

MÁSTER EN TECNOLOGÍA, ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DEL AGUA (TAYGA)

Curso 2010/2011

PRÁCTICAS DE CAMPO

AVANCES ECOLÓGICOS PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LOS ECOSISTEMAS
ACUÁTICOS CONTINENTALES

Profesores: M^a Luisa Suárez Alonso
Rosa Gómez Cerezo
M^a del Mar Sánchez Montoya
M^a Rosario Vidal-Abarca Gutiérrez

PRACTICAS DE CAMPO

LUGAR: Río Tus (Albacete)

27, 28 y 29 de Mayo 2011

Salida: a las 9 horas desde el
Campus de Espinardo

MAYO 2011						
L	M	M	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

ÍNDICE

Pág.

<i>CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLÓGICA Y DE LA VEGETACIÓN DEL TRAMO DE RÍO SELECCIONADO.</i>	3
TRABAJOS PROPUESTOS	9
1. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA Y DEL HABITAT EN EL TRAMO DE RÍO SELECCIONADO.	10
2. ESTUDIO DE LOS MACROFITOS Y ALGAS Y DE LAS VARIACIONES DIARIAS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGUA DEBIDO A LA ACCIÓN DE LOS PRODUCTORES PRIMARIOS.	11
3. ESTUDIO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS INVERTEBRADOS ACUÁTICOS DE RÍO EN RELACIÓN CON EL HÁBITAT Y APLICACIÓN DEL ÍNDICE IBMWP.	12
4. ESTUDIO DEL PAPEL DEL BOSQUE DE RIBERA EN LOS RIOS (APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE RIBERAS)	13
ANEXOS	14
I. Tabla de saturación de oxígeno disuelto en el agua en función de la temperatura.	15
II. Índice de Hábitat Fluvial (IHF)	16
III. Índice de Macroinvertebrados Acuáticos (IBMWP). Hoja de cálculo.	17
IV. Protocolo para la aplicación del Índice de Macrófitos (IM).	18
V. Sobre el cálculo del QBR (Índice de Calidad de la Vegetación de Ribera).	20

CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLÓGICA Y DE LA VEGETACIÓN DEL TRAMO DE RÍO SELECCIONADO.

En una primera fase se propone realizar la cartografía básica del tramo de río a estudiar. Dicha cartografía sirve como base para plantear los objetivos de los trabajos que se han de realizar en grupo.

La cartografía se realiza sobre distintos aspectos del medio físico (unidades morfológicas, tipología del sustrato; etc).

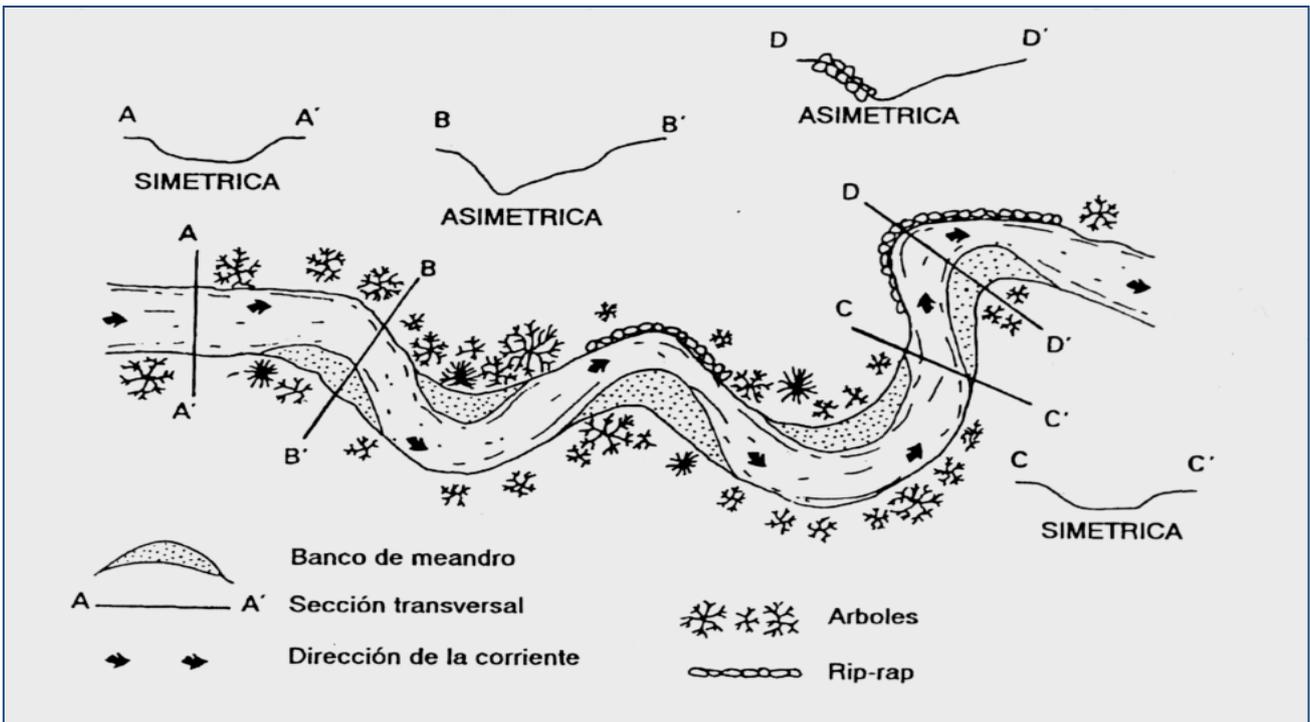
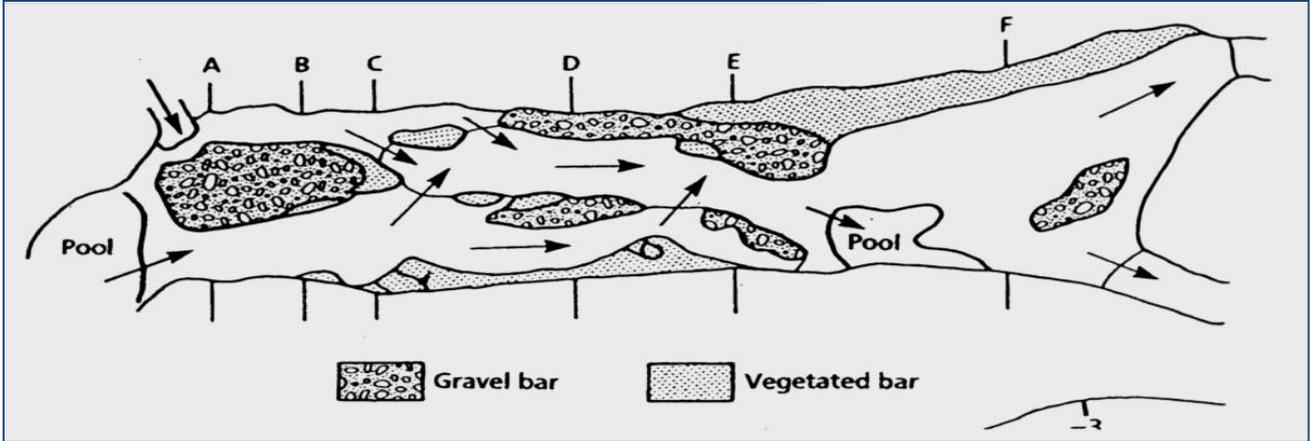
La cartografía se realiza durante el recorrido por el área de estudio. Cada aspecto temático lo realiza un grupo de trabajo.

