

*Els peixos de les conques internes del nord-est de Catalunya*  
(MORENO, R., CAMPOS, M. & FEO, C., ed.), Quaderns, 32, CECB  
Banyoles, 2013, p. 15-29

---

# La connectivitat per als peixos als rius de Catalunya

Marc ORDEIX I RIGO

Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis, Museu del Ter, pg. del Ter, 2, 08560 Manlleu

## Introducció

A Catalunya i a bona part del món, l'activitat humana ha modificat els rius, estanys i aiguamolls i la seva biodiversitat. Com en altres països (Allan & Flecker, 1993), els peixos continentals autòctons de Catalunya s'han vist o es veuen afectats, en un grau o altre, per una combinació de problemes: sobreexplotació de l'aigua –contaminació directa o difusa, captacions excessives, etc.–, sobrepesca, competència amb un nombre creixent d'espècies invasores i mala connectivitat ecològica a causa d'infraestructures hidràuliques diverses, especialment preses i rescloses. L'existència de rius amb una mala connectivitat es considera una de les causes principals del declivi de moltes espècies de peixos de les aigües continentals d'arreu del món.

Els anys 2006-2010, per encàrrec de l'Agència Catalana de l'Aigua i d'acord amb la *Directiva marc de l'aigua* (EC, 2000) i el *Pla sectorial de cabals de manteniment de Catalunya*

(7/2006), des del Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis - Museu del Ter<sup>1</sup> hem estat treballant intensament en l'avaluació de la connectivitat per als peixos als rius de Catalunya. El propòsit era localitzar i caracteritzar els dispositius de pas per a peixos existents als rius de Catalunya i avaluar-ne l'eficàcia. Alhora, es desitjava optimitzar-ne el disseny, construcció, gestió i avaluació d'acord amb els estàndards internacionals.

## Per què migren els peixos?

La connectivitat fluvial és necessària i imprescindible per a la conservació de la pràctica totalitat dels peixos autòctons de Catalunya, que han de poder desplaçar-se amunt i avall de les masses d'aigua continentals i/o entre la mar i els rius i aiguamolls costaners. La inaccessibilitat de les àrees més adients per a la reproducció, per exemple, per existència d'un obstacle com pot ser la presa d'un embassament, els condueix inexorablement a la seva desaparició, com a mínim localment.

Els peixos han de poder fer desplaçaments migratoris més o menys extensos per raons diverses:

1. Per reproduir-se i alimentar-se als ambients adequats per a cada espècie;
2. Per compensar la deriva i recuperar la posició prèvia després de cops de riu o altres alteracions –naturals o antròpiques– retornant aigua amunt;
3. Per dispersar-se en la seva etapa juvenil.

En funció del seu patró de migració, els peixos es classifiquen en potamòdroms, si fan aquests moviments, desplaçaments o migracions únicament a l'interior d'una mateixa conca hidrogràfica, i diàdroms –subdividits en catàdroms, anàdroms, i amfidroms– si es desplacen entre el medi continental i el marí a diferents períodes de la seva vida (fig. 1):

### *Peixos potamòdroms*

Es desplacen riu o riera amunt o cap a les ribes inundades, a mitjana o a poca distància, sobretot per fresar, per reproduir-se, cercant ambients òptims per a la posta i el creixement

---

<sup>1</sup> El Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis és l'àrea ambiental del Museu del Ter, una entitat no lucrativa –en la forma jurídica de fundació privada– que té com a finalitats l'estudi, la difusió i la conservació del patrimoni cultural i natural del riu Ter i, per extensió, dels altres rius mediterranis.

En actiu des de l'any 2001, les activitats principals del Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis són la conservació i la restauració ecològica dels sistemes fluvials –mitjançant la consecució d'acords de custòdia del territori–, l'educació ambiental i la sensibilització ciutadana –dóna formació a milers d'alumnes cada any, des d'educació infantil fins a estudiants universitaris–, i la recerca en rius mediterranis –sobretot associada a l'avaluació de l'estat ecològic, la biodiversitat de rius i estanys (vegetació de ribera, macroinvertebrats aquàtics, peixos, etc.), i a solucions per millorar la connectivitat dels rius per als peixos–. Treballa i col·labora amb institucions diverses essencialment al conjunt de Catalunya, tot i que també participa en algun projecte internacional.

