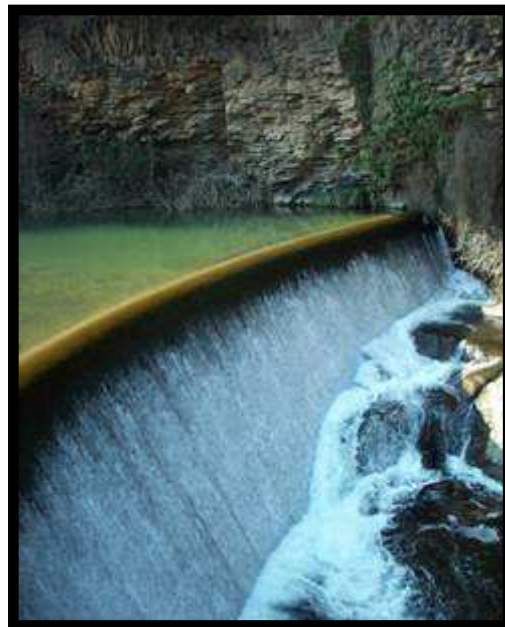


**Estudi de la connectivitat longitudinal del riu Fluvià
i la seva aplicació per a la gestió de l'anguila europea
(*Anguilla anguilla*)**

PROJECTE DE LA LLICENCIATURA DE CIÈNCIES AMBIENTALS

JUNY 2009



Dolors Ferrer Maza

Ruth García Fernández

Laura Xifra Juncà



Universitat de Girona

Projecte amb el vist i plau del tutor tècnic:

Dr. Lluís Zamora Hernández
Dep. Ciències Ambientals – Àrea d'Ecologia
Universitat de Girona

Girona, 10 de juny de 2009

ÍNDEX

ACRÒNIMS.....	5
AGRAÏMENTS.....	6
PREÀMBUL.....	8
1. INTRODUCCIÓ.....	11
1.1. Presentació.....	13
1.2. Antecedents.....	14
1.3. Objectius.....	18
1.4. Justificació.....	18
2. CARACTERITZACIÓ DE L'ÀMBIT D'ESTUDI.....	21
2.1. Localització del Fluvià.....	23
2.2. Ictiofauna del Fluvià.....	24
2.3. Espais naturals protegits.....	27
2.4. Medi físic i vegetació.....	35
2.5. Climatologia.....	37
2.6. Àmbit Socioeconòmic.....	38
3. DESCRIPCIÓ DE L'ANGUILA EUROPEA.....	41
3.1. Taxonomia.....	43
3.2. Morfologia.....	43
3.3. Cicle vital.....	44
3.4. Alimentació.....	46
3.5. Distribució.....	47
3.6. Hàbitat.....	48
3.7. Estatus de conservació i principals amenaces.....	49
4. CONNECTIVITAT.....	51
4.1. Biodiversitat i connectivitat.....	53
4.2. Connectivitat fluvial.....	55
4.3. Anàlisi de les barrera fluvials.....	57
4.3.1. Avaluació dels espais fluvial.....	57
4.3.2. Comunitats piscícoles afectades per les barreres.....	58
4.3.3. Definició, classificació i efectes de les barreres.....	59
4.5. Mesures correctores.....	61
4.5.1. Disseny.....	62
4.5.2. Tipologies.....	64

5. METODOLOGIA.....	77
5.1. Fase de preparació.....	80
5.1.1. Tractament cartogràfic.....	81
5.1.2. Disseny del mostreig.....	82
5.2. Fase de mostreig.....	84
5.2.1. Mostreig dels obstacles.....	84
5.2.2. Aplicació de l'índex de connectivitat fluvial.....	87
5.3. Fase d'implementació.....	91
5.3.1. Matriu de ponderació.....	91
5.3.2. Programa d'implementació.....	100
6. RESULTATS I DISCUSIÓ.....	103
6.1. Avaluació de les infraestructures transversals.....	105
6.2. Consideracions respecte l'ICF.....	110
7. PROGRAMA D'IMPLEMENTACIÓ.....	113
8. CONCLUSIONS.....	123
BIBLIOGRAFIA.....	127
ANNEXOS.....	133

ÍNDIX DE TAULES I FIGURES

<i>Figura 1.1.</i> Principals infraestructures lineals que travessen el riu Fluvià.	13
<i>Figura 2.1.</i> Mapa de la conca del Fluvià.	23
<i>Figura 2.2.</i> Espais Naturals de Protecció Especial al riu Fluvià.	29
<i>Figura 2.3.</i> Xarxa Natura 2000 al riu Fluvià.	30
<i>Figura 2.4.</i> Espais d'Interès Natural al riu Fluvià.	31
<i>Figura 2.5.</i> Aqüífers protegits al riu Fluvià.	32
<i>Figura 2.6.</i> Espais d'Interès Geològic al riu Fluvià.	33
<i>Figura 2.7.</i> Espais del riu Fluvià inclosos a l'Inventari de Zones Humides de Catalunya.	34
<i>Figura 3.1.</i> Fotografies <i>Anguilla anguilla</i>	43
<i>Figura 3.2.</i> Cicle biològic de l'anguila europea.	46
<i>Figura 3.3.</i> Distribució mundial de l'anguila europea.	47
<i>Figura 4.1.</i> Esquema bàsic de Bypass o Canal lateral.	65
<i>Figura 4.2.</i> Canal a Lapnow Mill (Brandenburg).	65
<i>Figura 4.3.</i> Diferents esquemes de construccions de rampes i pendents.	66
<i>Figura 4.4.</i> Rampa de fons de Mühlenhagen Goldbach.	66
<i>Figura 4.5.</i> Esquema de presa amb comporta a l'esquerra i presa fixa a la dreta.	67
<i>Figura 4.6.</i> Rampa per a peixos sobre el Sieg a Eitorf (Nord del Rin a Westphalia).	67
<i>Figura 4.7.</i> Rampa per a peixos en el riu Elz, Baden-Württemberg.	67
<i>Figura 4.8.</i> Esquema gràfic de estancs successius.	69
<i>Figura 4.9.</i> Estancs successius en el riu Lippe (Dahl). Abans i després de l'entrada d'aigua.	69
<i>Figura 4.10.</i> Gràfic de pas vertical amb dues obertures laterals.	70
<i>Figura 4.11.</i> Pas de peixos amb obertura vertical.	70
<i>Figura 4.12.</i> Esquema de Pas alentidor.	71
<i>Figura 4.13.</i> Pas de Denil amb dipòsit intermedi. Strom at Prenzlau (Brandenburg).	71
<i>Figura 4.14.</i> Esquema de pas per anguiles.	73
<i>Figura 4.15.</i> Resum del funcionament d'un sistema de rescloses per a peixos.	74
<i>Figura 4.16.</i> Esquema de l'estructura d'un ascensor per a peixos.	75
<i>Figura 4.17.</i> Ascensor de peixos de Dordogne (França).	75
<i>Figura 5.1.</i> Esquema metodològic de l'elaboració del projecte.	79
<i>Figura 5.2.</i> Localització d'una resclosa a l'ortofotomapa 1:5000.	81
<i>Figura 5.3.</i> Exemple d'una fitxa de la llibreta de camp.	82
<i>Figura 5.4.</i> Localització de les 117 infraestructures mostrejades.	84
<i>Figura 5.5.</i> Obstacle tipus resclosa.	85
<i>Figura 5.6.</i> Obstacle tipus gual foradat.	85
<i>Figura 5.7.</i> Imatges corresponents a la mesura de les variables de diferents obstacles.	86
<i>Figura 5.8.</i> Exemple de fitxa descriptiva dels obstacles.	87

<i>Figura 5.9.</i> Encapçalament de les fitxes dels obstacles.....	87
<i>Figura 5.10.</i> Mapa de classificació dels trams del riu Fluvià segons els grups de peixos presents.....	89
<i>Figura 5.11.</i> Classificació dels trams del riu Fluvià en funció de la seva proximitat a la desembocadura.....	93
<i>Figura 5.12.</i> Classificació dels trams del riu Fluvià en funció de la longitud del tram alliberat.....	94
<i>Figura 5.13.</i> Situació dels obstacles dins dels Espais Naturals de Protecció Especial del riu Fluvià.....	98
<i>Figura 5.14.</i> Ordre de les subconques del riu Fluvià.....	99
<i>Figura 5.15.</i> Exemple d'una fitxa del programa d'implementació.....	100
<i>Figura 6.1.</i> Nombre i tipus d'infraestructures transversals al curs principal del riu Fluvià (N = 117).....	105
<i>Figura 6.2.</i> Percentatges i tipus d'infraestructures transversals al curs principal del riu Fluvià.....	106
<i>Figura 6.3.</i> Nombre d'infraestructures i valoració resultant de l'aplicació de l'ICF.....	107
<i>Figura 6.4.</i> Percentatges de les valoracions resultants de l'aplicació de l'ICF al riu Fluvià.....	107
<i>Figura 6.5.</i> Localització dels obstacles simbolitzats segons el nivell de qualitat ICF.....	109
<i>Figura 6.6.</i> Cabals mesurats a les estacions d'aforament al curs principal del riu Fluvià.....	110
<i>Figura 6.7.</i> Exemple d'infraestructura complexa, constituïda per un pont i un gual.....	111
<i>Figura 6.8.</i> Resclosa formada per dos salts entenent com a estructura principal la part superior.....	111
<i>Figura 7.1.</i> Percentatge acumulat dels trams alliberats amb l'execució de mesures correctores.....	117
<i>Figura 7.2.</i> Percentatge dels punts sobre els que es proposen mesures correctores.....	119
<i>Figura 7.3.</i> Localització dels 20 obstacles de la fase prioritària del programa d'implementació.....	120
<i>Taula 1.1.</i> Resum de la normativa relacionada amb l'anguila i la conservació del seu hàbitat.....	16
<i>Taula 2.1.</i> Ictiofauna autòctona del riu Fluvià amb protecció legal.....	25
<i>Taula 2.2.</i> Dades de mostreig de l'anguila europea al curs del riu Fluvià.....	26
<i>Taula 2.3.</i> Dades de mostreig de l'anguila europea al curs del riu Fluvià (IBICAT).....	27
<i>Taula 2.4.</i> Relació dels espais naturals amb figura de protecció al riu Fluvià.....	28
<i>Taula 4.1.</i> Definició de les estructures transversals.....	60
<i>Taula 4.2.</i> Procés per al disseny i construcció d'un dispositiu per al pas de peixos.....	63
<i>Taula 5.1.</i> Elements, paràmetres i mètriques de l'HIDRI.....	83
<i>Taula 5.2.</i> Variables utilitzades per al càlcul de l'ICF.....	85
<i>Taula 5.3.</i> Agrupació de les espècies de peixos segons l'HIDRI.....	88
<i>Taula 5.4.</i> Característiques dels obstacles limitants per al pas dels diferents grups de peixos.....	89
<i>Taula 5.5.</i> Nivells de qualitat ICF.....	90
<i>Taula 5.6.</i> Factors considerats a la matriu de ponderació i fórmula per al càlcul.....	92
<i>Taula 5.7.</i> Centrals hidroelèctriques del Fluvià.....	96
<i>Taula 6.1.</i> Resum de les característiques dels 61 obstacles mesurats.....	108
<i>Taula 7.1.</i> Resultat ordenat de la matriu de ponderació.....	115
<i>Taula 7.2.</i> Resum trams alliberats.....	116
<i>Taula 7.3.</i> Resum del programa d'implementació.....	118

ACRÒNIMS

AAMT:	Amplitud anual mitjana de la temperatura
BIORI:	Protocol d'avaluació de la qualitat biològica dels rius
CCTEP:	Comitè científic, tècnic i econòmic de la pesca de la Unió Europea
CERM:	Centre d'estudis dels rius mediterranis
CIEM:	Consell internacional per a l'exploració del mar
CITES:	Convenció sobre el comerç internacional d'espècies amenaçades de flora i fauna silvestre
DAR:	Departament d'agricultura, alimentació i acció rural
DMA:	Directiva marc de l'aigua
DMAH:	Departament de medi ambient i habitatge
ENPE:	Espai natural de protecció especial
HIDRI:	Protocol d'avaluació de la qualitat hidromorfològica dels rius
IBICAT:	Índex d'integritat biòtica basat en l'ús dels peixos com a indicadors de la qualitat ambiental dels rius a Catalunya
ICC:	Institut cartogràfic de Catalunya
ICF:	Índex de connectivitat fluvial
IEIGC:	Inventari d'espais d'interès geològic de Catalunya
PEIN:	Pla d'espais d'interès natural
PMA:	Precipitació mitjana anual
PTGC:	Pla territorial general de Catalunya
RPE:	Règim pluviomètric estacional
SIG:	Sistema d'informació geogràfica
TMA:	Temperatura mitjana anual
UB:	Universitat de Barcelona
UdG:	Universitat de Girona
UICN:	Unió internacional per a la conservació de la natura
ZEC:	Zona d'especial conservació
ZEPA:	Zona d'especial protecció per a aus

AGRAÏMENTS

Al llarg de tota l'elaboració d'aquest projecte, hem rebut el consell i la col·laboració de moltes persones que, desinteressadament, han contribuït a la seva realització. Per la nostra part, només podem redactar un escrit d'agraïments amb la voluntat de que aquestes línies aconseguixin transmetre tota la nostra reconeixença.

