)			<input type="checkbox"/>	No puede pasar ningún grupo				

Marcar los grupos que pasan según condiciones (1B)

Grupos de peces que pasan (han de cumplir las dos condiciones (1A+1B)) No pasa ningún grupo Grupo 1 Grupo 2 Grupo 3a Grupo 3b Grupo 4

Resultados de la valoración del obstáculo	
Si pasan todos los grupos presentes	Barrera franqueable para las especies de los grupos presentes <input type="checkbox"/>
Si algún grupo presente no pasa la barrera	Barrera infranqueable para algunos de los grupos presentes <input type="checkbox"/>
Si ningún grupo no pasa la barrera o bien no circula agua de forma continua por encima del obstáculo (o por dentro en el caso de los vados agujereados)	Barrera infranqueable para todos los grupos presentes <input type="checkbox"/>

BLOQUE 2 – Valoración de los pasos de peces

Tipo de paso

Si existe más de un tipo de paso para superar un mismo obstáculo, se valorarán todos y el resultado final será el del mejor de ellos.

PARA TODOS LOS TIPOS DE PASO
 Marcar con una X en caso afirmativo

Inexistente Conector

Canal lateral Escala

TABLA 2A	Entrada sin obstrucciones	<input type="checkbox"/>
	Circula agua por el paso de forma continua	<input type="checkbox"/>
	El estado de conservación es bueno	<input type="checkbox"/>
	Salida no obstruida	<input type="checkbox"/>

CANALES LATERALES

Valoración de los canales laterales (Tabla 2A)	
Si se cumplen todos los requisitos	Paso eficiente <input type="checkbox"/>
Si no se cumple alguno de los requisitos	Paso ineficiente <input type="checkbox"/>

CONECTORES

Marcar con una X para los grupos presentes en el tramo de río de estudio

		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3a	Grupo 3b	Grupo 4
TABLA 2B ₁	Velocidad del agua (m/s)	≤1,6 <input type="checkbox"/>	≤2 <input type="checkbox"/>	≤1,2 <input type="checkbox"/>	≤0,4 <input type="checkbox"/>	≤2,1 <input type="checkbox"/>

Velocidad del agua = _____ m/s

Valoración de los conectores			
		Cumplimiento de todos los requisitos de la tabla 2A	
		Todos se cumplen	Alguno no se cumple
Cumplimiento de todos los requisitos de la tabla 2B ₁	Se cumplen para todos los grupos presentes	Paso eficiente <input type="checkbox"/>	Paso ineficiente <input type="checkbox"/>
	Se cumplen para algunos de los grupos presentes	Paso eficiente para algunas de las especies presentes <input type="checkbox"/>	Paso ineficiente <input type="checkbox"/>
	No se cumplen para ninguno de los grupos presentes	Paso ineficiente <input type="checkbox"/>	Paso ineficiente <input type="checkbox"/>

ESCALAS

Marcar con una X para los grupos presentes en el tramo de río de estudio

		Grupo 1	Grupo 3a	Grupo 4	G 2	G 3b
TABLA 2B ₂	Altura del primer salto (cm)	< 15 <input type="checkbox"/>	< 10 <input type="checkbox"/>	< 20 <input type="checkbox"/>	Infranqueable	
	Profundidad de la poza antes del salto (cm)	> 45 <input type="checkbox"/>	> 30 <input type="checkbox"/>	> 50 <input type="checkbox"/>		
	Altura de los saltos entre cubetas (cm)	< 10 <input type="checkbox"/>	< 10 <input type="checkbox"/>	< 15 <input type="checkbox"/>		
	Ausencia de turbulencias que impiden el salto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Valoración de las escalas			
		Cumplimiento de todos los requisitos de la tabla 2A	
		Todos se cumplen	Alguno no se cumple
Cumplimiento de todos los requisitos de la tabla 2B ₂	Se cumplen para todos los grupos presentes	Paso eficiente <input type="checkbox"/>	Paso ineficiente <input type="checkbox"/>
	Se cumplen para algunos de los grupos presentes	Paso eficiente para algunas de las especies presentes <input type="checkbox"/>	Paso ineficiente <input type="checkbox"/>
	No se cumplen para ninguno de los grupos presentes	Paso ineficiente <input type="checkbox"/>	Paso ineficiente <input type="checkbox"/>