PROTOCOLO PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL TRAMO DE RÍO

1	Seleccionar un tramo de 100 m para llevar a cabo la caracterización hidromorfológica y de la vegetación.
2	Realizar un esquema base sobre el que se anotan los distintos aspectos temáticos. Para este esquema se utilizan las medidas de la anchura del cauce en distintos puntos (p.e. cada 10 m) para marcar los límites del agua.
3	En los mismos puntos, separados 10 m, determinar los caudales. (Ver protocolo).
4	Apuntar la secuencia de pozas ("pools"), zonas de corriente ("riffles") y zonas con velocidad escasa de corriente ("runs" = tablas). (Ver protocolo sobre unidades morfológicas del cauce).
5	Cartografiar los tipos de sustratos y sedimentos según el protocolo.
6	Cartografiar las manchas de vegetación acuática.

MATERIAL NECESARIO		Lo lleva el alumno
Calzado de agua (botas/sandalias)		Metro rígido
Máquina de fotos		Papel aluminio
Lápiz		Manga de muestreo
Calculadora		"Surber"
Libreta de campo		Botellas "Winkler"
Claves de invertebrados		Probeta
Claves niveles tróficos (Anexo II)		Oxímetro
Rotuladores indelebles		pH-metro
Papel milimetrado/cuadrículado		Salinómetro
Balanza		Correntímetro
Pala de jardín		Agua destilada
Frascos de plástico grandes (incubaciones)		Alcohol
Botes de plástico (macroinvertebrados)		Bateas
Botes pequeños (macroinvertebrados)		Pinzas blandas
Cinta métrica larga e impermeable		GPS
Mangas de deriva		

Esquemas generales de cartografías de ríos



**CÁLCULO DE CAUDALES**

El caudal es el volumen de agua que pasa a través de una determinada sección de cauce fluvial.

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = A \cdot V$$

A = superficie o área de la sección del río (m²)

V = velocidad media (m/s)

PROCEDIMIENTO**En campo**

- 1 Elegir al menos cinco transectos perpendiculares al río.
- 2 Medir la longitud total del transecto.
- 3 Medir la profundidad del agua con un metro rígido a distancias lo suficientemente próximas como para poder realizar un esquema preciso del transecto.
- 4 Medir la velocidad de la corriente en cada punto donde se ha medido la profundidad.

En gabinete

- 5 Dibujar a escala (sobre papel milimetrado) un esquema de la sección de cada transecto, uniendo los puntos de las distintas profundidades. Contar los cuadrados y calcular la superficie del mismo.
- 6 Calcular la velocidad media
- 7 Calcular el caudal:

$$\text{Caudal (m}^3\text{/s)} = \text{area (m}^2\text{)} \times \text{velocidad media (m/s)}$$

Expresar los resultados en l/s

UNIDADES MORFOLÓGICAS DEL CAUCE

En los cauces fluviales, se reconocen tres tipos de unidades morfológicas en función del sustrato, la profundidad de la lámina de agua y la velocidad de la corriente:

UNIDAD	VELOCIDAD CORRIENTE	PROFUNDIDAD	SUSTRATO
Zonas de corriente ("rifles")	alta y turbulenta	baja	roca-bloque-piedra
Zonas de escasa corriente ("runs" = tablas)	baja y laminar	media	grava-arena
Pozas ("pools")	indetectable	alta	arena-arcilla

TIPOLOGIA DE SUSTRATOS

Nº	SUSTRATO	DIMENSIONES	VELOCIDAD PARA MOVER PARTICULAS
1	Roca sólida		
2	guijarros	> 30 cm diámetro	3-2 m/s
3	Cantos rodados	5-30 cm	1.5-1 m/s
4	grava	0.3-5 cm	0.75-0.5 m/s
5	Arena	< 3 mm	0.25-0.1 m/s
6	arcilla	textura coloidal	
7	margas (gris)		

TIPOLOGIA DE SEDIMENTOS

Nº	SEDIMENTOS ORGANICOS	DIMENSIONES
1	CPOM (materia orgánica particulada gruesa) materia fragmentada poco dividida	> 1 mm
2	FPOM (materia orgánica particulada fina) materia parcialmente descompuesta pero reconocible	50 µm - 1 mm
3	UPOM (materia orgánica particulada ultrafina) materia en avanzado estado de descomposición (cieno)	0.45 µm – 50 µm

**CLAVE PARA LA DETERMINACION DE TIPOS BIOLÓGICOS DE LA
VEGETACION ACUÁTICA (Ver Figura 1)****MICRÓFITOS:**

Organismos con escasa capacidad para intercambiar solutos con el agua y el sedimento
(pocos centímetros)

A Organismos errantes

En la interfase aire-agua.....	NEUSTON
Planctónicos posados en el fondo.....	TETOPLANCTON
Microscópicos con movimiento deslizantes sobre el fondo.....	HERPON

B Organismos de posición fija

Formando revestimientos discontinuos delgados o en forma de costra sobre sustratos duros.....	PECTON
Organismos filamentosos sujetos por la base, a veces desprendidos.....	PLOCON
Formando almohadillas o un tapiz (afieltrados) sobre piedras o sedimentos. Conjunto de especies diferentes.....	PERIFITON

MACRÓFITOS:

Organismos con mayor capacidad para intercambiar solutos con el agua y el sedimento
(10 centímetros o más)

A Errantes sin raíces o con ellas colgando en el agua.