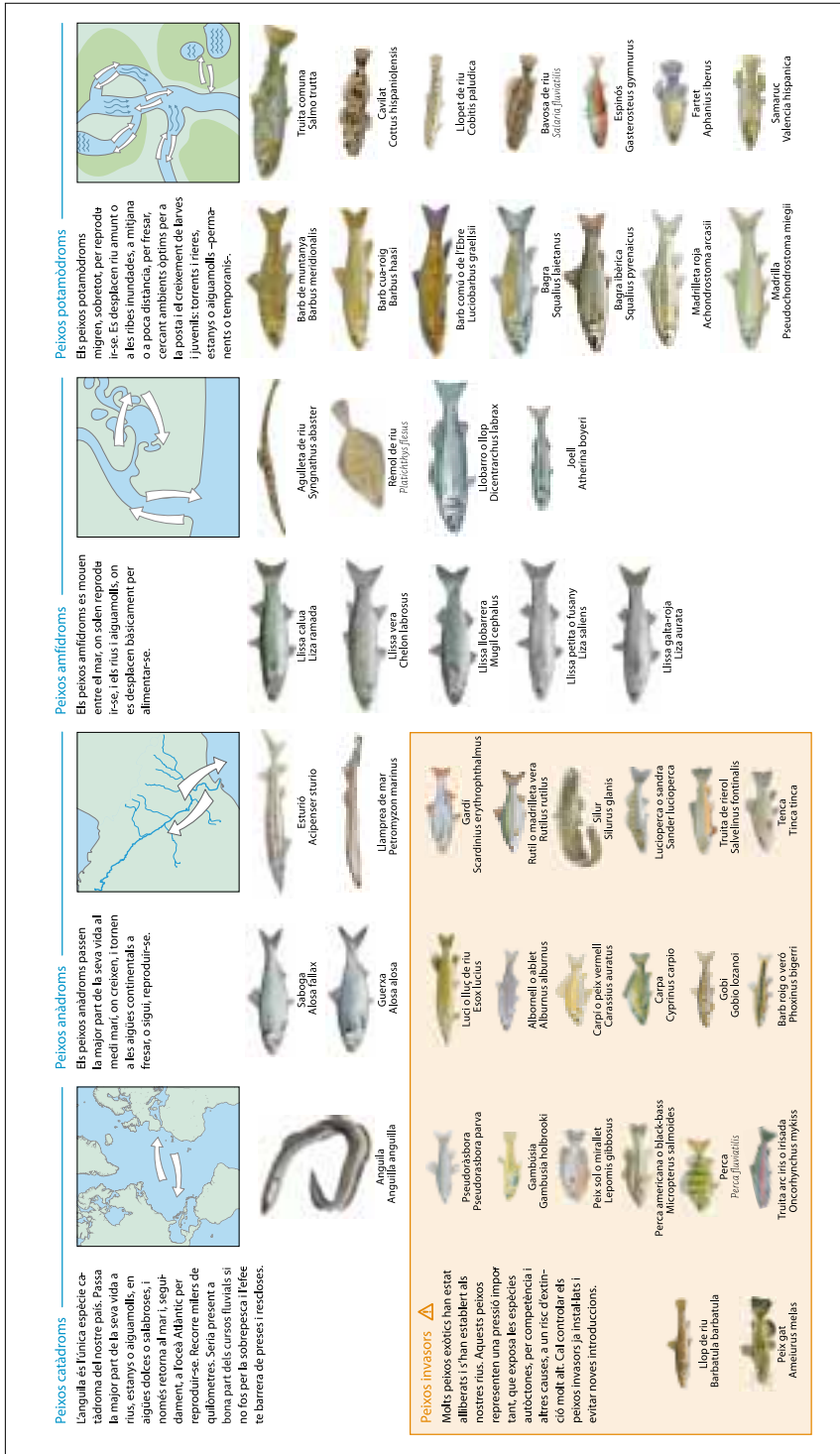


Figura 1 Els peixos de riu, estany i aiguamoll de Catalunya i els seus diversos tipus de migració. Font: p. 2 del desplegable “Peixos de riu, estany i aiguamoll” de l’espai web “Concix el riu”, del Centre d’Estudis dels Rius Mediterranis – Museu del Ter. <[www.mitmanlleu.org/concixriu/descarregues/peixos\\_de\\_riu.pdf](http://www.mitmanlleu.org/concixriu/descarregues/peixos_de_riu.pdf)>.

de larves i juvenils. És el cas dels moviments ascensionals de la truita comuna a la tardor i dels ciprínids a la primavera: els barbs (*Barbus* sp.) i les bagres (*Squalius* sp.), entre moltes altres espècies (un total de 15 per al conjunt de Catalunya).

### ***Peixos catàdroms***

L'anguila (*Anguilla anguilla*) és l'única espècie catàdroma de Catalunya. Passa la major part de la seva vida a rius, estanys o aiguamolls, en aigües dolces o salabroses, i retorna a la mar i travessa l'oceà Atlàntic, fent milers de quilòmetres, per reproduir-se a la mar dels Sargassos. Seria present a bona part de les lleres fluvials, estanys d'interior, llacunes litorals i aiguamolls costaners si no fos per l'efecte barrera de preses i rescloses, a banda d'altres problemes com la sobrepesca d'adults i alevins, que l'han conduït en poques dècades a ser considerada en perill crític d'extinció.

### ***Peixos anàdroms***

Es reproduïxen, fresen, a les aigües continentals, però passen bona part de la seva vida al medi marí, on acaben de créixer. És el cas de l'esturió, la saboga (*Alosa fallax*), la guerxa (*Alosa alosa*), la llampresa de mar (*Petromizon marinus*), el gòbit de sorra o burret (*Pomatoschistus microps*), l'agulleta de riu (*Syngnathus abaster*) i el joell o peix de vidre (*Atherina boyeri*).

### ***Peixos amfídroms***

Es mouen entre la mar, on es reproduïxen, i els rius, estuaris i aiguamolls, on es desplacen habitualment o esporàdica per a alimentar-se, aparentment indiferents als canvis de salinitat (eurihalins). És el cas dels mugílids, llisses o llisseres, el llobarro o llop (*Dicentrarchus labrax*) i el rèmol de riu o plana (*Platichthys flesus*).

La capacitat dels peixos de migrar i superar obstacles depèn de l'espècie, edat, tipus, condició física i altres factors com la salut, l'alimentació, la condició reproductiva i el cansament acumulat, però també de factors externs com la temperatura de l'aigua i la velocitat, el cicle lunar i l'estació de l'any (Reiser & Peacock, 1985; Larinier *et alii*, 1994; Lucas & Baras, 2001; Marmulla & Welcomme, 2002).

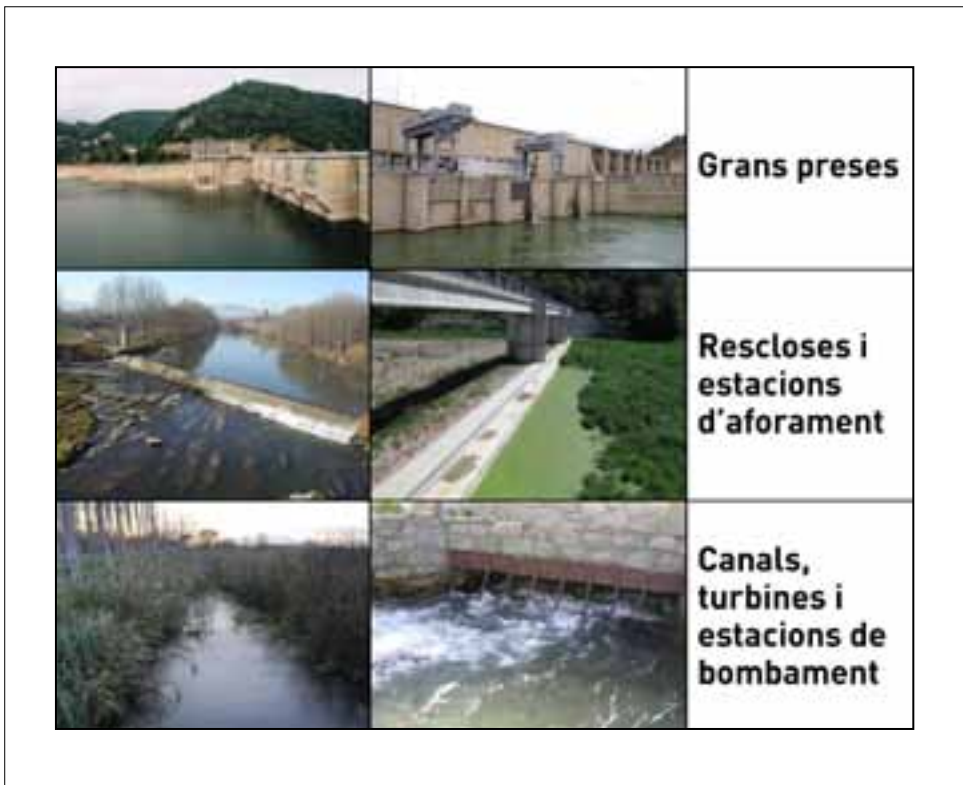
## **Què entenem per connectivitat fluvial?**