En primer lloc, volem agrair el suport del nostre tutor tècnic, en Lluís Zamora, que malgrat les constants i reiterades visites al seu despatx, sempre ens ha atès diligentment i amb infinita paciència. Les seves revisions i aportacions han millorat molt el contingut del nostre treball. Així mateix, volem agrair al nostre tutor docent, en Francesc Córdoba, les seves valuoses reflexions entorn a la idoneïtat i la viabilitat del projecte. La seva visió professionalitzadora i el seu "savoir faire" ens han dut a no conformar-nos amb una simple diagnosi de la connectivitat fluvial, sinó a atrevir-nos a proposar millores i creure fermament en que es poden dur a la pràctica.

Alhora, volem expressar la nostra sincera gratitud a tots aquells particulars i institucions que, puntualment, han col·laborat amb nosaltres.

Sense desmerèixer a la resta, volem fer una menció especial a les següents persones: l'Antoni Munné, que malgrat les responsabilitats pròpies del seu càrrec a l'ACA, sempre que l'hem necessitat ens ha dedicat el seu temps; en David Pavón, que, en un moment crític, ens va ajudar a determinar l'ús de les infraestructures hidràuliques del Fluvià; en Quim Pou, ja que el seu criteri d'expert ens ha ajudat a entendre la problemàtica de l'anguila; en Jaume Hidalgo, que des de la Diputació de Girona, ens ha facilitat la tasca de recerca sobre la connectivitat; en Francesc Xavier Puig i en Josep Vila, que ens han solucionat amb agilitat els dubtes sobre el Fluvià; a l'Aleix Serrat i la Itziar Segarra, que, des del DAR, ens han fet partícips de l'evolució dels plans de gestió de l'anguila; i a l'Ivan Bustamante que ens ha ajudat amb la recerca sobre els passos de peixos. Així mateix, volem fer extensiu el nostre agraïment a totes aquelles persones que ens van atendre als diferents Ajuntaments consultats.

D'una forma molt especial, fem constar el nostre agraïment a en Fran Trabalón per ajudar-nos a localitzar les rescloses més amagades i obrir pas entre els esbarzers. Si no fos per ell encara hi seriem.

En darrer lloc, i no per això menys important, volem agrair a les nostres famílies la seva paciència i comprensió. Sempre ens ho han donat tot sense demanar res a canvi, però en aquests darrers nou mesos, s'han superat, transformant els neguits en rialles.

Moltes gràcies a tothom.

*“Un únic obstacle o barrera pot fer tan de mal a una espècie
com la pèrdua completa del seu hàbitat”*

(Miguel Delibes de Castro, *“La naturaleza en peligro”*)

PREÀMBUL

En paraules de Miguel Delibes de Castro¹, “els quatre genets de l’apocalipsi” de la pèrdua de biodiversitat són: l’explotació excessiva, la destrucció i fragmentació dels hàbitats naturals, l’impacte de les espècies exòtiques i les extincions en cadena o per raons múltiples. Així mateix, la Unió Internacional per a la Conservació de la Natura (UICN) estableix que la fragmentació i la destrucció d’hàbitats són algunes de les principals amenaces per a la diversitat biològica a escala mundial.

El problema de la connectivitat ecològica ha estat un tema recurrent al llarg d’aquests quatre anys d’estudis universitaris. Concretament, va ser amb motiu de la conferència del Sr. Josep Maria Mallarach “Connectivitat Ecològica als Països Catalans” celebrada el maig de 2008 a la Facultat de Ciències de la UdG, que va sorgir la iniciativa d’aquest projecte. En la seva exposició va afirmar que el Fluvià era el riu menys fragmentat de tot Catalunya. A més, el seu bon estat de conservació va motivar la seva inclusió de forma íntegra a la Xarxa Natura 2000.

Tot i així, vàrem constatar que no existia un inventari actualitzat dels obstacles presents en aquest riu i del seu nivell de problemàtica associada amb la connectivitat fluvial per a la fauna íctica.

Precisament, una de les espècies de peixos presents a la conca del Fluvià, l’anguila europea, ha estat recentment elevada per la UICN a la categoria de “críticament amenaçada” dins la seva “Llista Vermella” d’espècies en perill d’extinció. Una de les principals problemàtiques per la seva conservació és la pèrdua d’hàbitat i la impossibilitat d’accedir a les zones més interiors de les aigües epicontinentals per la presència de diferents tipus d’obstacles. La Unió Europea ha adoptat mesures legals en aquest sentit amb la implantació al setembre del 2007 d’un Decret on obliga a tots els

¹**Miguel Delibes de Castro** (Valladolid, 1947). Doctor en Biologia i eminent ecòleg. Especialitzat inicialment en la ecologia tròfica del linx ibèric, ha centrat bona part de la seva producció científica al coneixement de la biologia i ecologia dels mamífers. Ha jugat un paper clau en el desenvolupament de la Biologia de la Conservació a Espanya.

Estats membres a elaborar un pla de gestió de l'anguila per cada conca, per tal d'impulsar la seva recuperació. Aquests plans de gestió s'han de redactar en base a la informació disponible i actualitzada per tal que resultin aplicables. En aquest sentit, existia un buit d'informació sobre l'estat del riu Fluvià des del punt de vista de la seva connectivitat longitudinal per als peixos.

Aquestes premisses ens varen conduir a la idea de que el Fluvià podria ser un bon escenari per a dur a terme un projecte d'aquestes característiques i que, de retruc, pogués arribar a ser una eina integrable en els plans de gestió de l'anguila europea. La nostra voluntat ha estat doncs que aquest treball esdevingui una eina de suport per a la millora de l'hàbitat de l'anguila al riu Fluvià, així com arribi a reforçar el missatge de la importància que té la connectivitat ecològica per a garantir el bon funcionament dels ecosistemes.

Introducció



1. INTRODUCCIÓ

1.1. Presentació

La fragmentació creixent dels espais naturals és una qüestió que cada cop més, centra l'atenció de la major part de tècnics i planificadors del medi natural. S'ha demostrat que les barreres generades per les infraestructures són un problema i, per tant, la connexió n'ha de ser la solució. El concepte de connectivitat implica tota la dimensió dinàmica i funcional, del medi natural que permet la dispersió i el moviment dels organismes, el manteniment dels processos ecològics i el funcionament dels ecosistemes, a més de comportar molts altres avantatges de caire ambiental, econòmic i social (Mallarach et al.,2006).

Els rius com a eixos vertebradors del territori ja constitueixen connectors naturals per si mateixos. No obstant això, els cursos fluvials es troben afectats per diferents impactes generats per les activitats humanes: ja siguin barreres físiques transversals (fig. 1.1), barreres químiques com ara la contaminació, etc. L'aïllament dels trams fluvials afecta negativament tant a la biodiversitat com a l'estat de les poblacions que hi habiten.

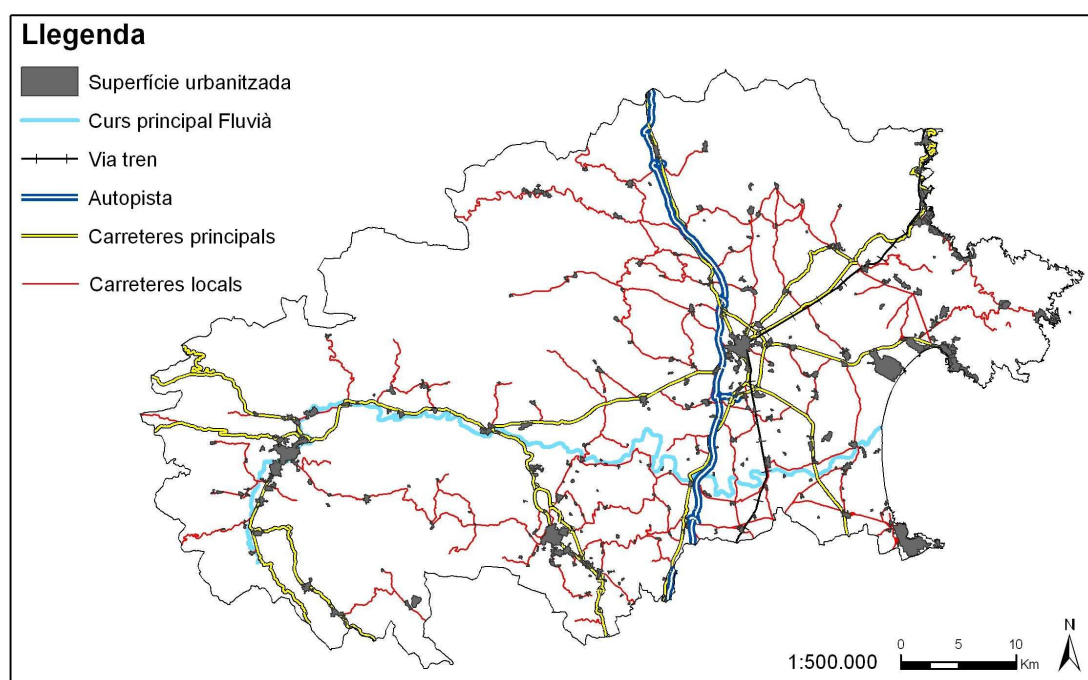


Figura 1.1. Principals infraestructures lineals que travessen el riu Fluvià. Font: Elaboració pròpia, 2009.

El present projecte es limita al curs principal del riu Fluvià i pretén fer una diagnosi de la connectivitat longitudinal caracteritzant i avaluant les infraestructures transversals a l'eix fluvial.

L'anguila europea (*Anguilla anguilla*) és una espècie catàdroma, és a dir, que remunta els corrents d'aigua dolça però que descendeix al mar per a fressar (veure apartat 3.3). Durant aquesta migració l'anguila troba diverses barreres, algunes d'elles infranquejables. Segons l'últim dictamen científic del Consell Internacional per a l'Exploració del Mar (CIEM) sobre l'anguila europea, s'ha observat un declivi en els estocs de reproductors, i es creu que aquests poden trobar-se al límit de la seguretat biològica per a la supervivència de l'espècie.

La fragmentació dels rius dificulta el cicle vital de l'anguila i, juntament amb la intensa explotació pesquera, incideix de forma directa en la disminució del nombre d'individus a nivell mundial. Aquesta situació fa necessària la creació d'un pla de recuperació.