BLOQUE 3 – Moduladores finales

Marcar con una X las condiciones que se cumplen

Ausencia de mecanismos que eviten el paso de los peces hacia al canal de derivación (en caso de que haya)	<input type="checkbox"/>
Ausencia de una corriente de atracción a la entrada del paso para peces	<input type="checkbox"/>
Ausencia de mecanismos que eviten el peligro de depredación en el paso de peces	<input type="checkbox"/>
Localización inadecuada de la salida del paso de peces que provoque caídas por la barrera a superar	<input type="checkbox"/>

RESULTADO FINAL

Los resultados del bloque 1 y 2 se combinan en la siguiente tabla obteniendo el nivel de calidad:

		Valoración del paso (Bloque 2)			
		Eficiente	Eficiente para algunas especies	Ineficiente	Sin paso
Valoración del obstáculo (Bloque 1)	Sin obstáculo				Muy bueno
	Franqueable	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
	Infranqueable para algunos grupos de especies	Bueno	Moderado	Deficiente	Deficiente
	Infranqueable para todos los grupos de especies	Moderado	Deficiente	Malo	Malo

Si se cumple alguna de las condiciones referentes a los moduladores del bloque 3, disminuir un nivel de calidad el resultado obtenido tal como se indica a continuación:



RESULTADO FINAL :



Determinación del nivel de encauzamiento del cauce - Hoja de campo

Masa de agua:		
Fecha	Hora:	Operador/a:
Río	Cuenca:	

Localización	UTM inicial		UTM final		Margen afectado			Longitud (m)	Tipo de encauzam.				
	X	Y	X	Y	Derecho	Izq.	Ambos		mota	escollera o gavión	muro	muro en U	

Tipo de encauzamiento y coeficientes

Tipo de encauz.	Coefficiente
Mota	0,2
Escollera o gavión	0,5
Muro	0,8
Muro en U	1

Cálculo del nivel de encauzamiento

$$END = \frac{\sum (Longitud _ encauz. \times coeficiente)}{longitud _ tramo}$$

END =

Nivel de calidad

Nivel de calidad	Nivel
Muy bueno	< 0,1
Bueno	0,1 – 0,2
Moderado	0,2 – 0,3
Deficiente	0,3 – 0,4
Malo	> 0,4

Nivel de calidad:

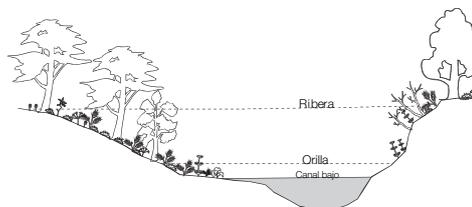
Índice QBR (ríos mediterráneos no efímeros) - Hoja de campo A

1 / 2

Esta calificación debe ser aplicada en toda la zona de ribera de los ríos (orilla y ribera propiamente dicha); zonas inundadas periódicamente por las avenidas ordinarias y las máximas.

Los cálculos se realizarán sobre el área que presenta una potencialidad de soportar una masa vegetal en la ribera. No se contemplan las zonas con sustrato duro donde no puede enraizar una masa vegetal permanente.

El índice no es aplicable a las zonas más altas de las cuencas donde no existe, de forma natural, vegetación arbórea. En ríos no efímeros, utilizar la hoja de campo A.



Punto de muestreo:

Fecha: _____ Hora: _____

Operador/a: _____

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25

Grado de cobertura de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		
1a	25	> 80 % de cobertura vegetal de la zona de ribera
1b	10	50-80 % de cobertura vegetal de la zona de ribera
1c	5	10-50 % de cobertura vegetal de la zona de ribera
1d	0	< 10 % de cobertura vegetal de la zona de ribera
1i	+ 10	conectividad total entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente
1ii	+ 5	conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente superior al 50%
1iii	- 5	conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente entre el 25 y 50%
1iv	-10	conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente inferior al 25%

Estructura de la cobertura (se considera únicamente la zona de ribera con cubierta vegetal)