La connectivitat és una propietat dels sistemes naturals referent a la possibilitat de transport i/o circulació de diversos elements (substàncies químiques, partícules i éssers vius) entre diverses parts del mateix sistema o cap a sistemes veïns. És imprescindible que es mantingui en l'espai i el temps.

Es considera que un obstacle posseeix una connectivitat molt bona –que sigui permeable– si duu incorporada una solució o un dispositiu de pas per a peixos que permeti que el 95% de totes les espècies i individus puguin transitar a través seu, tant riu amunt com riu avall, i que operi correctament en el 95% dels cabals coneguts per a cada localitat (Mallen-Cooper, 1993; Thorncraft & Harris, 2000).

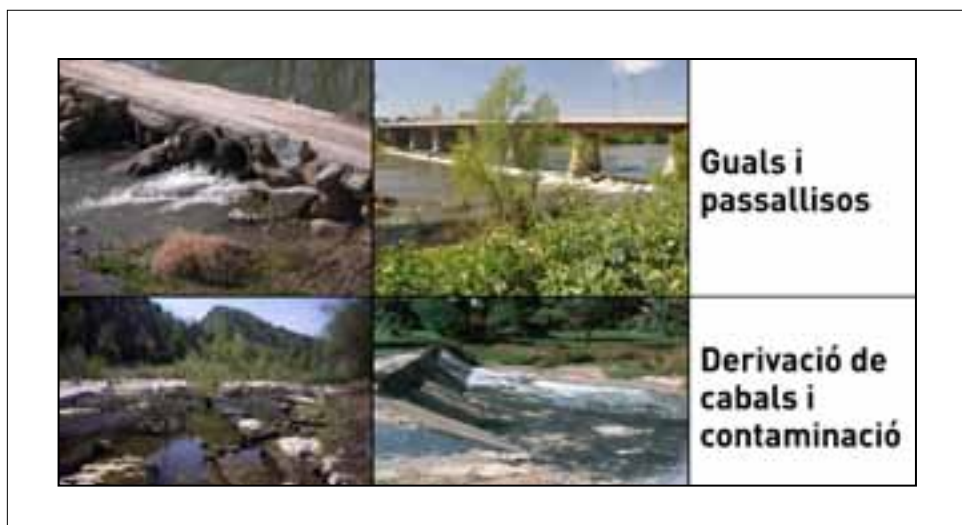
## Obstacles a les migracions dels peixos

Pràcticament no queden rius a Europa sense preses ni rescloses, que han modificat el recorregut i els hàbitats naturals dels peixos –sobretot, les característiques de les seves àrees de fresa i la seva accessibilitat– (fig. 2). La majoria de peixos són molt sensibles a aquestes alteracions; molts ja no poden fer migracions de llarga distància per completar el seu cicle de vida. Per això el nombre d'espècies amenaçades és tan elevat a Europa, sobretot les que es reproduïxen necessàriament a les aigües continentals però passen part de la seva vida al medi marí (anàdromes), on acaben de créixer (Freyhof & Brooks, 2011).



◆ Figura 2

Exemples d'obstacles a la connectivitat per als peixos (fotografies de Marc Ordeix-CERM).



☉ Figura 2 (continuació)

Exemples d'obstacles a la connectivitat per als peixos (fotografies de Marc Ordeix-CERM).

Les preses suposen un obstacle per a la migració dels peixos; per això els grans migradors, com l'anguila, la saboga (*Alosa fallax*) i l'esturió (*Acipenser sturio*), han desaparegut de la pràctica totalitat de trams de riu aigua amunt de les preses. En detriment de les diverses, i valuosíssimes, espècies autòctones pròpies d'aigües corrents, la transformació del riu en una sèrie de basses plenes de sediment i d'aigües més aviat encalmades també ha beneficiat espècies foranes de peixos, com la carpa (*Cyprinus carpio*), el peix gat (*Ictalurus melas*), la madrilleta vera o rutil (*Rutilus rutilus*) i l'albornell o aplet (*Alburnus alburnus*).

Aquestes infraestructures i altres obstacles a la connectivitat per als peixos, com la manca d'aigua circulant o la contaminació, creen un conflicte entre l'ús de l'aigua i el manteniment d'unes condicions naturals mínimes. Per això, avui dia es considera imprescindible condicionar-les en la mesura que sigui possible per mantenir-hi aquesta funció i, alhora, per assolir un bon estat ecològic del medi aquàtic.

## Solucions per facilitar les migracions dels peixos

La recuperació de la connectivitat fluvial amb el propòsit de restaurar-hi els diversos components afectats per un obstacle concret (aigua, substàncies químiques, sediments i biota) i les seves dinàmiques naturals es pot aconseguir per mitjà de l'enderrocament total o parcial d'aquest obstacle (Marmulla & Welcomme, 2002; Armstrong *et alii*, 2004; Gough *et alii*, 2012). Si les infraestructures transversals han deixat de tenir ús o bé si la seva concessió administrativa s'ha extingit, existeix la possibilitat d'eliminar-les.