Interfase aire-agua. Usan CO ₂ del aire.....	PLEUSTON
Entre dos aguas.....	MESOPLEUSTON

B Fijos sobre el sustrato

Plantas aplicadas sobre el sustrato con rizoides o raíces modificadas, sobre piedras.....	HAPTÓFITOS
Enraizados sobre el sustrato.....	RIZÓFITOS
Todas las hojas sumergidas. Usan carbono inorgánico del agua.....	LIMNÓFITOS
Con algunas hojas en contacto con el aire.....	ANFÍFITOS
Con las hojas emergidas. Usan CO ₂ del aire.....	HELÓFITOS

También es posible distinguir distintos tipos biológicos de macrófitos en función de su
FORMA DE FIJACIÓN
(Ver figura 2)

A **Macrófitos fijos al sustrato:** enraizados en los fondos.

Macrófitos emergentes: equivalentes a los helófitos.

Macrófitos de hojas flotantes: equivalentes a los anfífitos

Macrófitos sumergidos: equivalentes a los limnófitos.

B **Macrófitos flotantes libres:** no enraizados al sustrato.

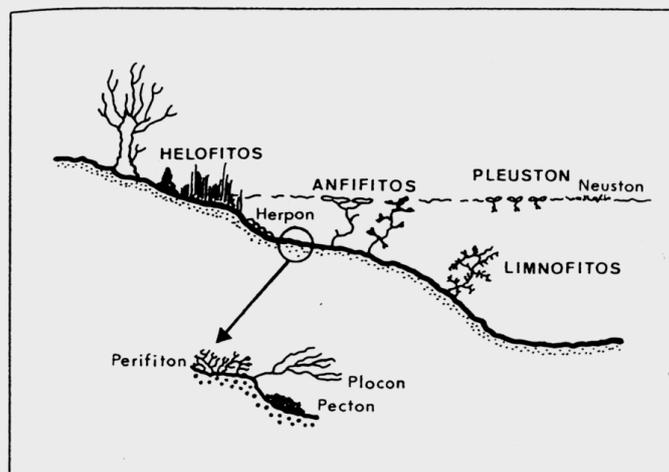


FIGURA 1. Distribución espacial de diferentes algas bentónicas y macrófitos según MARGALEF (1983).

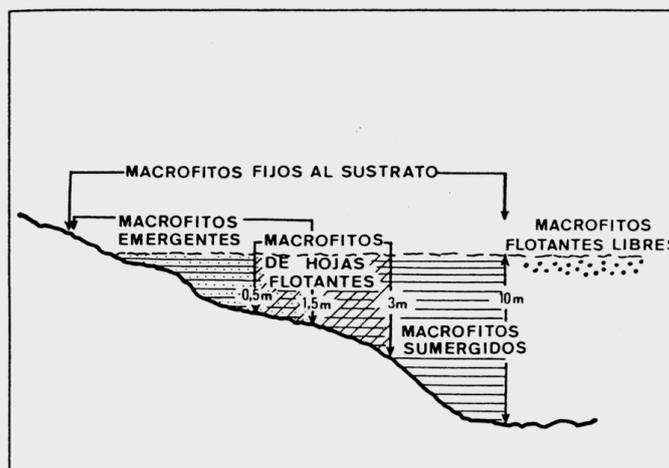


FIGURA 2. Posición esquemática de los macrófitos en un ecosistema acuático, según su forma de fijación.

MÁSTER EN TECNOLOGÍA, ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DEL AGUA (TAYGA)

Curso 2010/2011

PRÁCTICAS DE CAMPO

AVANCES ECOLÓGICOS PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LOS ECOSISTEMAS
ACUÁTICOS CONTINENTALES

TRABAJOS PROPUESTOS

Curso 2010/2011

1. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA Y DEL HÁBITAT EN EL TRAMO DE RÍO SELECCIONADO
2. ESTUDIO DE LOS MACRÓFITOS Y ALGAS Y DE LAS VARIACIONES DIARIAS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGUA DEBIDO A LA ACCIÓN DE LOS PRODUCTORES PRIMARIOS.
3. ESTUDIO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS INVERTEBRADOS ACUÁTICOS DE RÍO EN RELACIÓN CON EL HÁBITAT Y APLICACIÓN DEL ÍNDICE IBMWP.
4. ESTUDIO DEL PAPEL DEL BOSQUE DE RIBERA EN LOS RÍOS (APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE RIBERAS)

1. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA Y DEL HABITAT EN EL TRAMO DE RÍO SELECCIONADO

Los parámetros físico-químicos del agua varían de cabecera a desembocadura de un río, al igual que dentro de un tramo según los distintos hábitats (pozas, zonas de corriente, etc), pero además, la actividad fotosintética de los productores primarios y el metabolismo de los organismos acuáticos modifican continuamente, las condiciones físico-químicas del medio. Los distintos hábitats en un tramo fluvial posibilitan el establecimiento de comunidades vegetales y de macroinvertebrados diferentes, lo cual debe tenerse en cuenta para interpretar las variaciones que se detectan en los parámetros físico-químicos.

Objetivos:

- Medir algunos parámetros físico-químicos en el mayor número de hábitats diferentes posibles (pozas, rápidos y tablas) en el tramo del río a estudiar. Al menos se seleccionarán 3 de cada tipo de hábitats). Se os propone medir el oxígeno disuelto y % de saturación de oxígeno (Anexo I); salinidad y conductividad, pH, T^a del agua, profundidad del agua y velocidad de la corriente.
- Medir las variaciones diarias de distintos parámetros físico-químicos del agua, en dos hábitats diferentes en el tramo de río seleccionado.
- Analizar las diferencias espaciales y diarias en los parámetros físico-químicos medidos entre los distintos tipos de hábitats estudiados.
- Calcular el Índice de Hábitat Fluvial (IHF) (ver Anexo II)

PROCEDIMIENTO

- Según la cartografía realizada durante el recorrido seleccionar los tipos distintos de hábitats a estudiar.
- Diseña el programa de muestreo para cumplir los objetivos del trabajo.
- Diseña una hoja de campo con los datos a recoger.
- Desarrolla el programa de muestreo y analiza los resultados obtenidos.
- Calcula el Índice de Hábitat Fluvial (IHF).