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación (depende del grado de cubierta de la ribera)					
	1a	1b	1c	1d	
2a	25	10	5	0	cobertura de árboles superior al 75 %
2b	10	5	0	0	cobertura de árboles entre el 50 y 75 % o cobertura de árboles* entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %
2c	5	0	0	0	cobertura de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 %
2d	0	0	0	0	sin árboles
2i	+ 10				en la orilla la concentración de helófitos, arbustos o herbazal megafórbico* es > 50 %
2ii	+ 5				en la orilla la concentración de helófitos, arbustos o herbazal megafórbico* es >25 y <50 %
2iii	+ 5				si los árboles tienen un sotobosque arbustivo
2iv	- 5				hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque > 50 %
2v	- 5				los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin continuidad
2vi	-5				no existe sotobosque consolidado (exceptuando las zonas con una elevada pedregosidad)*
2vii	- 10				hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50 %

Calidad de la cobertura (depende del tipo geomorfológico de la zona de ribera**)

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación			Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
3a	25	número de especies de árboles autóctonos	> 1	> 2	> 3
3b	10	número de especies de árboles autóctonos	1	2	3
3c	5	número de especies de árboles autóctonos	-	1	1 - 2
3d	0	sin árboles autóctonos			
3i	+ 10	si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial en más del 75% de la longitud del tramo			
3ii	+ 5	si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial entre el 50 y el 75% de la longitud del tramo			
3iii	+ 5	si las distintas especies se disponen en bandas paralelas al río			
3iv	+ 5	si el número de especies de arbustos autóctonos es:	> 2	> 3	> 4
3v	- 5	si existen estructuras construidas por el hombre			
3vi	- 5	si hay alguna especie perenne alóctona*** aislada			
3vii	- 10	si existen especies perennes alóctonas*** formando comunidades			
3viii	- 10	si hay vertidos de basuras			

Grado de naturalidad del canal fluvial

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		
4a	25	el canal del río no ha sido modificado
4b	10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
4c	5	signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
4d	0	río canalizado en la totalidad del tramo
4i	- 10	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
4ii	- 10	si existe alguna presa u otra infraestructura transversal al lecho del río

Puntuación final (suma de las puntuaciones anteriores)

* De aplicación sólo en tramos situados a más de 800 metros de altitud

** Determinación del tipo geomorfológico de la zona de ribera (apartado 3, calidad de la cobertura)

Sumar el tipo de desnivel de la derecha y de la izquierda de la orilla, y sumar o restar según los otros dos apartados.

Tipo de desnivel de la zona riparia	Puntuación			
	Izquierda	Dcha.		
Vertical/cóncavo (pendiente > 75°), con una altura no superable por las máximas avenidas			6	6
Igual pero con un pequeño talud o orilla inundable periódicamente (avenidas ordinarias)			5	5
Pendiente entre el 45 y 75 °, escalonada o no. La pendiente se contabiliza con el ángulo entre la horizontal y la recta entre el cauce y el último punto de la ribera. $\sum a > \sum b$			3	3
Pendiente entre el 20 y 45 °, escalonado o no. $\sum a < \sum b$			2	2
Pendiente < 20 °, ribera uniforme y llana.			1	1
Existencia de una isla o islas en el medio del lecho del río				
Anchura conjunta "a" > 5 m.			- 2	
Anchura conjunta "a" entre 1 y 5 m.			- 1	
Porcentaje de sustrato duro con incapacidad para enraizar una masa vegetal permanente				
> 80 %			No se puede medir	
60 - 80 %			+ 6	
30 - 60 %			+ 4	
20 - 30 %			+ 2	
Puntuación total				

Tipo geomorfológico según la puntuación

> 8	Tipo 1	Riberas cerradas, normalmente de cabecera, con baja potencialidad de un bosque de ribera extenso
entre 5 y 8	Tipo 2	Riberas con una potencialidad intermedia de soportar una zona vegetada, tramos medios de los ríos
< 5	Tipo 3	Riberas extensas, con elevada potencialidad de tener un bosque extenso, tramos bajos de los ríos

***** Especies frecuentes y consideradas alóctonas**

Ailanthus altissima
Acacia sp.
Acer negundo
Arundo donax
Buddleja davidii

Cortaderia selloana
Helianthus tuberosus
Lonicera japonica
Nicotianasp.
Partenocissus sp.