Malgrat tot, la restauració de la connectivitat és difícil d'aplicar si l'obstacle en qüestió té algun ús socioeconòmicament important: un valor patrimonial històric o cultural, la generació d'energia hidroelèctrica o la captació d'aigua per a abastament, per exemple. Llavors la millora de la connectivitat fluvial pot consistir en un enderrocament parcial o, més habitualment, en la instal·lació d'algun tipus de solució de rehabilitació, de dispositius de pas per a peixos, a fi de facilitar els desplaçaments de la fauna riu amunt i, també, riu avall.

Hi ha molts tipus de solucions per millorar la connectivitat per als peixos a rius i zones humides d'acord amb els estàndards internacionals (Larinier *et alii*, 1994; Thorncraft & Harris, 2000; Larinier, 2001; Marmulla & Welcomme, 2002; Armstrong *et alii*, 2004; Gough *et alii*, 2012). Les solucions de restauració consisteixen a portar a terme actuacions o accions que impliquin un retorn total a un estat de connectivitat per als peixos i a una qualitat de l'hàbitat aquàtic originàries o pristines. Les solucions de rehabilitació es basen en actuacions o accions per restaurar-hi bona part de la connectivitat, però sense assolir-hi la restauració completa de la qualitat de l'hàbitat. Així, les solucions es poden subdividir en dos grans grups: solucions de restauració i solucions de rehabilitació.

**a) Solucions de restauració:** l'eliminació total o parcial de l'obstacle, amb el propòsit d'assolir una connectivitat fluvial molt bona. Sobretot en els casos d'extinció de les concessions de captació o derivació d'aigua, consisteixen a enretirar aquestes instal·lacions del riu, sempre d'acord amb valoracions culturals, arquitectòniques, històriques i paisatgístiques del conjunt del patrimoni aquàtic i de la necessitat del seu ús. La restauració es considera la possibilitat més idònia des del punt de vista ambiental perquè permet la recuperació completa de la continuïtat, pel fet que també implica, per exemple, l'alliberament del transport de sediments.

**b) Solucions de rehabilitació:** basades en la instal·lació de diversos tipus de dispositius de pas per a peixos, sistemes de protecció per als peixos contra la seva entrada a turbines o canals de derivació –sobretot en la seva migració riu avall– i/o diverses solucions de gestió.

- *Els dispositius de pas propers a la natura* són les rampes de fons, les rampes per a peixos i els rius o canals laterals. Si l'enderrocament o l'eliminació d'un obstacle no és viable, l'opció següent hauria de ser, doncs, la instal·lació d'algun dispositiu de pas proper a la natura, de poc pendent (1:20 – 1:30), que dugui incorporats diversos tipus de blocs i còdols que imitin la superfície de la llera del riu i creïn diverses àrees amb velocitats de l'aigua diferents per al descans dels peixos migradors. Es poden emplaçar a les ribes dels rius (els rius o canals laterals) i també al llit del riu, ocupant tota la seva amplada (rampes de fons) o només una part (rampes per a peixos). Faciliten tant el desplaçament dels peixos riu amunt com riu avall. Generalment són els més eficaços per recuperar la connectivitat fluvial.

- *Els dispositius de pas tècnics d'espectre ampli* són els safareigs successius, amb salts, sense salts o amb esclatxes laterals, i també els deflectors i els alentidors. Si no és possible establir

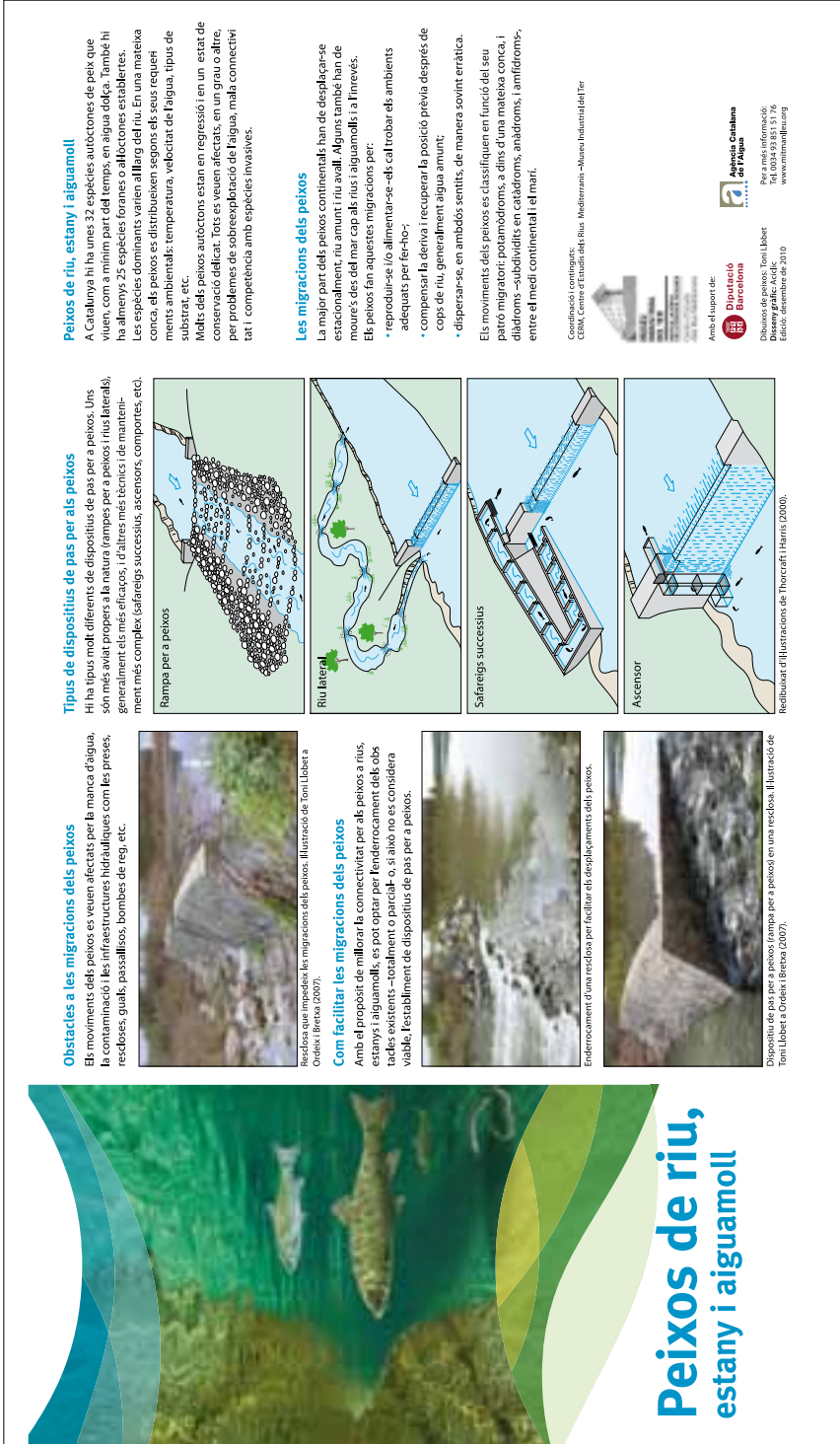
dispositius propers a la natura, per exemple, per manca d'espai suficient, es pot optar per uns safareigs successius amb esletxes laterals –que permeten admetre correctament una certa variabilitat de cabals– i orificis inferiors, amb el mínim pendent possible. Les basses dels safareigs successius poden estar separades per parets transversals amb orificis centrals o laterals que permetin el pas sense saltar, o fins i tot poden tenir orificis submergits pels quals puguin passar els peixos bentònics, generalment reptants o nedadors modestos. Els deflectors i els alentidors disposen d'uns elements físics que redueixen notablement la velocitat de l'aigua al seu interior i així faciliten el trànsit d'espècies amb una certa capacitat natatòria. Aquest grup de dispositius de pas per a peixos té un manteniment sempre més complex (per exemple, quant a l'extracció regular de sediments que es poden anar dipositant a les cubetes) que no pas els dispositius de pas propers a la natura.