MATERIAL NECESARIO		Lo lleva el alumno
Calzado de agua (botas/sandalias)		Metro rígido
Máquina de fotos		Papel aluminio
Lápiz		Manga de muestreo
Calculadora		"Surber"
Libreta de campo		Botellas "Winkler"
Claves de invertebrados		Probeta
Claves niveles tróficos (Anexo II)		Oxímetro
Rotuladores indelebles		pH-metro
Papel milimetrado/cuadrículado		Salinómetro
Balanza		Correntímetro
Pala de jardín		Agua destilada
Frascos de plástico grandes (incubaciones)		Alcohol
Botes de plástico (macroinvertebrados)		Bateas
Botes pequeños (macroinvertebrados)		Pinzas blandas
Cinta métrica larga e impermeable		GPS
Mangas de deriva		

2. ESTUDIO DE LOS MACROFITOS Y ALGAS Y DE LAS VARIACIONES DIARIAS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGUA DEBIDO A LA ACCIÓN DE LOS PRODUCTORES PRIMARIOS.

Las algas y los macrófitos juegan un papel fundamental en los ecosistemas acuáticos: pueden servir como alimento a los invertebrados acuáticos y proporcionarles zonas de refugio frente a la depredación de otros organismos. Además son los productores primarios básicos de estos ecosistemas. La actividad fotosintética de los productores primarios y el metabolismo de los organismos acuáticos modifican continuamente, las condiciones físico-químicas del medio.

Objetivos:

- Analizar el papel del fitoplancton y/o de los macrófitos en las variaciones diarias de los parámetros físico-químicos del agua del tramo de río estudiado.
- Calcular el índice de macrófitos (IM) (ver Anexo III)

PROCEDIMIENTO

- Diseña una experiencia para cumplir el objetivo. Se os propone incubar "in situ" tres tratamientos diferentes; uno con agua destilada (control), otro con agua del río, y el tercero con agua del río al que se introduce el macrófito. Hacedlo por triplicado (3 réplicas de cada tratamiento).
- Seleccionar los parámetros físico-químicos a medir (se os propone: temperatura, salinidad, conductividad, oxígeno disuelto; % de saturación de oxígeno y pH).
- Elabora el programa de muestreo (tiempo de medida de los parámetros físico-químicos, etc).
- Elabora una hoja de trabajo para apuntar los resultados.
- Desarrolla el programa de muestreo y analiza los resultados obtenidos.
- Calcula el índice de macrófitos (IM)

MATERIAL NECESARIO		Lo lleva el alumno
Calzado de agua (botas/sandalias)		Metro rígido
Máquina de fotos		Papel aluminio
Lápiz		Manga de muestreo
Calculadora		"Surber"
Libreta de campo		Botellas "Winkler"
Claves de invertebrados		Probeta
Claves niveles tróficos (Anexo II)		Oxímetro
Rotuladores indelebles		pH-metro
Papel milimetrado/cuadrulado		Salinómetro
Balanza		Correntímetro
Pala de jardín		Agua destilada
Frascos de plástico grandes (incubaciones)		Alcohol
Botes de plástico (macroinvertebrados)		Bateas
Botes pequeños (macroinvertebrados)		Pinzas blandas
Cinta métrica larga e impermeable		GPS
Mangas de deriva		

3. ESTUDIO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS INVERTEBRADOS ACUÁTICOS DE RÍO EN RELACIÓN CON EL HÁBITAT Y APLICACIÓN DEL ÍNDICE IBMWP.

Los invertebrados acuáticos se distribuyen en el río en función de sus requerimientos de hábitat. Cada hábitat presenta unas condiciones ambientales diferentes en relación con la velocidad de la corriente, la temperatura del agua, la tipología del sustrato, etc.

Los macroinvertebrados acuáticos son sensibles a los cambios de las características físico-químicas o de los hábitats acuáticos, por ello son buenos indicadores de la calidad del agua, que se puede establecer aplicando índices como el IBMWP (ver Anexo IV).

Objetivos:

1. Analizar la composición de los invertebrados acuáticos en relación con los distintos hábitats del tramo de río estudiado.
2. Aplicar el índice IBMWP (ver Anexo IV) para valorar la calidad biológica del tramo

PROCEDIMIENTO

- 1 Tras un recorrido por el río selecciona los distintos tipos hábitats en zonas de corriente, pozas, zonas de tablas, zonas deposicionales.
- 2 Diseña el programa de muestreo para cumplir los objetivos del trabajo.
- 3 Diseña una hoja de campo con los datos a recoger.
- 4 Desarrolla el programa de muestreo y analiza los resultados obtenidos.
- 5 Calcula el índice IBMWP

MATERIAL NECESARIO		Lo lleva el alumno
Calzado de agua (botas/sandalias)		Metro rígido
Máquina de fotos		Papel aluminio
Lápiz		Manga de muestreo
Calculadora		"Surber"
Libreta de campo		Botellas "Winkler"
Claves de invertebrados		Probeta
Claves niveles tróficos (Anexo II)		Oxímetro
Rotuladores indelebles		pH-metro
Papel milimetrado/cuadrado		Salinómetro
Balanza		Correntímetro
Pala de jardín		Agua destilada
Frascos de plástico grandes (incubaciones)		Alcohol
Botes de plástico (macroinvertebrados)		Bateas
Botes pequeños (macroinvertebrados)		Pinzas blandas
Cinta métrica larga e impermeable		GPS
Mangas de deriva		

4. ESTUDIO DEL PAPEL DEL BOSQUE DE RIBERA EN LOS RÍOS (APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE RIBERAS)

El bosque de ribera, además de proporcionar sombra y mantener las condiciones microclimáticas apropiadas para la vida de muchos organismos acuáticos, son la base energética sobre la que se sustentan, sobre todo, los ecosistemas de arroyos de cabecera. La hojarasca es consumida, en parte por los macroinvertebrados acuáticos facilitando la descomposición por parte de los microorganismos.