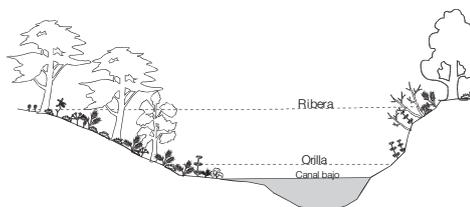
Phyllostachys sp.
Phytolacca americana
Platanus x hispanica
Populus deltoides
Robinia pseudoacacia

Salix babylonica
Ulmus pumila
 Frutales

Esta calificación debe ser aplicada en toda la zona de ribera de los ríos (orilla y ribera propiamente dicha): zonas inundadas periódicamente por las avenidas ordinarias y las máximas.

Los cálculos se realizarán sobre el área que presenta una potencialidad de soportar una masa vegetal en la ribera. No se contemplan las zonas con sustrato duro donde no puede enraizar una masa vegetal permanente.

El índice no es aplicable a las zonas más altas de las cuencas donde no existe, de forma natural, vegetación arbórea. En ríos no efímeros, utilizar la hoja de campo A.



Punto de muestreo:	
Fecha:	Hora:
Operador/a:	

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25

Grado de cobertura de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		
1a	25	> 50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
1b	10	30-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
1c	5	10-30 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
1d	0	< 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
1i	+ 10	conectividad total entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente
1ii	+ 5	conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente superior al 50%
1iii	- 5	conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente entre el 25 y 50%
1iv	-10	conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente inferior al 25%

Estructura de la cobertura (se considera solamente la zona de ribera con cubierta vegetal)

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación (depende del grado de cubierta de la zona de ribera)					
	1a	1b	1c	1d	
2a	25	10	5	0	cobertura de árboles* superior al 75 %
2b	10	5	0	0	cobertura de árboles* entre el 50 y 75 % o cobertura de árboles* entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %
2c	5	0	0	0	cobertura de árboles* inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 %
2d	0	0	0	0	sin árboles*
2i		+ 10			si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 %
2ii		+ 5			si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre 25 y 50 %
2iii		+ 5			si los árboles tienen un sotobosque arbustivo
2iv		- 5			si hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque > 50 %
2v		- 5			si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad
2vii		- 10			si hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque < 50 %

Calidad de la cobertura (depende del tipo geomorfológico de la zona de ribera**)

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación			Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
3a	25	número de especies de árboles* autóctonos	> 1	> 2	> 3
3b	10	número de especies de árboles* autóctonos	1	2	3
3c	5	número de especies de árboles* autóctonos	-	1	1 - 2
3d	0	sin árboles* autóctonos			
3i	+ 10	si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial en más del 75% de la longitud del tramo			
3ii	+ 5	si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial entre el 50 y el 75% de la longitud del tramo			
3iii	+ 5	si las distintas especies se disponen en bandas paralelas al río			
3iv	+ 5	si el número de especies de arbustos autóctonos es:	> 2	> 3	> 4
3v	- 5	si existen estructuras construidas por el hombre			
3vi	- 5	si hay alguna especie perenne alóctona*** aislada			
3vii	- 10	si existen especies perennes alóctonas*** formando comunidades			
3viii	- 10	si hay vertidos de basuras			

Grado de naturalidad del canal fluvial

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		
4a	25	el canal del río no ha sido modificado
4b	10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
4c	5	signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
4d	0	río canalizado en la totalidad del tramo
4i	- 10	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
4ii	- 10	si existe alguna presa u otra infraestructura transversal al lecho del río

Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)

* Se consideran los árboles con porte arbustivo y también los arbustos con porte arbóreo (altura superior a 1,5 m)

** Determinación del tipo geomorfológico de la zona de ribera (apartado 3, calidad de la cobertura)

Sumar el tipo de desnivel de la derecha y de la izquierda de la orilla, y sumar o restar según los otros dos apartados.