- *Els dispositius de pas tècnics mecanitzats o molt específics* són els ascensors, sifons i bombes per a peixos, algunes comportes i les rampes per a anguiles, tots ells pensats sobretot per a una o poques espècies. Com a cas extrem, i fonamentalment només per a alguns grans embassaments –tot i que hi ha altres possibles dispositius tècnics d'espectre ampli prou òptims–, es pot plantejar d'emprar un ascensor per a peixos, un sistema molt complex que no refà pròpiament la connectivitat del riu, però que, si es gestiona correctament i se'n fa un manteniment constant, pot facilitar el pas amb èxit d'individus de la pràctica totalitat d'espècies presents.

- *Els sistemes de protecció dels peixos en la seva migració riu avall* serveixen per evitar-los l'entrada a canals, turbines hidroelèctriques i sistemes de bombament, en combinació amb un canal de desviació, una barrera física i una gestió alternativa de les turbines –que, per exemple, es poden aturar en alguns períodes migratoris–. Es tracta de diversos mecanismes que creen barreres mecàniques (per exemple, un tamís de sòlids fins d'acer inoxidable d'uns 5 mm de llum que no deixi passar els alevins, com els existents a les rescloses del Roine (Marmulla i Welcome, 2002) o d'altres a Alemanya (Kroes *et alii*, 2006), o altres tipus de tamisos inclinats, com els dels rius Columbia i Snake, als EUA); barreres llumíniques (per exemple, llums estroboscòpics, flaixos intermitents); elèctriques; acústiques (que fan servir uns transductors subaquàtics que produeixen un camp sonor que bloca els peixos, aprofitant la seva capacitat auditiva, que es mou en un rang de 20-500 Hz) o bioacústiques (combinant la producció de sons amb la generació de cortines de bombolles d'aire). També poden anar associats a canals de desviació riu avall en grans preses (com els de la presa de Bonneville, riu Columbia, a Oregon, als EUA).

- *Els sistemes de gestió* consisteixen en la implementació de règims de cabals ambientals i tota una sèrie d'accions i/o bones pràctiques dutes a terme en el sistema de funcionament de les comportes de reg, en la regulació o protecció de la inundabilitat o en la intrusió marina en estanys, llacunes litorals o encluses de navegació fluvial, amb el propòsit de fer-ne una gestió sostenible i respectuosa amb els desplaçaments dels peixos (fig. 3). Per exemple, una comporta situada en un torrent d'alta muntanya, que serveixi sobretot per al reg estival però





● Figura 3

Obstacles a les migracions i alguns tipus de dispositius de pas per a peixos. Font: pàg. 1 del desplegable “Peixos de riu, estany i aiguamoll” de l’espai web “Conex el riu”, del Centre d’Estudis dels Rius Mediterranis – Museu del Ter . <[www.mitmanlleu.org/conexelriu/descarregues/peixos\\_de\\_riu.pdf](http://www.mitmanlleu.org/conexelriu/descarregues/peixos_de_riu.pdf)>.

que es mantingui oberta la resta de l'any, sobretot durant el període de pujada i fresa dels salmònids, a la tardor. Un altre exemple seria el d'una comporta situada en un estuari o estany litoral per controlar-hi la intrusió marina, però que es pugui obrir a finals d'hivern, quan entren les angules i també els mugílids de la mar cap a les aigües continentals. També pot ser una enclusa per a la navegació, que ajusti els temps de càrrega i descàrrega de l'aigua no tan sols en relació amb el pas dels vaixells, sinó també als possibles peixos migrants (com ja es fa a diverses rescloses del Roine, a l'Estat francès, per afavorir-hi el trasllat de la saboga), i que es mantingui amb una certa activitat fins i tot en absència de vaixells. Finalment, també destaca la possibilitat d'aturar les turbines durant els períodes de migració màxima de peixos riu avall (com ja es fa per afavorir la supervivència de l'anguila al riu Maas o Meuse, a Holanda).

La instal·lació d'un dispositiu de pas per a peixos en un obstacle no garanteix necessàriament un restabliment efectiu de la connectivitat fluvial. La seva funcionalitat depèn de la seva idoneïtat per a la fauna pròpia de cada tram i del tipus de riu on estigui emplaçat, dels criteris constructius del dispositiu de pas, del seu manteniment i de la seva gestió. Les solucions de pas per a peixos han de ser emprades eficaçment per tots els grups de peixos autòctons presents potencialment a cada secció de riu. Això implica la necessitat d'incloure en els paràmetres de disseny els referents a grups d'espècies amb diverses capacitats natatòries i de salt i, alhora, tant aquells peixos associats a interessos comercials o esportius com els que, simplement, posseeixen algun tipus de valor de conservació.