1.2. Antecedents

El Reglament de la Comunitat Europea (CE) núm. 1100/2007, de 18 de setembre de 2007, estableix les mesures per a la recuperació de la població d'anguila europea. Aquesta normativa dóna continuïtat a la Directiva 92/43/CEE, de 21 de maig de 1992, relativa a la conservació dels hàbitats naturals i de la fauna i flora silvestres, així com a la Directiva 2000/60/CE, de 23 d'octubre de 2000, per la que s'estableix un marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües (DMA).

Aquest reglament insta als països membres de la UE a redactar un pla de gestió de l'anguila, per a cada conca fluvial que sigui hàbitat de l'espècie, ajustat a les circumstàncies regionals i locals. En aquest sentit, una de les línies que han de seguir els plans de gestió és la d'adoptar mesures estructurals per a garantir la connectivitat fluvial, fer els rius transitables i millorar els hàbitats fluvials.

El Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural (DAR) és el responsable de l'elaboració d'aquests plans de gestió. Al desembre 2008, es van presentar els plans de gestió per a les diferents conques fluvials de Catalunya i està previst que aviat s'aprovin per la Comissió Europea, prèvia avaluació tècnica i científica del Comitè Científic, Tècnic i Econòmic de la Pesca (CCTEP). No obstant això, es tracta d'uns plans dinàmics, és a dir, que han d'anar incorporant les noves dades que resultin dels futurs estudis sobre l'espècie i el seu hàbitat.

Per a la determinació dels obstacles en la migració de l'anguila, el DAR es va basar principalment en la informació proporcionada per l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA) i la Universitat de Barcelona (UB). Ara bé, les dades es varen recopilar de diferents estudis que només aportaven una primera aproximació al problema de la connectivitat fluvial. És a dir, no existeix cap treball específic i detallat sobre la connectivitat longitudinal del riu Fluvià que inclogui una catalogació i caracterització de les diferents barreres presents.

Una part d'aquests obstacles haurien de disposar de mesures correctores, en base a la Llei de 20 de febrer de 1942, per la qual es regula el foment i conservació de la pesca fluvial, establint l'obligació de la construcció de passos per a peixos a les infraestructures hidroelèctriques que siguin objecte d'explotació.

Des del punt de vista de la sobreexplotació d'anguila, existeix una normativa reguladora de pesca de l'anguila al Fluvià, segons l'Ordre ARP/229/2004, de 29 de juliol de modificació de l'ordre de 16 de juliol de 1997, per la qual es regula la pesca de l'angula als rius Daró, Ter, Riuet, Fluvià, Muga i al rec del Molí i el Grau de Santa Margarida, es pot dur a terme una explotació pesquera de l'angula al delta del Fluvià. Pel que fa a la pesca de l'anguila a les aigües continentals, la Resolució MAH/538/2009, de 20 de febrer, per la qual es fixen les espècies pescables, els períodes hàbils de pesca i les aigües en que es pot dur a terme l'activitat de pesca a les aigües continentals de Catalunya per la temporada 2009, permet tan sols la pesca esportiva de l'anguila sense mort.

A la taula 1.1 es relaciona la legislació vinculada a la gestió de l'anguila així com a la conservació del seu hàbitat.

Taula 1.1. Resum de la normativa relacionada amb l'anguila i la conservació del seu hàbitat. Font:

Elaboració pròpia, 2009.

Nivell Europeu	
Any	Normativa
1979	Directiva 79/409/CEE, de 2 d'abril de 1979, relativa a la conservació de les aus silvestres
1992	Directiva 92/43/CEE, del Consell, de 21 de maig de 1992, relativa a la conservació dels hàbitats naturals de la fauna i flora silvestres
2000	Directiva 2000/60/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 23 de octubre de 2000, per la qual s'estableix un marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües
2007	Reglament (CE) núm. 1100/2007, DEL CONSELL de 18 de setembre de 2007 pel qual s'estableixen mesures per a la recuperació de la població d'anguila europea
Nivell Estatal	
Any	Normativa
1942	Llei de 20 de febrer de 1942, per la qual es regula el foment i conservació de la pesca fluvial
1943	Decret de 6 d'abril de 1943, per el qual s'aprova el reglament per a l'execució de la Llei de pesca fluvial, de 20 de febrer del 1942
1998	Real Decret 1193/1998, de 12 de juny, per el que es modifica el Real Decret 1997/1995, de 7 de desembre, pel qual s'estableixen mesures per a contribuir a garantir la biodiversitat mitjançant la conservació dels hàbitats naturals i de la flora i fauna silvestres
2001	Reial Decret Legislatiu 1/2001, de 20 de juliol, pel qual s'aprova el text refós de la Llei d'aigües
2007	Llei 42/2007, de 13 de desembre, del patrimoni natural i la biodiversitat

Taula 1.1. (continuació)

Nivell Autonòmic	
Any	Normativa
1985	Llei 12/1985, de 13 de juny, d'espais naturals
1988	Llei 3/1988, de 4 de març, de protecció dels animals
1988	Decret 328/1988, de l'11 d'octubre pel qual s'estableixen normes de protecció i addicionals en matèria de procediment en relació amb diversos aqüífers de Catalunya
2003	Ordre MAB/91/2003 de 4 de març per la qual s'estableixen les espècies objecte de pesca i es fixen els períodes hàbils i les normes generals relacionades amb la pesca en aigües continentals de Catalunya per la temporada 2003
2003	Decret Legislatiu 3/2003, de 4 de novembre, pel qual s'aprova el Text refós de la legislació en matèria d'aigües de Catalunya
2004	Ordre ARP/229/2004, de 29 de juliol de modificació de l'ordre de 16 de juliol de 1997, per la qual es regula la pesca de l'angula als rius Daró, Ter, Riuet, Fluvià, Muga i al rec del Molí i el Grau de Santa Margarida
2006	Resolució MAH/2370/2006, de 3 de juliol, per la qual es fa públic d'acord de govern de 20 de juny de 2006, pel que s'aprova el Programa de Sanejament d'aigües Residuals Urbanes 2005
2006	Resolució MAH/2465/2006, de 13 de juliol, per la qual es fa públic l'Acord del Govern de 4 de juliol de 2006, pel qual s'aprova el Pla sectorial de cabals de manteniment de les conques internes de Catalunya
2006	Acord GOV/112/2006, de 5 de setembre, pel qual es designa zones d'especial protecció per a les aus (ZEPA) i s'aprova la proposta de llocs d'importància comunitària (LIC)
2008	Acord GOV/128/2008, de 3 de juny, pel qual s'aprova el programa de seguiment i control del districte de la conca hidrogràfica o fluvial de Catalunya
2009	Resolució MAH/538/2009, de 20 de febrer, per la qual es fixen les espècies pescables, els períodes hàbils de pesca i les aigües en que es pot dur a terme l'activitat de pesca a les aigües continentals de Catalunya per la temporada 2009
-	Avantprojecte de llei d'ordenació sostenible de la pesca recreativa fluvial i conservació dels ecosistemes aquàtics continentals de Catalunya

1.3. Objectius

L'objectiu principal d'aquest projecte és obtenir informació de base objectiva i quantificada, mitjançant l'aplicació d'un índex, que permetrà avaluar la connectivitat fluvial per a la ictiofauna. Aquest estudi pretén contribuir, en darrer terme, a la millora de l'estat de la població d'anguila a la conca del riu Fluvià, per tal que es puguin adoptar els criteris de gestió establerts per la normativa europea.

Pel fet que una de les línies que han de seguir els futurs plans, és la d'adoptar mesures per a la millora dels hàbitats, és necessari garantir la connectivitat fluvial fent els rius transitables per a facilitar el desplaçament de les espècies aquàtiques. En aquest sentit, aquest projecte vol assolir els següents objectius operacionals:

- Identificar i caracteritzar les barreres físiques transversals del curs principal del riu Fluvià.
- Valorar la connectivitat longitudinal mitjançant l'aplicació de l'índex de connectivitat fluvial (ICF) del protocol HIDRI.
- Proposar mesures per a millorar la migració de l'anguila al riu Fluvià.

1.4. Justificació

L'argument principal que justifica l'elaboració d'aquest projecte és la manca de informació detallada i quantificada sobre la connectivitat del riu Fluvià. Aquesta és totalment necessària, per exemple, per al compliment dels objectius del pla de gestió de l'anguila i sense la qual es podria comprometre l'eficàcia del mateix.

Altres aspectes que justifiquen la necessitat d'aquest projecte es basen en una sèrie de factors normatius, socioeconòmics, ambientals i biològics.

Per un costat, els factors normatius constaten l'obligació en l'adopció d'una sèrie de mesures encaminades a la recuperació de l'espècie (taula 1.1.).

Per altra banda, els aspectes socioeconòmics es concreten en una sèrie d'interessos de caire econòmic i social que justifiquen la normativa europea, els plans de gestió, i en darrer terme, aquest projecte. Es poden resumir en:

- Evitar la desaparició de l'anguila com a recurs d'alt valor comercial.
- Mantenir l'activitat pesquera sobre aquesta espècie, en el futur, com a font d'ingressos per a determinats sectors socioeconòmics.

Finalment, les necessitats mediambientals i biològiques de conservació de l'espècie queden reflectides en:

- Contribuir a la preservació de la biodiversitat del medi marí i fluvial, imprescindible per al manteniment de l'equilibri d'aquests ecosistemes.
- Conservar l'anguila europea com a patrimoni biològic.

Caracterització de l'àmbit d'estudi



2. CARACTERITZACIÓ DE L'ÀMBIT D'ESTUDI

2.1. Localització del Fluvià

El Fluvià neix a la comarca de la Garrotxa, al Grau d'Olot a una alçada de 928 m, i recorre fins a tres comarques abans de desembocar al golf de Roses, al municipi de Sant Pere Pescador. El seu recorregut és de 99,5 Km i recull les aigües de rius i rieres al llarg de la Garrotxa, el Pla de l'Estany i l'Alt Empordà.

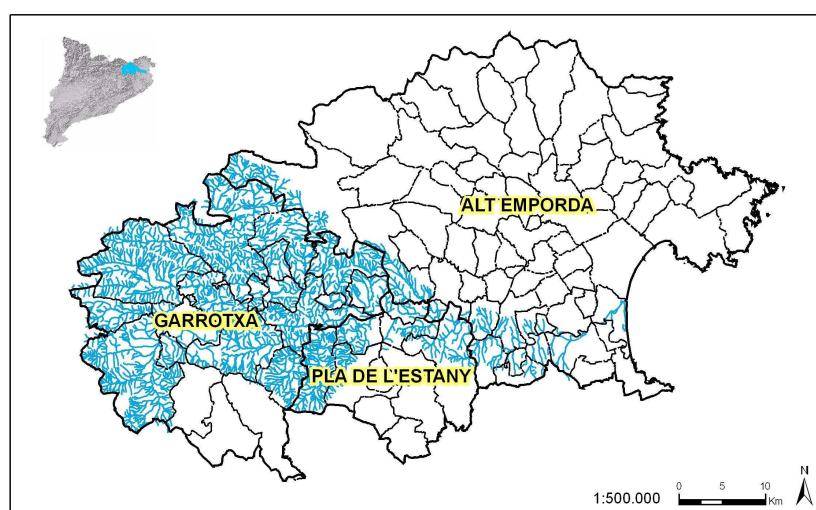


Figura 2.1. Mapa de la conca del Fluvià. Font: Elaboració pròpia, 2009.

Dins de la comarca de la Garrotxa, el riu creua la Vall d'en Bas en direcció sud-nord, on recull les aigües de la riera de Joanetes procedents del Coll de Bracons, del Gurn originades al Puigsacalm, i d'altres afluents menors. Travessa pel centre d'Olot i un cop a Sant Joan les Fonts, rep les aigües de la riera de Bianya i voreja l'extrem septentrional de la Serralada Transversal, canviant la seva direcció cap a llevant. Aquest continua el seu camí passant per Castellfollit de la Roca, Sant Jaume de Llierca, Argelaguer i fins a Besalú, on per la seva banda esquerra rep aportacions de les rieres d'Oix, del Borró, de Beget i del Llierca, totes de poc cabal menys el Llierca que té una importància major.