Tipo de desnivel de la zona riparia	Puntuación			
	Izquierda	Derecha		
Vertical/cóncavo (pendiente > 75°), con una altura no superable por las máximas avenidas			6	6
Igual pero con un pequeño talud u orilla inundable periódicamente (avenidas ordinarias)			5	5
Pendiente entre el 45 y 75 °, escalonada o no. La pendiente se contabiliza con el ángulo entre la horizontal y la recta entre el cauce y el último punto de la ribera. $\sum a > \sum b$			3	3
Pendiente entre el 20 y 45 °, escalonado o no. $\sum a < \sum b$			2	2
Pendiente < 20 °, ribera uniforme y llana.			1	1
Existencia de una isla o islas en el medio del lecho del río				
Anchura conjunta "a" > 5 m.				- 2
Anchura conjunta "a" entre 1 y 5 m.				- 1
Porcentaje de sustrato duro con incapacidad para enraizar una masa vegetal permanente				
> 80 %			No se puede medir	
60 - 80 %			+ 6	
30 - 60 %			+ 4	
20 - 30 %			+ 2	
Puntuación total				

Tipo geomorfológico según la puntuación

> 8	Tipo 1	Riberas cerradas, normalmente de cabecera, con baja potencialidad de un bosque de ribera extenso
entre 5 y 8	Tipo 2	Riberas con una potencialidad intermedia de soportar una zona vegetada, tramos medios de los ríos
< 5	Tipo 3	Riberas extensas, con elevada potencialidad de tener un bosque extenso, tramos bajos de los ríos

***** Especies frecuentes y consideradas alóctonas**

Ailanthus altissima
Acacia sp.
Acer negundo
Arundo donax
Buddleja davidii

Cortaderia selloana
Helianthus tuberosus
Lonicera japonica
Nicotianasp.
Partenocissus sp.

Phyllostachys sp.
Phytolacca americana
Platanus x hispanica
Populus deltoides
Robinia pseudoacacia

Salix babylonica
Ulmus pumila

Frutales

Fecha	Autor/a	Código localidad

1. Datos generales		
1.1. Río	1.2. Cuenca	
1.3. Localidad	1.4. Municipio	1.5. UTM del punto más alto
1.6. Delimitación del área de estudio		
1.7. Usos del suelo y vegetación circundante al área de estudio		
<p>Margen derecho:</p> <p>Margen izquierdo:</p>		

2. Datos del curso de agua y las riberas																																				
2.1. Anchura mojada media	2.2. Anchura media de los arenales/guijarrales																																			
2.3. Pendiente de las orillas																																				
<p>Margen derecho:</p> <table style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td>suave < 22,5°</td> <td>22,5° < moderado < 45°</td> <td>45° < escarpado</td> <td>vertical</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p>Margen izquierdo:</p> <table style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td>suave < 22,5°</td> <td>22,5° < moderado < 45°</td> <td>45° < escarpado</td> <td>vertical</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		suave < 22,5°	22,5° < moderado < 45°	45° < escarpado	vertical	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	suave < 22,5°	22,5° < moderado < 45°	45° < escarpado	vertical	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																			
suave < 22,5°	22,5° < moderado < 45°	45° < escarpado	vertical																																	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																	
suave < 22,5°	22,5° < moderado < 45°	45° < escarpado	vertical																																	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																	
2.4. Número de franjas de vegetación de ribera leñosa autóctona (excepto <i>Rubus</i> sp) con recubrimiento superior al 15 %																																				
<p>Margen derecho:</p> <p>Margen izquierdo:</p>																																				
2.5. Anchura media de la zona riparia estudiada																																				
<table style="width:100%; text-align:center;"> <tr> <td></td> <td>0-5 m</td> <td>5-10 m</td> <td>10-20 m</td> <td>20-40 m</td> <td>> 40 m</td> </tr> <tr> <td>Margen derecho:</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Margen izquierdo:</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			0-5 m	5-10 m	10-20 m	20-40 m	> 40 m	Margen derecho:	<input type="checkbox"/>	Margen izquierdo:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																					
	0-5 m	5-10 m	10-20 m	20-40 m	> 40 m																															
Margen derecho:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																															
Margen izquierdo:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																															
2.6. Canalización																																				
	<table border="1" style="width:100%; text-align:center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No canalizado</th> <th colspan="4">Grado de canalización</th> <th colspan="4">Tipo de canalización</th> </tr> <tr> <th><25%</th> <th>25-50%</th> <th>50-75%</th> <th>>75%</th> <th>mota de tierra</th> <th>escollera</th> <th>muro</th> <th>delimita el espacio fluvial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Margen derecho</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no</td> </tr> <tr> <td>Margen izdo.</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no</td> </tr> </tbody> </table>	No canalizado	Grado de canalización				Tipo de canalización				<25%	25-50%	50-75%	>75%	mota de tierra	escollera	muro	delimita el espacio fluvial	Margen derecho	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no	Margen izdo.	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no														
No canalizado	Grado de canalización				Tipo de canalización																															
	<25%	25-50%	50-75%	>75%	mota de tierra	escollera	muro	delimita el espacio fluvial																												
Margen derecho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no																												
Margen izdo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/> no																												