## Avaluació de la connectivitat per als peixos

Amb aquesta finalitat, en el cas de Catalunya –tot i que és adaptable a altres regions geogràfiques–, s'ha proposat una mètrica, l'Índex de Connectivitat Fluvial (ICF, ACA, 2006; Solà *et alii*, 2011), que valora genèricament la connectivitat per als peixos. Aquest índex ICF es pot complementar amb diversos sistemes d'avaluació *in situ* de dispositius de pas per a peixos, basats en l'estimació de la taxa de franqueig de cada espècie present.

Tanmateix, la manera més fiable per comprovar l'eficàcia d'un dispositiu de pas per a



● Figura 4

Paranys parats a l'extrem superior dels dispositius de pas per a peixos del riu Ter a Camprodon, el Ripollès (a dalt) i Torroella de Montgrí, el Baix Empordà (a baix), per a avaluar-ne l'eficàcia l'any 2005 (fotografies de Marc Ordeix-CERM).



☉ Figura 5

Emplaçament de dues antenes rectangulars instal·lades en sèrie i del conjunt de l'equip de detecció en continu de marques PIT (o PIT tags), a l'entrada aigua avall i a la sortida aigua amunt del dispositiu de pas per a peixos de l'estació d'aforament 009 de l'Agència Catalana de l'Aigua a la Llémna, a Ginestar de Llémna (Sant Gregori, el Gironès), i buidatge de dades del data logger de l'antena superior el novembre de 2010 (fotografies de Marc Ordeix-CERM).

peixos és l'estimació directa o indirecta de la taxa de franqueig de cada espècie, entesa com la quantitat de peixos per unitat de temps que aconsegueixen superar-lo (fig. 4 i 5). Els recomptes visuals, els comptadors automàtics, la telemetria o la captura mitjançant paranys dels peixos que aconsegueixen pujar pel dispositiu de pas són tècniques que permeten obtenir estimacions directes de la taxa de franqueig per espècie. En canvi, el marcatge massiu o individualitzat d'exemplars (amb les seves diverses variants) aporta estimacions indirectes de la taxa de franqueig. Finalment, la comparació de l'estructura del poblament a banda i banda de l'obstacle permet avaluar-ne globalment l'efecte barrera, i també l'alteració dels hàbitats fluvials a una banda i l'altra.

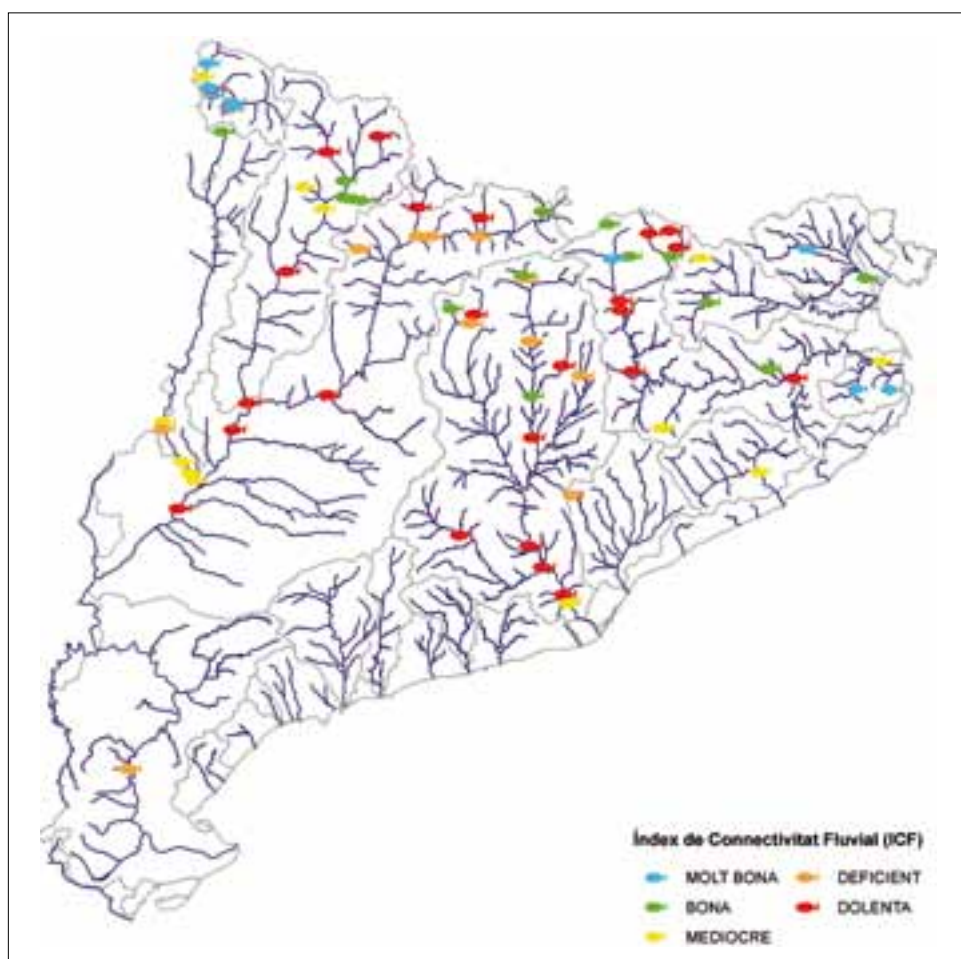
### Dispositius de pas per a peixos existents a Catalunya l'any 2010

L'any 2010, l'Agència Catalana de l'Aigua tenia identificats un total de 886 obstacles al conjunt dels rius de Catalunya. Aquest estudi hi va permetre localitzar i avaluar 94 dispositius de pas per a peixos a diverses preses, rescloses i estacions d'aforament (Ordeix *et alii*, 2011), o sigui, en un 10,6% dels obstacles principals. De totes maneres, els dispositius de pas per a peixos veritablement útils, classificats amb una connectivitat bona o molt bona,

no arriben a la meitat (el 38,3 % del total).