Un cop passat Besalú, el seu camí transcorre dins de la comarca del Pla de l'Estany, és aquí on recull les aigües d'un dels afluents més importants, el Ser, que uneix les seves

aigües amb el Fluvià a l'alçada de Serinyà. Quan el riu entra en aquesta comarca ja es troba en el seu tram mitjà-baix i ha deixat enrere, el relleu muntanyós que recorre a través de la Garrotxa i per tant, també, el seu desnivell. Aquest canvi en la morfologia del terreny dóna lloc a la creació d'un ampli sistema de meandres que recorre municipis com Serinyà, Esponellà i Orfes, patró que es repetirà fins arribar al mar.

Si continuem l'itinerari del riu, trobem que aquest s'obre cap a la plana de l'Alt Empordà on recorre el seu tram baix, amb un desnivell pràcticament insignificant. En el decurs d'aquest tram passa pels municipis de Bàscara i Torroella de Fluvià fins a desembocar a la platja de Sant Pere Pescador. Les aportacions que rep en aquesta comarca són d'escassa importància ja que la conca s'estreny i tan sols és drenada per petites rieres.






El registre que s'ha dut d'aquest riu, a través de les seves estacions d'aforament, indica certes fluctuacions del cabal al llarg de l'any, amb estreta relació amb les característiques del clima mediterrani de la zona. Aquest té un fort estiatge que es produeix, al llarg dels tres mesos d'estiu i també un punt de descens important durant l'hivern, que es concentra al mes de gener, fruit de la reducció de les precipitacions. A partir de l'hidrograma es pot definir el règim del riu com un règim pluvial mediterrani.

Hi ha dues característiques que diferencien aquest riu respecte els altres que configuren les conques internes de Catalunya. En primer lloc, no disposa de cap embassament, i en segon lloc, al curs mitjà i baix del riu, domina un sistema de meandres vinculat al poc pendent de la zona.

2.2. Ictiofauna del Fluvià

El present estudi pretén millorar la connectivitat longitudinal del Fluvià com a eina per a la gestió de l'anguila, ara bé aquest riu també compta amb d'altres peixos que gaudeixen de protecció legal. A la taula 2.1 es relacionen aquestes espècies així com el seu estatus de conservació.

Taula 2.1. Ictiofauna autòctona del riu Fluvià amb protecció legal. Font: Elaboració pròpia en base a diverses normatives, 2009.

ESPÈCIE	IMATGE	ESTATUS LEGAL I DE CONSERVACIÓ
<p>Anguila (<i>Anguilla anguilla</i>)</p>		<ul style="list-style-type: none"> • En perill crític (UICN) • Vulnerable (Libro Rojo de los Vertebrados Españoles) • Espècie potencialment amenaçada (Annex B Reglament (CE) 338/97 CITES) • Reglament (CE) 1100/2007 de mesures per a la recuperació de l'anguila • Espècie amenaçada i/o en declivi (Annex V Conveni OSPAR)
<p>Bavosa de riu (<i>Salaria fluviatilis</i>)</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Vulnerable (Catálogo Nacional de Especies Amenazadas) • Tàxon protegit (Annex III Conveni de Berna 82/72) • En Perill d'Extinció (Libro Rojo de los Vertebrados Españoles) • Nivell de protecció D (Llei 12/2006 de protecció dels animals) • Preocupació menor (UICN) • En perill (Cat. UICN proposada per Atlas i Libro Rojo de los Peces Continentales de España)
<p>Barb de muntanya (<i>Barbus meridionalis</i>)</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Espècie d'interès comunitari (Annex II i V Dir. Hab. 92/43/CEE) • Tàxon protegit (Annex III Conveni de Berna 82/72) • Vulnerable (Libro Rojo de los Vertebrados Españoles) • Quasi amenaçat (UICN) • Vulnerable (Cat. UICN proposada per Atlas i Libro Rojo de los Peces Continentales de España)
<p>Bagra (<i>Squalius laietanuss</i>)</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Vulnerable (Libro Rojo de los Vertebrados Españoles) • Preocupació menor (UICN) • Vulnerable (Cat. UICN proposada per Atlas i Libro Rojo de los Peces Continentales de España)
<p>Truita comuna (<i>Salmo trutta</i>)</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Vulnerable (Libro Rojo de los Vertebrados Españoles) • Preocupació menor (UICN) • Vulnerable (Cat. UICN proposada per Atlas i Libro Rojo de los Peces Continentales de España)

Abundància de l'anguila europea al riu Fluvià

A Catalunya s'ha estimat que els valors de densitat i biomassa trobats són baixos: entre 5.000 i menys de 1.000 individus/ha, i entre 50 i menys d'1 kg/ha respectivament. S'exceptuen algunes localitats dels rius la Muga i l'Ebre, ja que els problemes originats per la manca d'una tècnica de mostreig acurada probablement generen dades inferiors a les reals (IBICAT, Departament de Medi Ambient, 2003).

Pel que fa a l'abundància i distribució de l'anguila al curs del riu Fluvià, no es compta amb estudis de seguiment regulars de l'espècie, però sí amb treballs puntuals. Les següents dades (taula 2.2.) van ser obtingudes amb un estudi de les comunitats d'ictiofauna portat a terme al 1997, a dins del projecte: "*Reintroducció de la llúdriga eurasiàtica a les conques de la Muga i del Fluvià*" (Saavedra, 2002).

Taula 2.2. Dades de mostreig de l'anguila europea al curs del riu Fluvià. Font: Saavedra, 2002.

Estacions de mostreig	Àrea punt de mostreig (m ²)	Captures totals	Capturabilitat	Biomassa (g/m ²)
Castellfollit	640	2	0,5	2,1
Besalú	4.100	38	0,5	2,6
Vilert	1.340	116	1	10,4
Torroella de Fluvià	3.550	23	0,9	0,16

Tot i que, els punts de mostreig probablement són insuficients per considerar els resultats representatius, les dades reflecteixen que l'anguila es troba al trams alts del riu en quantitats força inferiors que als trams baixos (segons l'autor de l'estudi, el punt de Torroella podria haver donat errors de mostreig degut a que, el mètode de pesca elèctrica és menys eficient als trams amb més fondària).

Un altre estudi posterior pel que es van obtenir dades de densitats, sobre l'estat de l'espècie al Fluvià, es va realitzar per crear l'IBICAT (Índex d'Integritat Biòtica basat en

l'ús dels peixos com a indicadors de la qualitat ambiental dels rius a Catalunya) desenvolupat pel Departament de Medi Ambient. Els resultats obtinguts es mostren en la taula 2.3.

Taula 2.3. Dades de mostreig de l'anguila europea al curs del riu Fluvià (IBICAT). Font: DMA, 2003.

Estacions de mostreig	Capturabilitat	Pes (g)	Densitat (ind./ha)	Biomassa (g/m ²)
L'Armentera	80	1.350,6	1.827	30,843
Sant Miquel de Fluvià	86	1.991,6	2.062	47,744
Les Caselles	97	10.528,6	2.221	241,039
Besalú	46	2.617,4	1.820	103,569
Sant Jaume de Llierca	0	0	0	0
Olot	0	0	0	0
Pocafarina	0	0	0	0

A partir d'aquestes dades, també es pot observar una tendència similar a l'esmentada, ja que als punts de mostreig dels trams més alts no es va capturar cap individu.

2.3. Espais naturals protegits del Fluvià

El riu Fluvià, al llarg del seu recorregut, transcorre per indrets de gran valor ja sigui a nivell paisatgístic, patrimonial i/o històric, d'important valor ecològic, geològic o hidrològic. És per això que, en base a les dades del Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya (DMAH), s'ha elaborat una cartografia per mostrar d'una forma més gràfica, la situació d'aquests espais al llarg del curs principal del riu. Abans però, exposem de forma resumida, quins són aquests espais i quina categoria de protecció té cadascun d'ells.

Taula 2.4. Relació dels espais naturals amb figura de protecció al riu Fluvià.

Font: Elaboració pròpia en base a les dades del DMAH, 2009.

MAPA	DESCRIPCIÓ	CODI	NOM
Fig.2.2	Espais Naturals de Protecció Especial	PNAT-10 RNP-48 RNFS-8 PNAT-4	Parc natural dels Aiguamolls de l'Empordà Reserva natural parcial Illa de Caramany Reserva natural de fauna salvatge de l'Illa del Fluvià Parc natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa
Fig.2.3	Xarxa Natura 2000	ES0000019 ES5120021 ES5120004	Aiguamolls de l'Empordà Riu Fluvià Zona Volcànica de la Garrotxa
Fig.2.4	Espais d'Interès Natural	AAE GZZ	Aiguamolls de l'Empordà Zona Volcànica de la Garrotxa
Fig.2.5	Aqüífers protegits	Decret 328/1988 Annex II - 2	Aqüífers del Delta dels rius Fluvià i Muga
Fig.2.6	Espais d'Interès Geològic	GT208 GZ209	Castellfollit de la Roca Colades basàltiques de Sant Joan les Fonts
Fig.2.7	Zones humides	- 1190300 1200300 1160300	Aiguamolls de l'Empordà (àmbit addicional) Resclosa de Serinyà i Illa del Fluvià Rescloses d'en Bassols i del Molí Resclosa de la Fàbrica de Sant Jaume de Llierca

Espais Naturals de Protecció Especial

La figura 2.2. inclou els espais naturals de protecció especial (ENPE) al llarg del curs principal del riu. Aquests espais queden recollits a la llei 12/1985, de 13 de juny, d'espais naturals, on s'estableixen les modalitats de protecció especial següents: parcs nacionals, paratges naturals d'interès nacional, reserves naturals integrals, reserva natural parcial i parcs naturals. També queden recollides dins la llei 3/1988, de 4 de març, de protecció dels animals, les figures corresponents a la reserva natural de fauna salvatge i el refugi de fauna salvatge.

En el tram alt del riu, dins de la comarca de la Garrotxa, el Fluvià travessa el Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. En el seu tram mig, a l'alçada de Serinyà, comarca del Pla de l'Estany, es troba la Reserva Natural de Fauna Salvatge de l'Illa del Fluvià. I Finalment en el tram baix, es situa just a la seva desembocadura, el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, i dins d'aquest espai es localitza la Reserva Natural Parcial de l'Illa de Caramany.