Objetivos:

1. Analizar la composición de los invertebrados acuáticos que viven en la hojarasca derivada de los bosques de riberas.
2. Aplicar el índice de calidad de las riberas (QBR) (ver Anexo V)

PROCEDIMIENTO

- 1 Tras un recorrido por el río selecciona al menos tres zonas donde haya depósitos de hojarasca procedentes de los bosques de ribera.
- 2 Diseña el programa de muestreo para cumplir los objetivos del trabajo.
- 3 Diseña una hoja de campo con los datos a recoger.
- 4 Desarrolla el programa de muestreo y analiza los resultados obtenidos.
- 5 Calcula el índice de calidad de las riberas (QBR)

MATERIAL NECESARIO	Lo lleva el alumno
Calzado de agua (botas/sandalias)	Metro rígido
Máquina de fotos	Papel aluminio
Lápiz	Manga de muestreo
Calculadora	"Surber"
Libreta de campo	Botellas "Winkler"
Claves de invertebrados	Probeta
Claves niveles tróficos (Anexo II)	Oxímetro
Rotuladores indelebles	pH-metro
Papel milimetrado/cuadrulado	Salinómetro
Balanza	Correntímetro
Pala de jardín	Agua destilada
Frascos de plástico grandes (incubaciones)	Alcohol
Botes de plástico (macroinvertebrados)	Bateas
Botes pequeños (macroinvertebrados)	Pinzas blandas
Cinta métrica larga e impermeable	GPS
Mangas de deriva	

MÁSTER EN TECNOLOGÍA, ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DEL AGUA (TAYGA)

Curso 2010/2011

PRÁCTICAS DE CAMPO

AVANCES ECOLÓGICOS PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LOS ECOSISTEMAS
ACUÁTICOS CONTINENTALES

ANEXOS

ANEXO I. Tabla de Saturación de oxígeno disuelto en el agua en función de la temperatura.

ANEXO II. Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

ANEXO III. Índice de Macroinvertebrados Acuáticos (IBMWP). Hoja de cálculo.

ANEXO IV. Protocolo para la aplicación del Índice de Macrófitos (IM).

ANEXO V. Sobre el cálculo del QBR (Índice de Calidad de la Vegetación de Ribera).

ANEXO I. Tabla de Saturación de oxígeno disuelto en el agua en función de la temperatura.

CONCENTRACIONES DE SATURACIÓN DE OXÍGENO EN AGUA				
Temperatura (°C)	Concentración (ppm)		Temperatura (°C)	Concentración (ppm)
10	11,3		21	9
11	11,1		22	8,8
12	10,8		23	8,7
13	10,6		24	8,5
14	10,4		25	8,4
15	10,2		26	8,2
16	10		27	8,1
17	9,7		28	7,9
18	9,5		29	7,8
19	9,4		30	7,6
20	9,2		31	7,4

ANEXO II. Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

Evaluación del Hábitat Fluvial para Ríos Mediterráneos. Índice IHF			
		Estación	
		Fecha	
		Operador	
Bloques			Puntuación
1. Inclusión rápidos-sedimentación 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
	Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25		6
	Constancia de flujo laminar o rápidos someros. 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 (sumar categorías)			
4. Regímenes de velocidad / profundidad			
<i>somero: < 0,5 m</i> <i>lento: < 0,3 m/s</i>	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero.		10
	Sólo 3 de las 4 categorías		8
	Sólo 2 de las 4		6
	Sólo 1 de las cuatro		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 heterogeneidad			
Hojas caídas	> 10% ó < 75%		4
	< 10% ó > 75%		2
Presencia de troncos y ramas			2
Raíces expuestas			2
Diques naturales			2
TOTAL (sumar categorías)			
7. Cobertura de vegetación acuática			
% Plocon + briófitos	10 - 50%		10
	< 10% ó > 50%		5
% Pecton	10 - 50%		10
	< 10% ó > 50%		5
% Fanerógamas + Charales	10 - 50%		10
	< 10% ó > 50%		5
TOTAL (sumar 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 rápidos - sedimentación pozas		10
	Frecuencia de rápidos		10
	Composición del sustrato		20
	Régimen velocidad / profundidad		10
	Porcentaje de sombra en el cauce		10
	Elementos de heterogeneidad		10
	Cobertura de vegetación acuática		30

ANEXO III. . Índice de Macroinvertebrados Acuáticos (IBMWP). Hoja de cálculo.



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
CONFERENCIACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