La majoria dels dispositius de pas per a peixos dels rius de Catalunya estan basats en solucions molt tècniques, com els safareigs successius, i estan sobretot repartits per les àrees pirinenques, en relació amb l'interès per conservar-hi la truita comuna.

Al nord-est de Catalunya, concretament a les comarques gironines, hi ha un total de 23 dispositius de pas per a peixos; la meitat (10) corresponen al Ripollès (fig 6).



◆ Figura 6

Localització dels dispositius de pas per a peixos existents als rius de Catalunya la primera meitat de l'any 2010 (Ordeix *et alii*, 2011) i resultats de l'Índex de Connectivitat Fluvial (ICF; Solà *et alii*, 2011) de cadascun. Bases cartogràfiques de l'Institut Cartogràfic de Catalunya i l'Agència Catalana de l'Aigua (2006).

L'anàlisi detallada de l'eficàcia de diversos dispositius de pas per a peixos de diferents conques catalanes indica que són generalment inadequats o insuficients per al conjunt de les espècies pròpies de cada massa d'aigua, les taxes de pas –amb algunes excepcions– són bastant baixes i, la majoria de les vegades, només les espècies amb gran capacitat de superar obstacles o els individus més grossos, per exemple les femelles de ciprínids, aconseguen migrar.

Aquesta situació és força equivalent, per exemple, a la d'Austràlia l'any 1985, quan només disposava de 44 dispositius de pas per a peixos per al miler d'obstacles present a tot el país, la majoria dels quals estaven mal mantinguts i amb impossibilitats generalitzades per a la pràctica totalitat d'espècies de peixos autòctons (Thorncraft & Harris, 2000). El mateix succeïa a d'altres països europeus, com l'Estat francès (Larinier, 2001), el Regne Unit (Armstrong *et alii*, 2004) i Holanda (Kroes *et alii*, 2006) fins a la dècada de 1990.

### **Propostes per millorar la connectivitat per als peixos a Catalunya**

Resumidament, si els salts dels dispositius de pas per a peixos fan com a màxim 0,1 metres i les velocitats de l'aigua són habitualment inferiors als  $0,5 \text{ m s}^{-1}$ , s'assoleixen les condicions apropiades perquè la majoria dels peixos presents potencialment als rius d'aquest país puguin migrar correctament.

Així mateix, cal tenir en compte altres condicionants, com el fet que l'entrada riu avall ha de ser tan a prop de l'obstacle com sigui possible, l'amplada dels dispositius de pas per a peixos ha de ser superior a una desena part de l'amplada total del riu i el cabal que hi transcorri, igual o superior al cabal ambiental definit per a cada sector de riu (Larinier, 2002a; Larinier, 2002b; Larinier, 2002c; Larinier *et alii*, 1994; Marmulla i Welcomme, 2002; Armstrong *et alii*, 2004; Gough *et alii*, 2012).

Coincidint amb altres estudis (Marmulla & Welcomme, 2002), doncs, un programa de restauració de la connectivitat hauria de considerar com a opció preferent l'eliminació dels obstacles o, si així es considera necessari, la construcció de dispositius de pas per a peixos de sistemes propers a la natura: rampes de fons, rampes per a peixos i rius o canals laterals. Són els que proporcionen les condicions més òptimes per a un rang més ampli d'espècies, individus i cabals. I el seu manteniment és el més senzill. Excepcionalment, es poden establir determinats dispositius tècnics d'espectre ampli, que comporten un rang de condicions menys òptimes i més inversió en manteniment, concretament dispositius de pas per a peixos del tipus safareigs successius amb salts baixos i, si es tracta de la variant amb esclatxes laterals, amb velocitats de l'aigua no gaire elevades. I plantejar també el seu establiment als grans embassaments.

A Catalunya, els moviments més importants dels peixos estan associats als períodes particulars de fresa de cada espècie i/o als dies posteriors a cops de riu moderats o forts, com ja indiquen estudis diversos d'altres països (Reiser & Peacock, 1985; Larinier *et alii*, 1994;

Lucas & Baras, 2001; Marmulla & Welcomme, 2002). Això corrobora que l'avaluació dels dispositius de pas s'ha de fer preferentment als períodes de major activitat migratòria de cadascuna de les espècies de peix potencialment presents: a començament de primavera per a les espècies de la família dels mugílids; a mitjans de primavera per als ciprínids (barbs, bagres, madrilles, etc.), i a la tardor per als salmònids, la truita comuna.

Cal indicar, però, que els requeriments de la majoria d'espècies i els seus patrons de mobilitat encara es coneixen poc, aquí i a la majoria de països (Jungwirth *et alii*, 1998; Marmulla & Welcomme, 2002; Kroes *et alii*, 2006). Per tant, és necessari continuar fent recerca bàsica en relació amb la majoria de les espècies autòctones.

En aquest sentit, doncs, i vist el nombre de variables que hi intervenen, qualsevol solució per al pas de peixos s'hauria d'establir cercant la seva eficàcia màxima i preferentment amb la participació d'experts en peixos i connectivitat fluvial durant els processos de disseny i construcció. També es considera imprescindible avaluar l'eficàcia *in situ* de qualsevol solució de pas per a peixos adoptada. Per això cal preveure i programar ja *a priori*, en la fase de projecte, elements –com són unes guies per poder afermar els paranys aigua amunt del dispositiu de pas– que permetin fer un mínim seguiment de l'eficàcia de cada nou dispositiu o nova solució de pas per a peixos, seguint protocols adequats i a les èpoques de major mobilitat de les espècies més limitants, a fi i efecte de validar el seu funcionament correcte i, eventualment, proposar-hi mesures correctores.