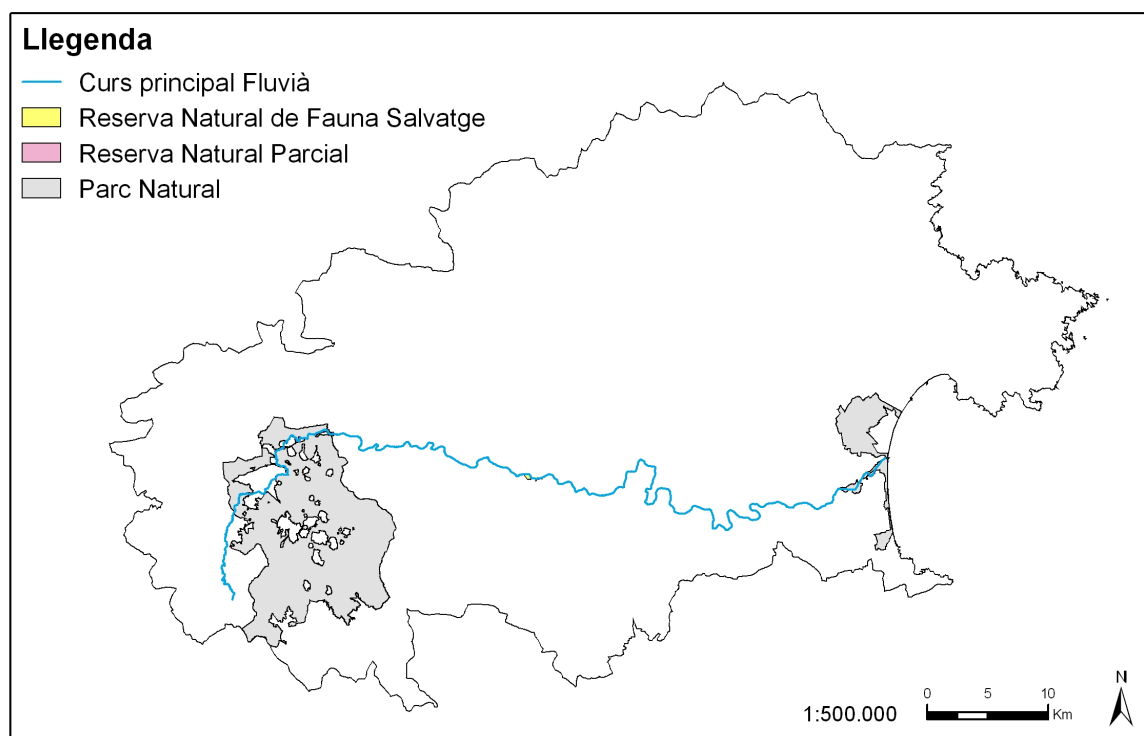


Figura 2.2. Espais Naturals de Protecció Especial al riu Fluvià.

Font: Elaboració pròpia en base a les dades del DMAH, 2009.

Espais Naturals de la Xarxa Natura 2000

La figura 2.3. recull els espais de la Xarxa Natura 2000 relacionats amb el riu Fluvià. Aquests formen part d'un grup d'espais naturals protegits a nivell europeu, que té com a objectiu fer compatible la protecció de les espècies i hàbitats d'interès comunitari, amb l'activitat humana. La Xarxa Natura 2000 es compon per dos tipus d'espais els ZEC, zones especials per a la seva conservació i els ZEPA, zones d'especial protecció per a les aus (DMAH, 2009).

La Unió Europea ha establert un marc legal que garanteixi la protecció d'aquest patrimoni natural. La normativa comunitària al respecte es recull dins la Directiva 92/43/CEE, de 21 de maig, relativa a la conservació dels hàbitats naturals i de la fauna i la flora silvestres, coneguda també com a Directiva Hàbitats. I la Directiva 79/409/CEE, de 2 d'abril de 1979, relativa a la conservació de les aus silvestres, coneguda com a Directiva Aus.

Els espais de la Xarxa Natura 2000, pels quals transcorre el riu Fluvià, al llarg de les tres comarques són: el riu Fluvià pròpiament, els Aiguamolls de l'Empordà i la Zona Volcànica de la Garrotxa.

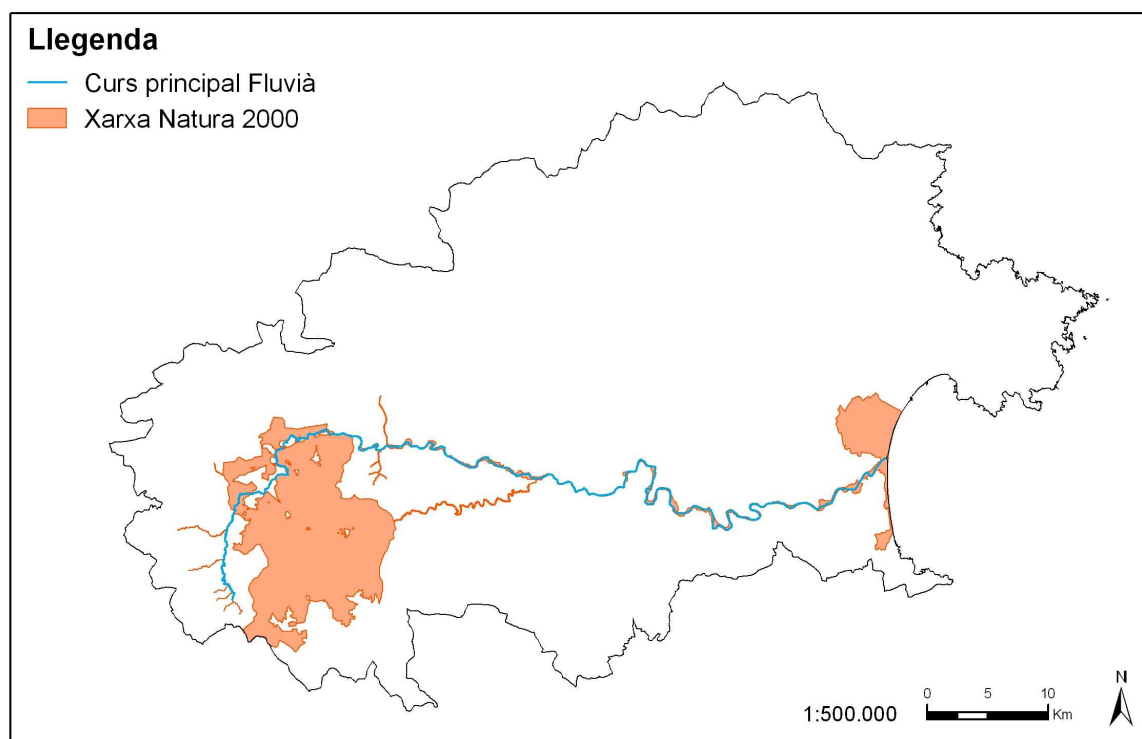


Figura 2.3. Xarxa Natura 2000 al riu Fluvià.

Font: Elaboració pròpia en base a les dades del DMAH, 2009.

Espais d'Interès Natural

La figura 2.4. mostra els espais naturals protegits de Catalunya, dins el Pla d'Espais d'Interès Natural (PEIN), que gaudeixen d'un cert estatus de protecció emparat en la normativa autonòmica. El PEIN neix amb el Decret 328/1992, de 14 de desembre, per el qual s'aprovà el Pla d'espais d'interès natural. Des d'aleshores, el seu àmbit s'ha ampliat considerablement i les normes han estat modificades puntualment amb decrets successius.

El PEIN és un pla territorial sectorial i esdevé un dels instruments de desplegament del Pla Territorial General de Catalunya (PTGC), aprovat pel Parlament l'any 1995. D'aquesta manera, les seves determinacions tenen caràcter vinculant per a tots els altres instruments de planificació física del territori.

Pel que fa al curs principal del Fluvià, aquest transcorre a través de dos espais d'interès natural: en el seu tram alt circula per l'EIN de la Zona Volcànica de la Garrotxa i en el seu tram baix passa a través de l'EIN dels Aiguamolls de l'Empordà.

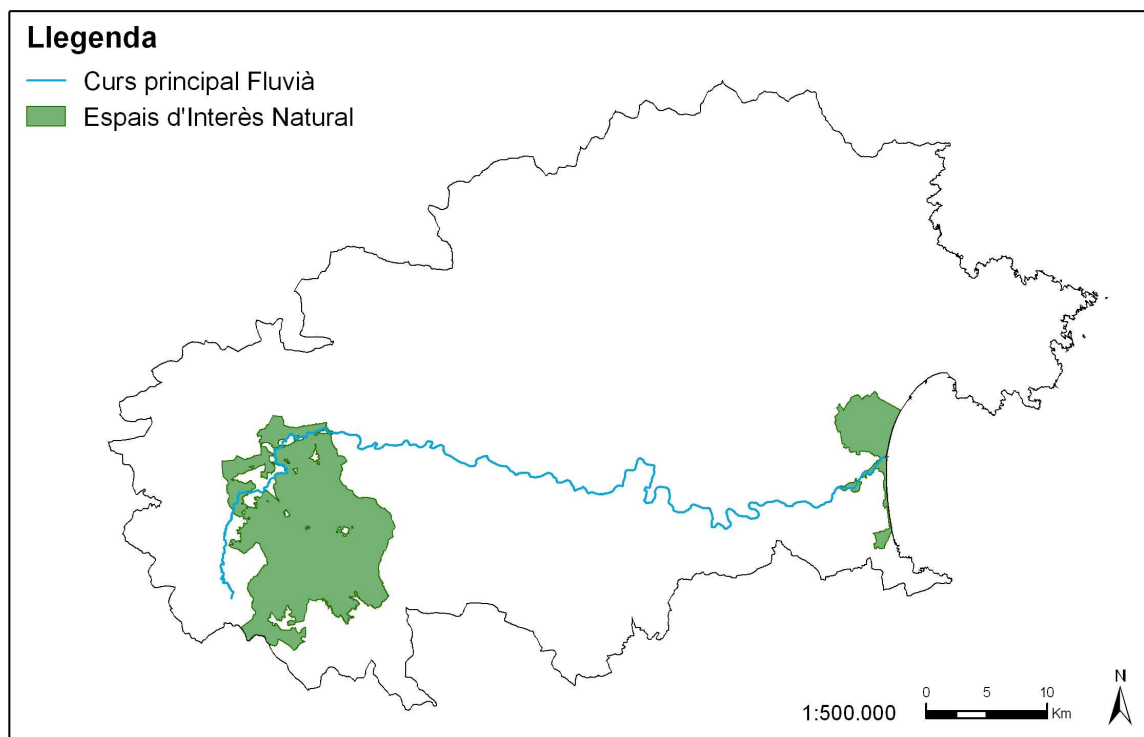


Figura 2.4. Espais d'Interès Natural al riu Fluvià.

Font: Elaboració pròpia en base a les dades del DMAH, 2009.

Aqüífers Protegits

Les aigües subterrànies constitueixen un recurs hidràulic d'innegable importància en tot el territori català i l'aprofitament dels aqüífers deriva en molts casos cap a extraccions indiscriminades que posen en perill la mateixa existència del recurs. Aquesta sobreexplotació dóna com a resultat un descens constant dels nivells freàtics, que en les zones costaneres comporta freqüentment, un grau important d'intrusió marina i de salinització. És per aquesta raó que es va desenvolupar una norma específica per a gestionar aquest recurs, que es recull en el Decret 328/1988, d'11 d'octubre, pel qual s'estableixen normes de protecció i addicionals en matèria de procediment, en relació amb

diversos aqüífers de Catalunya. Aquesta normativa vol ser una eina per evitar-ne el seu deteriorament i fer-ne un ús sostenible.

La figura 2.5. mostra l'aqüífer protegit pel qual transcorre el riu Fluvià, i que en aquest cas queda restringit en el seu tram baix.