HOJA DE CÁLCULO DEL IBMWP

Nº Estación: _____
 Código masa de agua: _____
 Tipo: _____
 UTM: _____

Río: _____
 Localidad: _____
 Fecha/Hora: _____
 Técnico: _____

ARÁCNIDOS	Punt.	EFEMERÓPTEROS	Punt.	ODONATOS	Punt.
<i>Hidracarina</i>	4	<i>Baetidae</i>	4	<i>Aeshnidae</i>	8
COLEÓPTEROS		<i>Caenidae</i>	4	<i>Calopterygidae</i>	8
<i>Chrysomelidae</i>	4	<i>Ephemerellidae</i>	7	<i>Coenagrionidae</i>	6
<i>Clambidae</i>	5	<i>Ephemeridae</i>	10	<i>Cordulegasteridae</i>	8
<i>Curculionidae</i>	4	<i>Heptageniidae</i>	10	<i>Corduliidae</i>	8
<i>Dryopidae</i>	5	<i>Leptophlebiidae</i>	10	<i>Gomphidae</i>	8
<i>Dytiscidae</i>	3	<i>Oligoneuriidae</i>	5	<i>Lestidae</i>	8
<i>Elmidae</i>	5	<i>Polymitarcidae</i>	5	<i>Libellulidae</i>	8
<i>Gyrinidae</i>	3	<i>Potamanthidae</i>	10	<i>Platycnemididae</i>	6
<i>Halplidae</i>	4	<i>Prosoptomatidae</i>	7	OLIGOQUETOS	
<i>Helophoridae</i>	5	<i>Siphonuridae</i>	10	Todos	1
<i>Hydraenidae</i>	5	HETERÓPTEROS		PLECÓPTEROS	
<i>Hydrochidae</i>	5	<i>Aphelocheiridae</i>	10	<i>Capniidae</i>	10
<i>Hydrophilidae</i>	3	<i>Corixidae</i>	3	<i>Chloroperlidae</i>	10
<i>Hygrobiidae</i>	3	<i>Gerridae</i>	3	<i>Leuctridae</i>	10
<i>Noteridae</i>	3	<i>Hydrometridae</i>	3	<i>Nemouridae</i>	7
<i>Psephenidae</i>	3	<i>Mesovellidae</i>	3	<i>Perlidae</i>	10
<i>Scirtidae (=Helodidae)</i>	3	<i>Nauconidae</i>	3	<i>Perlodidae</i>	10
CRUSTÁCEOS		<i>Nepidae</i>	3	<i>Taeniopterygidae</i>	10
<i>Asellidae</i>	3	<i>Notonectidae</i>	3	TRICÓPTEROS	
<i>Astacidae</i>	8	<i>Pleidae</i>	3	<i>Beraeidae</i>	10
<i>Atyidae</i>	6	<i>Veliidae</i>	3	<i>Brachycentridae</i>	10
<i>Corophiidae</i>	6	HIRUDÍNEOS		<i>Calamoceratidae</i>	10
<i>Gammaridae</i>	6	<i>Erpobdellidae</i>	3	<i>Ecnomidae</i>	7
<i>Ostracoda</i>	3	<i>Glossiphoniidae</i>	3	<i>Glossosomatidae</i>	8
<i>Palaemonidae</i>	6	<i>Hirudidae</i>	3	<i>Goeridae</i>	10
DÍPTEROS		<i>Piscicolidae</i>	4	<i>Hydropsychidae</i>	5
<i>Anthomyiidae (*)</i>	4	NEURÓPTEROS		<i>Hydroptilidae</i>	6
<i>Athericidae</i>	10	<i>Sialidae</i>	4	<i>Lepidostomatidae</i>	10
<i>Blephariceridae</i>	10	LEPIDÓPTEROS		<i>Leptoceridae</i>	10
<i>Ceratopogonidae</i>	4	<i>Crambidae (=Pyrilidae)</i>	4	<i>Limnephilidae</i>	7
<i>Chironomidae</i>	2	MOLUSCOS		<i>Molannidae</i>	10
<i>Culicidae</i>	2	<i>Ancytidae</i>	6	<i>Odontoceridae</i>	10
<i>Dixidae</i>	4	<i>Bithyniidae</i>	3	<i>Philopotamidae</i>	8
<i>Dolichopodidae</i>	4	<i>Ferrissidae</i>	6	<i>Phryganeidae</i>	10
<i>Empididae</i>	4	<i>Hydrobiidae</i>	3	<i>Polycentropodidae</i>	7
<i>Ephydriidae</i>	2	<i>Lymnaeidae</i>	3	<i>Psychomyiidae</i>	8
<i>Limoniidae</i>	4	<i>Neritidae</i>	6	<i>Rhyacophilidae</i>	7
<i>Psychodidae</i>	4	<i>Physidae</i>	3	<i>Sericostomatidae</i>	10
<i>Ptychopteridae</i>	4	<i>Planorbidae</i>	3	<i>Uenoidae (=Thremmatidae)</i>	10
<i>Rhagionidae</i>	4	<i>Sphaeriidae</i>	3	TURBELARIOS	
<i>Scatophagidae (*)</i>	4	<i>Thiaridae</i>	6	<i>Dendrocoelidae</i>	5
<i>Sciomyzidae</i>	4	<i>Unionidae</i>	6	<i>Dugesidae</i>	5
<i>Simuliidae</i>	5	<i>Valvatidae</i>	3	<i>Planariidae</i>	5
<i>Stratiomyidae</i>	4	<i>Viviparidae</i>	6		
<i>Syrphidae</i>	1				
<i>Tabanidae</i>	4				
<i>Thaumaleidae</i>	2				
<i>Tipulidae</i>	5				

(*) *Anthomyiidae* y *Scatophagidae* se agrupaban antes como *Muscidae*

PUNTUACIÓN IBMWP (Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega, 1998; Alba-Tercedor, 1998; Alba-Tercedor y Pujante, 2000; Jiménez-Cuellar et al., 2004):

CLASE DE CALIDAD	IBMWP	SIGNIFICADO
I	> 150	Calidad muy buena: Aguas muy limpias (prístinas)
II	101-150	Calidad buena: Aguas no contaminadas o no alteradas de modo sensible
III	61-100	Calidad aceptable: Son evidentes algunos efectos de contaminación
IV	36-60	Calidad dudosa: Aguas contaminadas (sistema alterado)
V	16-35	Calidad crítica: Aguas muy contaminadas (sistema muy alterado)
	< 15	Calidad muy crítica: Aguas fuertemente contaminadas (sistema fuertemente alterado)

ANEXO IV. . Protocolo para la aplicación del Índice de Macrófitos (IM).

Protocolo para la aplicación del Índice de Macrófitos (IM)

	Pasos a seguir	Observaciones
1	<p>Selección del tramo a muestrear</p> <p>Seleccionar un tramo de 100 m de cauce que incluya la mayor variedad de hábitats posible (pozas, rápidos, remansos, charcas marginales)</p>	Es recomendable que el tramo posea diversos tipos de sustrato para recolectar la máxima biodiversidad de macrófitos.
2	<p>Selección de la época de muestreo</p> <p>Primavera es la mejor época del año para encontrar el mayor número de táxones. La lista de táxones presentes en el tramo puede completarse con visitas en verano e invierno.</p>	En primavera es cuando la mayoría de macrófitos y macroalgas crecen y se reproducen. No obstante, conviene muestrear en varias épocas del año.
3	<p>Muestreo del pecton</p> <p>Para extraer las muestras de pecton (talos aplanados, laminares o esféricos) utilizar una navaja. Hay que buscarlas sobre piedras en zonas reófilas; y en las márgenes sobre tallos, troncos y raíces de helófitos.</p>	Las algas incrustantes se pueden recoger y fijar con el sustrato en el que se encuentren.
4	<p>Muestreo del plocon</p> <p>Las algas que constituyen el plocon, se pueden recolectar con la mano o con la misma manga de muestreo de invertebrados. Si están fijadas al sustrato utilizar una navaja.</p>	Las plantas enraizadas y carófitos de zonas más profundas se pueden extraer utilizando una potera (palo o cuerda con ganchos o anzuelos en el extremo).
5	<p>Identificación y cobertura (campo)</p> <p>Anotar la cobertura sobre el lecho del cauce de cada taxón. Un cuentahílos de 12 aumentos puede ayudar en el campo a la identificación. Para la determinación precisa de los especímenes, fijar las muestras necesarias en formol 4% y examinar posteriormente en el laboratorio (lupa y microscopio).</p>	<p>La recolección de material fresco puede ayudar en la observación de caracteres que se degradan con el fijador.</p> <p>Si no se reconoce un taxón en el campo, se recoge y numera (anotando su cobertura en la hoja de campo) para su posterior identificación en el laboratorio.</p>
6	<p>Identificación precisa (laboratorio)</p> <p>Bajo el microscopio, utilizar lugol para detectar la presencia de almidón, azul de metileno para visualizar estructuras parietales y carmín acético para teñir núcleos.</p>	Las algas incrustadas de carbonatos deben ser previamente tratadas con ácido acético o clorhídrico diluidos para eliminar incrustaciones.
7	<p>Cálculo del Índice</p> <p>Para el cálculo del índice, sumar las puntuaciones parciales dentro de cada grupo y obtener la puntuación global de los grupos presentes. Si en el tramo aparecen más de dos táxones incluidos en la misma entrada (línea), puntuarán como uno.</p>	En caso de aparecer más de un taxón por línea, la cobertura será la total ocupada por todos ellos.