3. Esquema general del tramo estudiado. Otras observaciones de interés.

Empty box for drawing the general scheme of the studied reach and other observations of interest.

IVF · Ficha de puntuaciones

Código localidad	Fecha	Tipología del curso de agua <input type="checkbox"/> Permanente/semipermanente <input type="checkbox"/> Torrencial <input type="checkbox"/> Efímero
Localidad	Operador/a	

1. Puntuación de los inventarios			
Código	Unidades de vegetación	%	Puntuación

Puntuación IVF (0-10)

2. Correcciones para las riberas

Para cualquier tipo de río <i>- Existencia de escollera, muro o mota de tierra que restringe el espacio fluvial.</i>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">margen dcho.</td><td style="width: 50%;"></td></tr> <tr><td>margen izq.</td><td></td></tr> </table>	margen dcho.		margen izq.							
margen dcho.											
margen izq.											
Para ríos de tipo permanente / semipermanente <i>- Existencia de 2 o más franjas de vegetación de ribera leñosa autóctona.</i> <i>- El espacio que ocuparía la 2a o siguientes franjas de vegetación de ribera leñosa autóctona ha sido ocupado por usos antrópicos.</i>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">margen dcho.</td><td style="width: 50%;"></td></tr> <tr><td>margen izq.</td><td></td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td style="width: 50%;">margen dcho.</td><td style="width: 50%;"></td></tr> <tr><td>margen izq.</td><td></td></tr> </table>	margen dcho.		margen izq.				margen dcho.		margen izq.	
margen dcho.											
margen izq.											
margen dcho.											
margen izq.											
Para ríos de tipo torrencial o efímero <i>- Existencia de 2 o más franjas de vegetación de ribera leñosa autóctona o de vegetación leñosa climática en contacto con la ribera.</i> <i>- El espacio que ocuparía la 2a o siguientes franjas de vegetación de ribera leñosa autóctona o la franja de contacto con el bosque climático adyacente a la ribera ha sido ocupado por usos antrópicos.</i>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;">margen dcho.</td><td style="width: 50%;"></td></tr> <tr><td>margen izq.</td><td></td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td style="width: 50%;">margen dcho.</td><td style="width: 50%;"></td></tr> <tr><td>margen izq.</td><td></td></tr> </table>	margen dcho.		margen izq.				margen dcho.		margen izq.	
margen dcho.											
margen izq.											
margen dcho.											
margen izq.											

Total corrección para las riberas (valores entre -1 y +1)

3. Correcciones para la vegetación acuática

Especies	Estimación recubrimiento

Ausencia de vegetación acuática con síntomas evidentes de contaminación	
--	--

Corrección por macrófitos

Puntuación integrada IVF

TABLA DE VALORACIÓN DE LA CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA FINAL

Elemento	Parámetro / Métrica	Nivel de calidad de cada parámetro	Nivel de calidad de cada elemento
Régimen hidrológico	Cumplimiento de los caudales de mantenimiento		
	Cumplimiento de los IHA		
Continuidad fluvial	Índice de conectividad fluvial		
Condiciones morfológicas	Nivel de encauzamiento		
	Naturalidad de los usos en la ribera		
	QBR		
NIVEL DE CALIDAD FINAL			