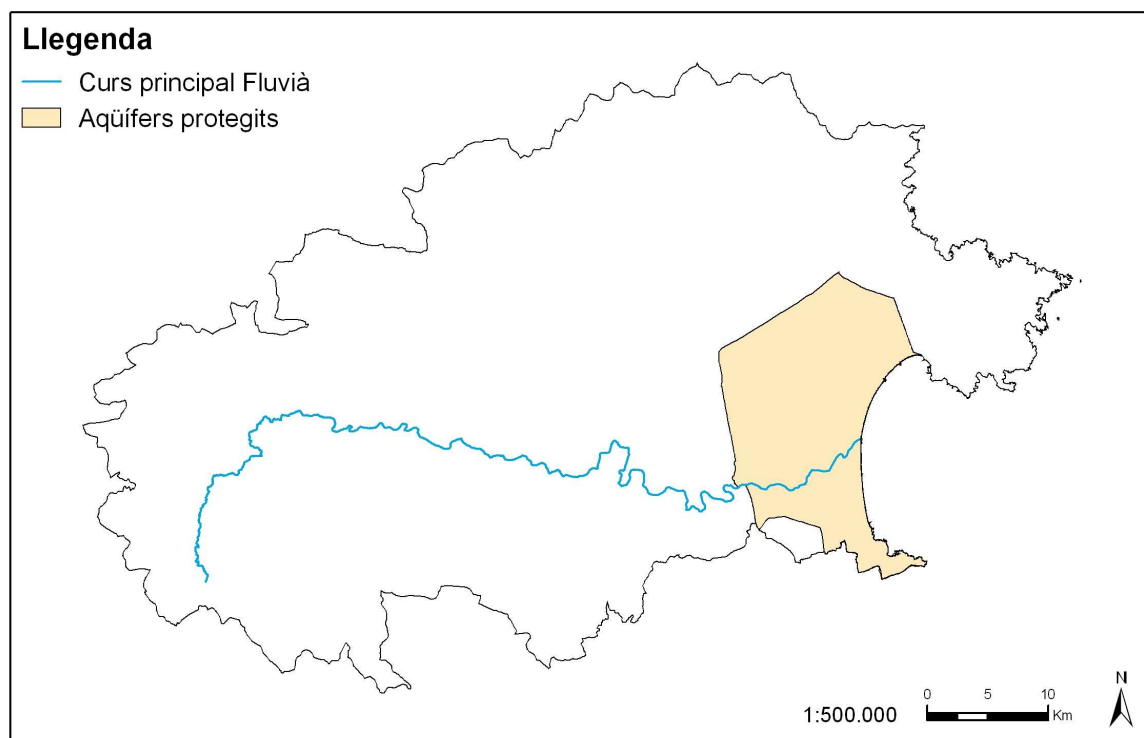


Figura 2.5. Aqüífers protegits al riu Fluvià.

Font: Elaboració pròpia en base a les dades del DMAH, 2009.

Espais d'Interès Geològic

Actualment existeix un inventari d'espais d'interès geològic de Catalunya (IEIGC), que té com a objectiu principal identificar i catalogar els aflorament geològics de major rellevància científica i didàctica, sota els criteris de representativitat, excepcionalitat i diversitat. Aquest inventari vol ser un instrument tècnic i alhora divulgador, que posi el coneixement del patrimoni geològic a l'abast de tothom, com a primer pas per a la seva conservació.

A la figura 2.6 s'exposen els espais d'interès geològic per on circula el riu Fluvià. Un d'ells té la seva localització en el municipi de Castellfollit de la Roca, on es troba un paisatge excepcional en quant a afloraments geològics, que permet l'observació de diferents processos relacionats amb el vulcanisme, com ara, superposició de colades de lava, inestabilitat de cingleres basàltiques i processos erosius. L'altre punt es localitza a Sant Joan les Fonts, on es pot observar colades basàltiques que voregen el riu.

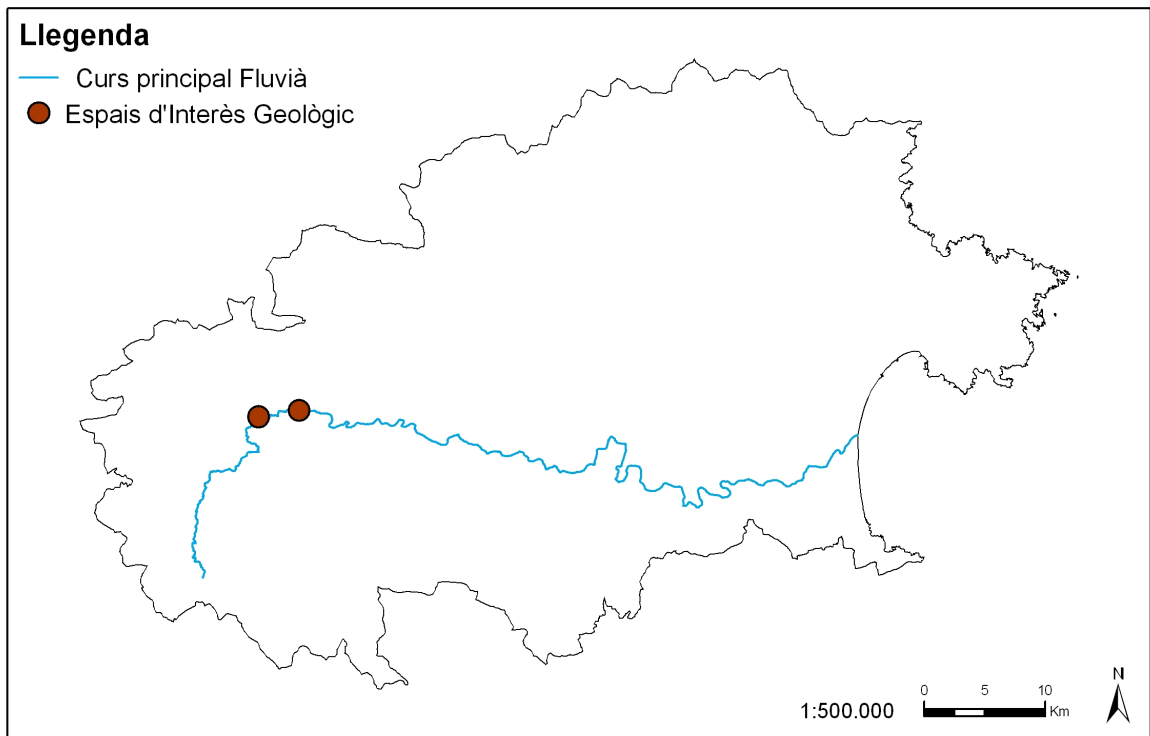


Figura 2.6. Espais d'Interès Geològic al riu Fluvià.

Font: Elaboració pròpia en base a les dades del DMAH, 2009.

Zones Humides

Les zones humides són un dels ecosistemes més diversos i rics biològicament, però alhora, són especialment vulnerables. Per tal de fer-ne una gestió adequada cal conèixer la seva localització, extensió i característiques. És dins d'aquest context, on la Direcció General de Boscos i Biodiversitat ha elaborat l'inventari de les zones humides

de Catalunya, per tal de facilitar el compliment de la normativa en relació a la seva protecció. Alhora aquest projecte vol contribuir a la base per a la redacció de futurs plans sectorials de zones humides, corresponents a les conques internes de Catalunya. Aquestes zones han estat objecte d'una caracterització ecològica, d'una avaluació d'interès i de la seva problemàtica de conservació.

L'inventari de zones humides de Catalunya es basa jurídicament en les disposicions legals següents: la Llei 12/1985, de 13 de juny, d'espais natural; del Reial Decret 1/2001, de 20 de juliol, que aprova el text refós de la Llei d'aigües; del Reial Decret 849/1986, de 11 d'abril, per el qual s'aprova el reglament del domini públic hidràulic i el Reial Decret 1664/1998 dels plans hidrològics de conca.

La figura 2.7. mostra les zones incloses dins l'inventari de zones humides de Catalunya, on es troben: els aiguamolls de l'Empordà, la resclosa de Serinyà i l'Illa del Fluvià, la resclosa d'en Bassols i del Molí i la resclosa de la fabrica de Sant Jaume de Llierca.

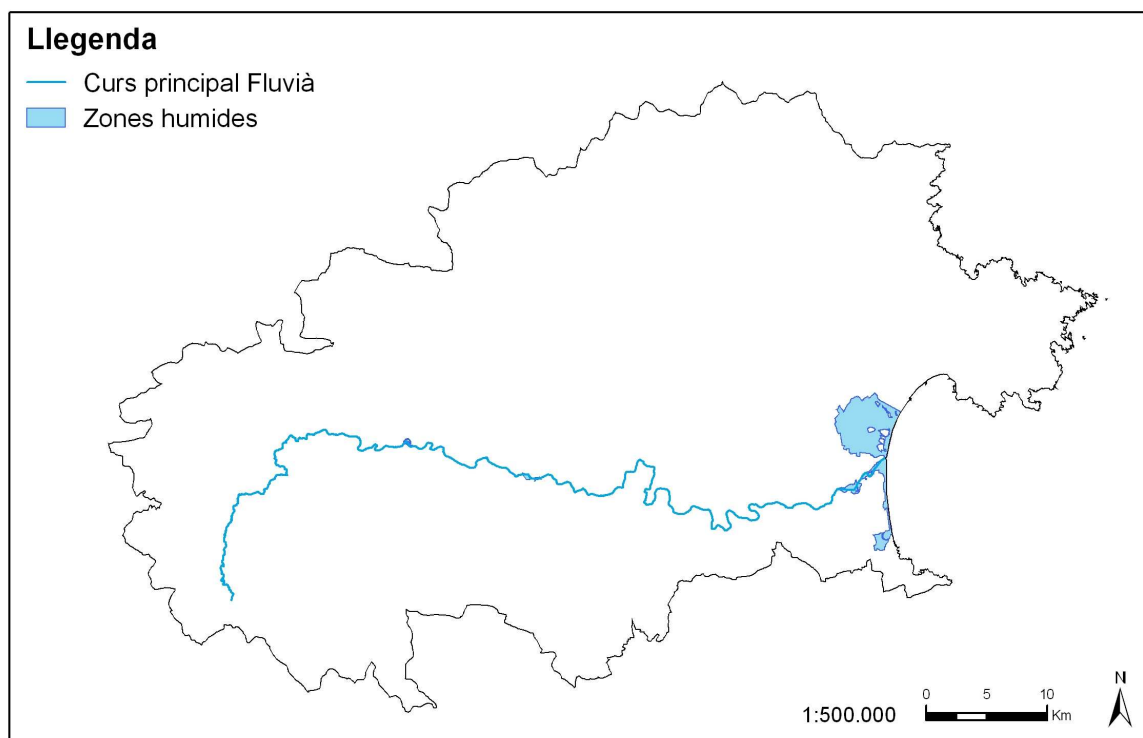


Figura 2.7. Espais del riu Fluvià inclosos a l'Inventari de Zones Humides de Catalunya.

Font: Elaboració pròpia en base a les dades del DMAH, 2009.

2.4. Medi físic i vegetació

La Garrotxa

La Garrotxa és una comarca de muntanya que orogràficament es situa entre les serralades subpirenenques i la Serralada Transversal. Aquesta congrega fins a una trentena de valls amb diferents orientacions, de dimensions mitjanes i amb desnivells que oscil·len entre els 300 i els 1000 metres. Les cotes més baixes es troben a llevant, mentre que les més altes es situen al nord-oest de la comarca.

La Garrotxa com a regió subpirenenca hauria de tenir un substrat geològic format per gresos, conglomerat i calcàries, sinó fos per la seva peculiar característica: el vulcanisme prehistòric. Aquesta particularitat ha donat lloc a una quarantena de cons volcànics de dimensions modestes, i a un conjunt de colades basàltiques que van lliscar per les valls fins arribar a l'extrem oriental de la comarca.

Com a conseqüència del clima, de la diversitat de relleus i substrats, la Garrotxa té una diversitat natural molt important. És una comarca forestal que proporciona rouredes de roure pèrol, fagedes, alzinars i zones de matollars i brolles que, en els darrers anys, reconquisten zones d'antigues pastures i conreus.

El Pla de l'Estany

La comarca del Pla de l'Estany limita amb la Garrotxa pel nord-oest, amb l'Alt Empordà pel nord-est i amb el Gironès pel sud. Tot i la seva reduïda dimensió presenta una gran varietat d'espais que donen lloc a un paisatge heterogeni. Es pot arribar a diferenciar fins a tres grans unitats amb diferents característiques. En primer lloc la plana de Banyoles, conca lacustre d'excepcional interès natural i paisatgístic, que ocupa tot l'espai central de la comarca. En segon lloc, la unitat geològica coneguda com a Terraprim, conjunt de turons suaus amb valls poc encaixades que no superen els 300 m. d'alçada i que s'estenen per la meitat oriental de la comarca, constituint un veritable espai de transició entre les muntanyes de la Garrotxa i la plana de l'Empordà. I per últim, el sector occidental de la comarca, unitat que es troba al redós dels darrers contraforts de la Serralada Transversal. Aquesta zona presenta un relleu més abrupte que la resta de la comarca, i tot i no assolir grans alçades, té una fesomia més muntanyosa i un paisatge vegetal més aviat garrotxí.