Hoja de trabajo para el cálculo del Índice Macrófitos (IM)

ESTACION:		Nº / Código:	
FECHA:		Muestreador	

	Táxones / Grupos Funcionales	Cobertura %			TOTAL
		<5	5-50	>50	
Grupo I	Musgos, Hepáticas	9	10	8	
	Rodofíceas: (p.e. <i>Batrachospermum</i>),	9	10	8	
	Nostoc, Rivulariaceas, Chaetophorales	9	10	8	
GRUPO I					
Grupo II	<i>Ranunculus</i>	6	7	5	
	<i>Potamogeton</i> (excepto <i>P. pectinatus</i>)	6	7	5	
	<i>Zannichellia</i>	6	7	5	
	<i>Ruppia</i>	6	7	5	
	Charales	6	7	5	
	Clorofíceas filamentosas	6	7	5	
GRUPO II					
Grupo III	- <i>Rorippa</i> , <i>Apium</i> , <i>Veronica</i>	3	4	2	
	Xanthophyceas: (<i>Vaucheria</i>)	3	4	2	
	Zygnematales	3	4	2	
	Perifiton (Tapetes pardo-amarillento de diatomeas)	3	4	2	
	Clorofíceas incrustantes (Epiliton)	3	4	2	
GRUPO III					
Grupo IV	-Oscillatoriales	1	2	0	
	- <i>Cladophora</i>	1	2	0	
	<i>Enteromorpha</i>	1	2	0	
	<i>Potamogeton pectinatus</i>	1	2	0	
	<i>Lemna</i>	1	2	0	
GRUPO IV					
TOTAL ÍNDICE					

ANEXO V. Sobre el cálculo del QBR (Índice de Calidad de la Vegetación de Ribera).

	Pasos a seguir	Observaciones
1	<p>Seleccionar el tramo de estudio</p> <p>Se debe escoger un tramo de 100 m de longitud, aguas arriba del punto de muestreo. Hay que considerar toda la anchura potencial del bosque de ribera para calcular el QBR. Se delimitará visualmente la orilla y la ribera (ver Esquema 4) de la zona riparia.</p>	<p>Los puentes y caminos utilizados para acceder a la estación de muestreo no se tendrán en cuenta para la evaluación del índice. Si es posible, el QBR debería ser analizado aguas arriba y debajo de estos accesos. Otros puentes o carreteras (por ejemplo las paralelas al río) sí deben ser considerados.</p> <p>Los tramos de ribera cercanos a la zona de acceso al río suelen estar perturbados y pueden hacer disminuir la puntuación. Si es posible, se deben realizar varios transectos (cada 100-200 m) y evaluar el QBR en un tramo más largo para tener una puntuación más representativa de la zona.</p> <p>El índice no es aplicable en las zonas altas de montaña, donde no existe de manera natural vegetación arbórea.</p>
2	<p>Independencia de los bloques a analizar</p> <p>Los cuatro bloques que constituyen el QBR son totalmente independientes y la puntuación de cada uno de ellos no puede ser negativa ni superior a 25.</p>	
3	<p>Cálculo bloque por bloque</p> <p>En cada bloque se escoge solamente una de las cuatro opciones principales, puntuando 25, 10, 5 ó 0. Solamente se puede escoger una entrada: La que cumpla la condición exigida siempre leyendo de arriba abajo.</p> <p>La puntuación final de cada bloque puede ser modificada por las condiciones expuestas en la parte inferior de cada bloque, tantas veces como se cumpla la condición (sumando o restando).</p>	<p>La puntuación final de cada bloque tendrá un 25 como máximo y un 0 como mínimo.</p> <p>Las condiciones se analizarán considerando ambos márgenes del río como una única unidad.</p>
4	<p>Puntuación final</p> <p>La puntuación final será el resultado de la suma de los cuatro bloques, por tanto variará entre 0 y 100.</p>	

ESQUEMA 4: Riberas de ríos de regiones húmeda y árida.

Orilla. Zona del cauce inundable en crecidas periódicas en un período aproximado de dos años.

Ribera. Zona inundable en crecidas de gran magnitud (períodos de hasta 100 años). Pueden estar incluidas varias terrazas aluviales.