A les parts baixes dels rius, on hi ha una gran riquesa d'espècies migratòries, algunes amb un valor comercial important i, en general, també amb un gran valor de conservació, seria apropiat adaptar grans paranys permanents als dispositius de pas per a peixos a fi de monitoritzar-ne correctament el trànsit, com ja es fa a moltes àrees i països europeus on hi ha pesqueres importants de salmó i anguila: per exemple, a Astúries, Euskadi, l'Estat francès, els Països Baixos i la Gran Bretanya (Reddin *et alii*, 1992; Eatherley *et alii*, 2005; Kroes *et alii*, 2006). Aquests paranys s'acostumen a complementar amb dispositius de comptatge automàtic basats en la resistivitat elèctrica, feixos de llum infraroja i/o un sistema addicional de vídeo (DUNKLEY *et alii*, 1982; Thorley *et alii*, 2005; DEFRA, 2010).

## BIBLIOGRAFIA

- AGÈNCIA CATALANA DE L'AIGUA (2006); *HIDRI. Protocol d'avaluació de la qualitat hidromorfològica dels rius*, Departament de Medi Ambient i Habitatge, Generalitat de Catalunya, Barcelona. També disponible en línia a: <<http://aca-web.gencat.cat/aca>>.
- ALLAN, J.D. & FLECKER, A.S. (1993); «Biodiversity conservation in running waters», *BioScience*, 43, p. 32-43.
- AMSTRONG, G.S., APHRAHAMIAN, M.W., FEWINGS, G.A., GOUGH, P.J., READER, N.A. & VARALLO, P.V. (2004); *Environment Agency Fish Pass Manual: Guidance Notes on the Legislation, Selection and Approval of Fish Passes in England and Wales*, Environment Agency, Wales.
- DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS (DEFRA) (2010); *Eel Management plans for the United Kingdom North West River Basin District*, UK Government, London. També disponible en línia a: <<http://ww2.defra.gov.uk/>>.
- DUNKLEY, D.A. & SHEARER, W.M. (1982); «An assessment of the performance of a resistivity fish counter», *Journal of Fish Biology*, 20, p. 717-737.
- EARTHERLEY, D. M. R., THORLEY, J. L., STEPHEN, A. B., SIMPSON, I., MACLEAN, J. C. & YOUNGSON, A. F. (2005); *Trends in Atlantic salmon: the role of automatic fish counter data in their recording*, Scottish Natural Heritage, Commissioned Report No. 100, (ROAME No. F01NB02).
- FREYHOF, J. & BROOKS, E. (2011); *European Red List of Freshwater Fishes*, Publications Office of the European Union, Luxemburg.
- GOUGH, P., PHILIPSEN, P., SCHOLLEMA, P.P., & WANNINGEN, H. (2012); *From sea to source, International guidance for the restoration of fish migration highways*, Veendam. També disponible en línia a: <<http://www.fromseatosource.com>>.
- JUNGWIRTH, M., SCHMUTZ, S. & WEISS, S. (ed.) (1998); *Fish migration and Fish Bypasses*, Fishing News Books, Blackwell Science Ltd., Cambridge.
- KROES, M.J., GOUGH, P., WANNINGEN, H., SCHOLLEMA, P.P., ORDEIX, M. & VESELÝ, D. (2006); *From sea to source. Practical guidance for the restoration of fish migration in European Rivers*, Projecte Interreg IIIC "Community Rivers", Hunze en Aa's Water Board, Gröningen. També disponible en línia a: <<http://www.hunzeenaas.nl/binaries/website/documenten/vismigratie/guidance-from-sea-to-source.pdf>>.
- LARINIER, M. (2001); «Environmental issues, dams and fish migration», *Dams, fish and fisheries. Opportunities, challenges and conflict resolution*, (MARMULLA, G., ed.), Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Roma, p. 45-89.
- (2002a); «Fish passages through culverts, rock weirs and estuarine obstructions», *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture*, p. 119-134.
- (2002b); «Location of fishways», *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture*, p. 39-53.
- (2002c); «Pool fishways, pre-barrages and natural bypass channels», *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture*, p. 54-82.
- LARINIER, M., PORCHER, J.P., TRAVADE, F. & GOSSET, C. (1994); *Passes à poissons. Expertise et conception des ouvrages de franchissement*, Collection Mise au point, Conseil Supérieur de la Pêche, Paris.

- LUCAS, M.C. & BARAS, E. (2001); *Migration of Freshwater Fishes*, Blackwell Science, Oxford.
- MALLEN-COOPER, M. (1993); *Proceedings of the workshop on fish passage in Australia*, Fisheries Research Institute, Cornulla, Austràlia.
- MARMULLA, G. & WELCOME, R. (ed.) (2002); *Fish passes. Design, dimensions and monitoring*, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) & Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturvau (DVWK), Roma.
- ORDEIX, M., POU-ROVIRA, Q., SELLARÈS, N., BARDINA, M., CASAMITJANA, A., SOLÀ, C. & MUNNÉ, A. (2011); «Fish pass assessment in the rivers of Catalonia (NE Iberian Peninsula). A case study of weirs associated with hydropower plants and gauging stations», *Limnetica*, 30 (2), p. 405-426.
- REDDIN, D.G., O'CONNELL, M.F. & DUNKLEY, D.A. (1992); «Assessment of an automated fish counter in a Canadian river», *Aquaculture Research*, 23, p. 113-121.
- REISER, D.W. & PEACOCK, R.T. (1985); «A technique for assessing upstream fish passage problems at small-scale hydropower developments», *Symposium on small hydropower and fisheries*, American Fisheries Society, Western Division, Bethesda, Maryland, p. 423-432.
- SOLÀ, C., ORDEIX, M., POU-ROVIRA, Q., SELLARÈS, N., QUERALT, A., BARDINA, M., CASAMITJANA, A. & MUNNÉ, A. (2011); «The longitudinal connectivity within the hydromorphological quality assessment of rivers. The ICF index and its application to Catalan rivers», *Limnetica*, 30 (2), p. 273-292.
- THORLEY, J.L., EATHERLEY, D.M.R., STEPHEN, A.B., SIMPSON, I., MACLEAN, J.C. & YOUNGSON, A.F. (2005); «Congruence between automatic fish counter data and rod catches of Atlantic salmon (*Salmo salar*)», *Scottish Rivers Journal of Marine Science*, 62, p. 809-817.
- THORNCRAFT, G. & HARRIS, J.H. (2000); *Fish passage and fishways in new south wales: a status report*, Office of Conservation NSW Fisheries, Cooperative Research Centre for Freshwater Ecology.