El conjunt del territori es divideix en dues grans conques hidrogràfiques: a la part oest i nord, les aigües vessen al Fluvià, que fa part del seu recorregut per la comarca i en alguns trams fa de frontera amb l'Alt Empordà, i la resta del territori drena les seves aigües al Ter. Dels afluents del Ter que neixen dins de la comarca el més important és el Terri que té un cabal modest però constant. En el cas del Fluvià l'afluent més important és el Ser, que tot i no néixer a la comarca, uneix les seves aigües al Fluvià, a la resclosa de Serinyà.

Les gran unitats o dominis de vegetació de la comarca són: la pineda de pi blanc per sota els 500 m, que ha anat substituint l'alzinar amb marfull; l'alzinar muntanyenc que ocupa els espais per sobre dels 500 m; i la fageda que apareix només en petits enclavaments a la serra de Portelles. A part d'aquestes unitats hi ha la vegetació que va lligada a condicions ambientals especials, com és el cas dels ambients fluvials, on es desenvolupen diferents boscos de ribera, els més importants són les vernedes i les avetoses, tot i que les darreres han anat desapareixen en benefici de les pastures.

El fet que la comarca del Pla de l'Estany sigui un espai de transició o confluència entre la Catalunya seca, amb components mediterranis, i la Catalunya humida, amb components eurosiberians, ha donat lloc a una variada composició paisatgística. Dins la comarca trobem tot tipus d'espais com: zones de muntanya amb bosc, penyes i rocams; ambients aquàtics com estanys, basses temporànies, rius i aiguamolls; zones rurals amb arbredes, prats de pastura, camps de conreu i ambients urbans. Aquesta diversitat d'espais ha portat alhora una gran diversitat d'espècies.

L'Alt Empordà

L'Alt Empordà limita al sud amb els relleus suaus del Terraprim de l'Empordà i el massís del Montgrí. A l'oest continua part del relleu del Terraprim, apareix el Fluvià i la serra de les Garrotxes d'Empordà, que representen l'extrem oriental del Prepirineu i que constitueixen un relleu abrupte. A l'est es localitza la plana formada per materials fluvials i d'aiguamolls, que s'endinsa cap al mar. En el límit nord es troba la serra pirinenca de l'Albera i de Rodes. La imatge que projecte l'Empordà és, en essència, una plana semienvoltada per muntanyes de diferents alçades oberta al mar.

En aquesta comarca es troben dos espais de transició, per un costat la zona alta, que transcorre de la Garrotxa fins a l'Empordà, i on es troben els cims com el puig de Bassegoda (1.373 m) i la Mare de Déu del Mont (1.123 m); i per altre banda l'espai de transició que ofereixen les serres poc elevades del Terraprim, entre el Pla de l'Estany i l'Empordà, ja mencionats anteriorment.

La xarxa hidrogràfica de l'Alt Empordà es resumeix en dues grans conques: la de la Muga i la del Fluvià. Totes dues tenen en comú un traçat majoritàriament de ponent a llevant que recull les aigües dels Pirineus més orientals i dels Subpirineus.

La vegetació de l'Alt Empordà es resumeix en dues gran regions biogeogràfiques: l'eurosiberiana i la mediterrània. La major part de l'Empordà pertany a la mediterrània i per tant hi ha un predomini de plantes adaptades a condicions climàtiques seques, per a poder així superar els períodes més àrids d'estiu. Els alzinars amb marfull són els boscos més representatius d'aquesta regió. Per altra banda, les zones més elevades amb un clima més plujós i fresc s'inclouen dins de la regió eurosiberiana, en aquest cas el bosc més representatiu és la fageda. Si parlem de comunitats de ribera, a l'Alt Empordà com a molts altres indrets, s'hi troben tres grups de formacions diferents: els boscos formats per gran arbres com per exemple pollancre, àlbers, freixes o verns; boscos constituïts per arbres baixos com els salzes; i per últim les formacions herbàcies que agrupen grans cànexs i gramínies. La vegetació de ribera de la comarca ha estat molt alterada per la intervenció humana al llarg del temps. En molts indrets les comunitats vegetals estan mal representades i moltes vegades algunes de les comunitats típiques han quedat substituïdes per altres.

2.5. Climatologia

La Garrotxa

Catalunya té un clima mediterrani que es caracteritza per hiverns amb temperatures suaus, estius calorosos i secs, i una pluviometria molt irregular, però dins d'aquesta categoria es poden descriure subtipus diferents. A la comarca de la Garrotxa podem diferenciar-ne fins a dos subtipus, a la meitat nord el clima és prepirinenc i es caracteritza per una pluviometria moderada, degut al pas de sistemes frontals, i per una precipitació convectiva durant l'època d'estiu. En aquest cas la precipitació mitjana anual (PMA) és de 650-1100 mm, el règim pluviomètric estacional (RPE) és màxim a l'estiu i a la primavera i mínim a l'hivern, la temperatura mitjana anual (TMA) és de 9 a 13°C i l'amplitud anual mitjana² de la temperatura (AAMT) oscil·la entre 16 i 19°C. En canvi a la meitat sud de la Garrotxa el clima prelitoral es caracteritza per precipitacions moderades produïdes per masses d'aire procedents del mediterrani. En aquesta zona la PMA es troba entre 600 i 1000 mm, el RPE és màxim a la primavera i a la tardor, la TMA es troba entre 11 i 15°C i la AAMT oscil·la entre 15 i 18°C.

² Amplitud anual mitjana: diferència entre la temperatura mitjana del mes més càlid i la del mes més fred.

El Pla de l'Estany

El Pla de l'Estany té un clima mediterrani del subtipus litoral, que es caracteritza per precipitacions moderades a la tardor o a finals de l'estiu, i rep una gran influència del mar mediterrani. La seva PMA és de 500-750 mm., el RPE és màxima a la tardor, la TMA va de 14.5 a 17°C i la AAMT oscil·la entre 14 i 15°C. L'índex d'aridesa o índex termopluviomètric dóna un valor corresponent a una zona semiàrida, més propera a valors de zona humida que de zona àrida. Les causes de la varietat climàtica al Pla de l'Estany es basen en la particular orogràfica que envolta la comarca, per la seva proximitat a la mar Mediterrània i la seva llunyania de l'oceà Atlàntic, i pel fenomen lacustre present a la zona central de la comarca.

L'Alt Empordà

L'Alt Empordà mostra un clima mediterrani litoral a la seva meitat sud, que es caracteritza per precipitacions moderades a la tardor o a finals de l'estiu, i rep una gran influència del mar mediterrani. La seva PMA és de 500-750 mm., el RPE és màxima a la tardor, la TMA va de 14.5 a 17°C i la AAMT oscil·la entre 14 i 15°C. En canvi a la seva meitat nord, el clima és mediterrani prepirinenc i es caracteritza per una pluviometria moderada, degut al pas de sistemes frontals, i per una precipitació convectiva durant l'època d'estiu. En aquest cas la PMA és de 650-1100 mm, el RPE és màxim a l'estiu i a la primavera i mínim a l'hivern, la TMA és de 9 a 13°C i la AAMT oscil·la entre 16 i 19°C.

2.6. Àmbit Socioeconòmic

La Garrotxa

La Garrotxa mostra un desequilibri demogràfic i territorial ja que la major part dels habitants de la comarca viuen confinats a la vall del Fluvià, en el tram que va des de les Preses fins a Sant Joan les Fonts.

La seva economia fa un esforç per diversificar-se en els diferents sectors, tot i així el sector agropecuari en els últims anys ha experimentat un retrocés, seguint la tendència que es dóna a la resta de Catalunya, el sector l'industrial té un pes important amb la indústria alimentària i també el sector serveis que ha experimentat un creixement en els últims anys amb l'anomenat ecoturisme.

El Pla de l'Estany

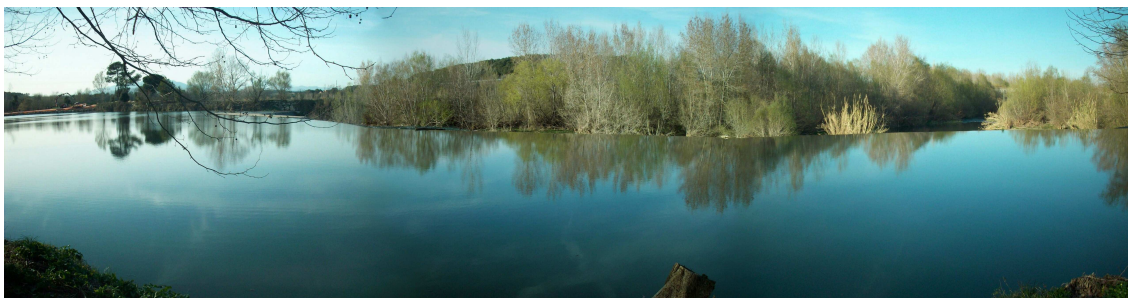
L'economia de la comarca es troba molt diversificada, té un sector industrial important en les branques d'alimentació, del metall o del cuir, un sector serveis fort especialment en el comerç, i un sector de la construcció i de l'agricultura amb un pes gens menyspreable, que treu profit de la bona localització i proximitat de les infraestructures viàries pel transport.

L'Alt Empordà

Aquesta comarca és una zona molt dinàmica fruit de la seva situació geogràfica i del gran nombre de vies de comunicació que la creuen de nord a sud.

La regió Empordanesa té una economia molt diversificada, el sector primari que engloba agricultura, ramaderia i pesca, té encara força rellevància tot i el continu descens. Tot i així són la indústria, la construcció i el sector serveis els que ocupen la major part de la població activa. El turisme és una de les activitats amb més pes del sector serveis, i en els últims anys s'està treballant per consolidar un canvi de rumb del que havia estat el turisme de sol i platja, per noves formes de turisme vinculades a la riquesa natural i patrimonial.

Descripció de l'anguila europea



3. DESCRIPCIÓ DE L'ANGUILA EUROPEA

3.1. Taxonomia



Figura 3.1. Fotografies *Anguilla anguilla*. Autor: Miguel Clavero.

- **Família:** Anguillidae
- **Nom específic:** *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758)
- **Nom comú:** Anguila europea

Es tracta d'una família petita amb aproximadament 15-20 espècies en un sol gènere (*Anguilla*). Dues espècies es troben al Atlàntic nord: l'anguila europea (*Anguilla anguilla*) i l'anguila americana (*Anguilla rostrata*). La separació de les dues espècies es basa en trets morfològics i moleculars.

3.2. Morfologia

Es distingeix de qualsevol altre peix d'aigua dolça pel seu cos allargat, cilíndric i comprimit lateralment a la part posterior. Les aletes dorsal, caudal i anal són llargues i confluentes i li manca l'aleta pèlvica. Les aletes pectorals estan força desenvolupades. Les escates són molt petites, el·líptiques i integrades a la pell. També es caracteritza per presentar abundant mucositat. El cap és força llarg i els ulls petits. Té la part anterior de la badiu tubular i la posterior oberta lleugerament abans del marge anterior de l'ull. La boca es troba en posició terminal i la mandíbula inferior lleugerament més

projectada que els maxil·lars superiors. Les dents són petites i estan situades en fileres a la mandíbula i a una part del vòmer. L'orifici branquial és vertical i es troba per davant de les aletes pectorals. La línia lateral és conspícua.

Les larves leptocèfals i les angules són transparents i els juvenils (també anomenats angulons) bru verdós. La color dels adults, a les aigües epicontinentals, és bru verdós a la part dorsal i groguenc a la part ventral (fase d'anguila groga). Aquests canvien a negrós al dors i platejat al ventre (fase d'anguila platejada) durant la migració dels adults. En aquesta fase, abans del viatge migratori, el diàmetre de l'ull li creix considerablement, la boca s'allarga i es torna més estreta i apuntada i les aletes pectorals més lanceolades.