Consideraciones útiles para rellenar la hoja de campo del QBR

	Consideraciones	Observaciones
1	<p>Grado de cobertura riparia</p> <p>Se contabiliza el porcentaje de cobertura de toda la vegetación, exceptuando las plantas de crecimiento anual. Se consideran ambos lados del río de forma conjunta.</p> <p>Hay que tener en cuenta también la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente para sumar o restar puntos.</p>	<p>Interesa puntuar la cobertura del terreno por la vegetación, sin tener en cuenta su estructura vertical, que se evaluará en el apartado 2. En este bloque se destaca el papel de la vegetación como elemento estructurador del ecosistema de ribera.</p> <p>Los caminos sin asfalto de menos de 4 metros de ancho no se consideran como elementos de aislamiento con el ecosistema adyacente.</p>
2	<p>Estructura de la cobertura</p> <p>La puntuación se realiza según el porcentaje de cobertura de árboles y, en ausencia de éstos, arbustos sobre la totalidad de la zona a estudiar. Se considera riberas a ambos márgenes del río.</p> <p>Elementos como la linealidad en los pies de los árboles (síntomas de plantaciones), o las coberturas distribuidas no uniformemente y formando manchas se penalizan, mientras que la presencia de helófitos en la orilla y la interconexión entre árboles y arbustos en la ribera, se potencian.</p>	<p>En este apartado lo que se pretende evaluar es la complejidad de la vegetación que puede ser causa de una mayor biodiversidad animal y vegetal en la zona. Cuando debido a las características geomorfológicas o hidrológicas del tramo, el bosque adyacente ocupa la zona riparia, éste se contabiliza en el apartado de cobertura y estructura (bloques 1 y 2), pero no para evaluar la calidad de la cobertura (bloque 3).</p>
3	<p>Calidad de la cobertura</p> <p>Para rellenar este apartado, antes que nada hay que determinar el tipo geomorfológico con las indicaciones del reverso de la hoja de campo. Después de haber seleccionado el tipo geomorfológico (1 a 3) contaremos el número de especies arbóreas o arbustivas nativas riparias.</p> <p>Los bosques en forma de túnel a lo largo del río aumentan la puntuación, dependiendo del porcentaje de cobertura a lo largo del tramo estudiado.</p> <p>La disposición de las diferentes especies arbóreas en galería, desde la zona más cercana al río hasta el final de la zona de ribera, puntúan aumentando el valor del índice.</p>	<p>Para determinar el tipo geomorfológico hay que utilizar el reverso de la hoja de campo. Así, puntuaremos el margen izquierdo y derecho en función de su desnivel y forma. La puntuación final se obtiene sumando los valores de ambas márgenes y si es necesario, complementando este valor con las restas y las sumas de los apartados inferiores. La presencia de islas en el río resta puntuación, mientras que la presencia de suelo rocoso y duro (lascas) con baja potencialidad para enraizar la vegetación de ribera, la aumentan.</p> <p>El resultado de la operación anterior indica el tipo geomorfológico del canal del tramo a estudiar y se usa para seguir por una u otra columna en el tercer bloque.</p> <p>Las especies introducidas en la zona y naturalizadas, penalizan en esta parte del índice. Existe una lista de las especies introducidas (consideradas no naturales) en el reverso de la hoja de campo.</p>
4	<p>Naturalidad del canal fluvial</p> <p>La modificación de las terrazas adyacentes al río supone la reducción del cauce, el aumento de la pendiente de las márgenes y la pérdida de sinuosidad en el río. Los campos de cultivo cercanos al río y las actividades extractivas producen este efecto. Cuando existan estructuras sólidas, como paredes, muros, etc., los signos de alteración son más evidentes y la puntuación baja.</p>	<p>No se consideran los puentes ni los pasos para cruzar el río que nos permiten acceder a la estación de muestreo.</p>

Los rangos de calidad* según el índice QBR son:

Nivel de calidad	QBR	Color representativo
<i>Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural</i>	≥ 95	Azul
<i>Bosque ligeramente perturbado, calidad buena</i>	75-90	Verde
<i>Inicio de alteración importante, calidad intermedia</i>	55-70	Amarillo
<i>Alteración fuerte, mala calidad</i>	30-50	Naranja
<i>Degradación extrema, calidad pésima</i>	≤ 25	Rojo

Calificación de la zona de ribera de los ecosistemas fluviales. Índice QBR

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.



Estación	
Fecha	

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

Grado de cubierta de la zona de ribera

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	> 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)
10	50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
5	10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
0	< 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
+ 10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total
+ 5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%
- 5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre el 25 y 50%
- 10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%

Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera)

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	cobertura de árboles superior al 75 %
10	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 %
5	cobertura de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 %
0	sin árboles y arbustos por debajo del 10 %
+ 10	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 %
+ 5	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre 25 y 50 %
+ 5	si los árboles tienen un sotobosque arbustivo
- 5	si hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50 %
- 5	si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad
- 10	si hay una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50 %

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

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
25	número de especies de árboles o arbustos autóctonos	> 1	> 2	> 3
10	número de especies de árboles o arbustos autóctonos	1	2	3
5	número de especies de árboles o arbustos autóctonos	-	1	1 - 2
0	sin árboles autóctonos			
+ 10	si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial en más del 75% de la longitud del tramo			
+ 5	si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial entre el 50 y 75% de la longitud del tramo			
+ 5	si las distintas especies se disponen en bandas paralelas al río			
+ 5	si el número de especies de arbustos es:	> 2	> 3	> 4
- 5	si hay estructuras construidas por el hombre			
- 5	si hay alguna sp. de árbol y/o arbusto alóctono** aislada			
- 10	si hay sp. de árboles y/o arbustos alóctonos** formando comunidades			
- 10	si hay vertidos de basuras			

Grado de naturalidad del canal fluvial

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	el canal del río no ha estado modificado
10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
5	signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
0	río canalizado en la totalidad del tramo
- 10	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
- 10	si existe alguna presa <o> U otra infraestructura transversal en el lecho del río

Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)

--	--

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

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

Tipos 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 o orilla inundable periódicamente (avenidas ordinarias)			5	5
Pendiente entre el 45 y 75°, escalado o no. La pendiente se cuenta con el ángulo entre la horizontal y la recta entre la orilla y el último punto de la ribera. $\Sigma a > \Sigma b$			3	3
Pendiente entre el 20 y 45°, escalonado o no. $\Sigma a < \Sigma b$			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 extenso bosque de ribera
entre 5 y 8	Tipo 2	Riberas con una potencialidad intermedia para soportar una zona vegetada, tramos medios de los ríos
< 5	Tipo 3	Riberas extensas, tramos bajos de los ríos, con elevada potencialidad para poseer un bosque extenso

** Especies frecuentes y consideradas alóctonas

Salix babylonica
Nicotiana sp.
Castanea sativa

Arundo donax
Robinia pseudo-acacia
Fruta

Ficus ap.
Ceratonia siliqua

Ailanthus altissima
Platanus x hispanica

- 1) El índice no es aplicable en las zonas más altas de las cuencas en las que no existe de forma natural vegetación arbórea.
- 2) En las zonas áridas y semiáridas y en las ramblas, se entiende que se contemplan los arbustos con porte arbóreo como los árboles que se consideran en esta hoja de campo.
(Para este último caso, ver la aplicación del índice realizado en Murcia y publicado en *Tecnología del Agua*)