La seva mida oscil·la entre els 400-600 mil·límetres de longitud; en rares ocasions més grosses (fins als 2.000 mil·límetres). Les femelles normalment són una mica més grosses que els mascles.

3.3. Cicle vital

L'anguila europea (*Anguilla anguilla* L.) és una espècie catàdroma, és a dir, que viu a les aigües continentals però es reproduïx al mar, i el seu cicle vital (fig. 3.2) depèn considerablement de les condicions oceàniques. La maduració, la migració, la fresa, el transport larvari i les dinàmiques de reclutament es completen al mar obert.

Els adults parcialment madurs abandonen les aigües continentals en moments diferents que depenen de la fase lunar i de les condicions atmosfèriques (Desaunay and Guérault, 1997; Okamura, Yamada, Tanaka, Horie, Utoh, Mikawa, Akazawa, Oka 2002; Tesch, 2003). Normalment, succeeix a les nits fosques (sense lluna) i plujoses. La migració aigües avall es produeix quan s'aproxima la maduració sexual. Les anguiles que viuen en aigües tancades poden fer una part del trajecte per reptació terrestre. Aquesta migració té lloc a finals de l'estiu o a la tardor i els adults arriben a la seva àrea de fresa a finals de la primavera següent. Els individus migren cap a mar obert a

profunditats d'entre 300 i 700 metres. En aquesta fase, també anomenada d'anguila platejada, neden cap al sud fent servir els corrents Canària i Nord-equatorial i arriben entre 6 i 7 mesos més tard al mar dels Sargassos (Atlàntic nord) per a fresar i morir.

La reproducció de les anguiles ha estat un misteri durant molt de temps, ja que no han estat trobats, en aigües europees, individus adults sexualment madurs. Tampoc, han estat trobats encara els ous de l'espècie en mostres de plàncton extretes al mar dels Sargassos. Schimdt (1923) va arribar a la conclusió de que l'anguila europea només fresava en aquest mar a partir de la distribució de les larves més petites. La teoria de la panmixia estableix que tan sols existeix un únic stock reproductor d'anguila europea, no obstant, recents estudis posen en dubte aquesta afirmació. Els estudis genètics apunten cap a aquesta teoria (Avisé et. al, 1982) però d'altres indiquen, contràriament, que existeixen diferents poblacions reproductores (Wirth i Bernatchez, 2001).

No existeixen dades concretes sobre l'àrea de fresa, però se sospita que, igual que la migració, podria succeir a la zona pelàgica superior als 200 metres de profunditat (Kleckner, 1980) i a una temperatura aproximada de 20° C. Se sap que té lloc principalment des del mes de març fins al juny i que el seu pic màxim esdevé a l'abril (Schmidt, 1925).

Les larves leptocèfal són transportades al llarg del corrent del Golf i per la deriva nord-atlànica en un viatge de 8-9 mesos de tornada cap a les costes de l'Atlàntic est (Lecomte-Finiger, 1994; Arai et al. 2000). El mecanisme a través del qual els leptocèfals arriben a les costes europees encara no és ben conegut. Existeixen indicis de que les larves neden activament i que la deriva juga un paper menor en el seu viatge migratori, quan més gran és la mida del leptocèfal. Concretament, es descarta el transport actiu en les larves inferiors als 5 mm, mentre que en les superiors a aquesta mida, el moviment actiu pot tenir un paper important en el procés migratori (Yamamoto and Yamauchi, 1974; Yamauchi et al. 1976; Pederson, 2003; Palstra et al. 2005). Arriben a les zones continentals amb una grandària aproximada de 70 mm i es metamorfosegen en angula, presentant ja una aparença d'adult però amb el cos transparent.

Les angules són observades a la tardor a les costes portugueses, a l'hivern al mar del Nord i a la primavera al mar Bàltic. Quan té lloc la metamorfosi cap la fase d'angula, entren als estuaris i es produeix l'ascens riu amunt. La pigmentació comença a augmentar durant aquesta migració i les angules es transformen en la fase juvenil d'anguila groga. Durant aquest període, poden remuntar els corrents fins arribar als trams alts dels rius. El viatge té lloc principalment a la nit i mostren una capacitat considerable per a franquejar els obstacles. Val a dir que els mascles rarament han estat registrats per sobre dels 200 km aigües amunt. Normalment, viuen als trams fluvials més propers a la costa, així com a les albuferes o llacunes (Tesch, 1977). Als sistemes fluvials creixen, en fase d'anguila groga, fins que arriben a la maduresa parcial a l'edat de 6-10 anys (Tesch, 2003).

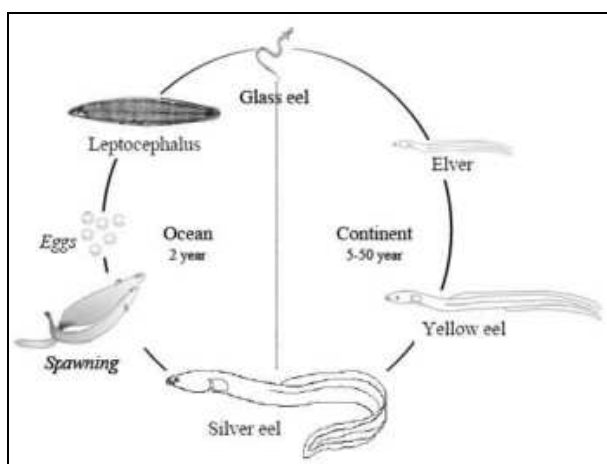


Figura 3.2. Cicle biològic de l'anguila europea. Font: Dekker, 2004.

3.4. Alimentació

L'anguila s'alimenta d'una àmplia varietat d'organismes bentònics. Es pot considerar omnívora i carronyaire. Les larves leptocefals s'alimenten de zooplàncton. A la fase d'angula cessa l'alimentació degut a la pèrdua de les dents de la fase larvària. Els juvenils i l'anguila groga s'alimenten de larves d'insectes, oligoquets, crustacis, peixos, etc. La mida de les seves preses augmenta amb la mida del individu. A la fase d'anguila platejada cessa novament l'alimentació.

3.5. Distribució

L'anguila europea fresa principalment a dintre d'una estreta el·lipse amb un eix que s'estén de l'est cap a l'oest des dels 48° als 74° longitud oest i entre els 23° i 30° latitud nord (McCleave et al. 1987).

En fase juvenil i adulta, es troba a tots els rius europeus que desemboquen al Mediterrani, al mar Bàltic i al mar del Nord, així com a l'Atlàntic, des de Escandinàvia fins al Marroc i les Illes Canàries (fig.3.3). Molt rarament, arriba al mar Blanc i al mar de Barents, havent estat registrades cap a l'est del Pechora. Pocs efectius entren al mar Negre, migrant cap a l'est de la desembocadura del riu Kuban i, ocasionalment, alguns individus arriben al Volga a través dels canals. Tot i que detectada a la majoria de les aigües terra en dins, una gran quantitat de les poblacions es queden al mar (nord-oest de l'Atlàntic i Mediterrani).



Figura 3.3. Distribució mundial de l'anguila europea.

Font: FAO, 2008.

A l'Estat espanyol, l'anguila està present a gairebé totes les conques hidrogràfiques encara que limitada per la presència de grans embassaments. Ha desaparegut per aquest motiu a la major part de l'Ebre, Duero, Tajo i Guadiana. Per Comunitats

Autònomes es troba a Catalunya, País Valencià, Múrcia, Andalusia, Galícia, Astúries, Cantàbria, País Basc i Navarra; així com a les Illes Balears i Canàries.

A Catalunya, la distribució de l'espècie s'estén per les conques internes i per les intercomunitàries. Es podia trobar en gairebé totes les conques fins als mil metres d'altitud aproximadament (IBICAT, 2003), però actualment ha patit un gran retrocés. Tan sols habita als cursos baixos o en conques sense grans embassaments com el Fluvià, o els trams baixos de la Muga, Ter, La Tordera, Besòs, Llobregat, Francolí i Ebre.

Pel que fa a la conca del riu Fluvià, l'anguila hi és present des dels trams alts fins a la desembocadura (veure apartat 2.2). No obstant, no es pot descartar que la presència en zones properes a la capçalera del riu, hagi estat motivada per les repoblacions portades a terme des del 1998 per la Generalitat de Catalunya.

3.6. Hàbitat

Es troba a tot tipus de masses d'aigua epicontinentals, però preferentment les connectades amb el mar. Les larves leptocèfal viuen a les aigües someres de l'Atlàntic. Les angules als estuaris i llacunes salobres d'Europa i els juvenils i els adults viuen als rius, basses i llacs. En la fase d'anguila groga, la que viu als sistemes fluvials, tant en petits rierols com als grans rius i llacs.

A les aigües continentals, prefereix els substrats de sorra i fang, però també es troben sota les pedres i a les esquerdes. Tant mascles com femelles migren riu amunt però predominen aquestes últimes.

Als rius el seu domini vital varia entre els 1.300 i 2.700 m². L'anguila adulta en fase platejada migra a través de les aigües profundes del oceà cap la seva àrea de fresa, la qual s'estima en aproximadament 2.000 km d'extensió.

3.7. Estatus de conservació i principals amenaces

Referent al estatus de conservació de l'espècie a nivell mundial, la classificació de la UICN és la següent: **CR A2bd + 4bd**. Es troba en perill crític i brusc descens per raons encara desconegudes.

Al "*Llibre Vermell dels Vertebrats Espanyols*" es classifica com Vulnerable (V) i, des del 13 de març de 2009 es troba catalogada a l'Apèndix II de la Convenció sobre el Comerç Internacional d'Espècies Amenaçades de Fauna i Flora Silvestres (CITES). Al Catàleg de Fauna Amenaçada de Catalunya (en tràmit) apareix com a Vulnerable.

Els estudis indiquen que l'stock d'anguila europea ha patit una davallada d'aproximadament un 99% des dels anys 80 (Dekker, 2003b). La mateixa tendència s'observa en les espècies japonesa i americana. El reclutament de l'angula al continent europeu també mostra un fort descens a partir del mateix període. Des del 2000, tan sols es recluta entre un 1 i un 5 % dels nivells de reclutament que presentava l'espècie abans dels anys 80. Com que aquests valors són tan baixos, les poblacions continuaran decreixen a mesura que els adults vagin desapareixent de l'stock (Dekker, 2004).

Aquest descens que ha vingut patint l'espècie, en les dues últimes dècades, probablement es deu a una sinergia, entre activitats humanes i fluctuacions oceàniques, que l'està portant al caire de la seva extinció (van Ginneken & Maes, 2006). Tot i que la motivació exacta d'aquest fenomen encara és desconeguda, entre les possibles causes s'inclouen:

- a) Contaminació amb PCBs tòxics, els quals, s'alliberarien de les reserves de greix durant la migració de llarga distància i provocarien interferències en la reproducció de l'espècie (Castonguay et al. 1994).
- b) Infecció pel nematode *Anguillicola crassus* (Haenen, 1995). Aquest paràsit va ser introduït, des del Japó, a partir de *stocks* experimentals de l'espècie *Anguilla japonica*.

- c) Infeccions víriques (van Ginneken et al. 2004, 2005a).
- d) Canvis oceanogràfics/climàtics (Knights, 2003).
- e) Disminució de les reserves de greix degut a deficiències en els suplementes d'alimentació a les aigües continentals (Svedäng and Wickstrom, 1997).
- f) Obstrucció de les rutes migratòries per grans plantes hidroelèctriques (Castonguay et al. 1994)
- g) Sobrepesca de l'espècie (Castonguay et al. 1994; Dekker 2003a, 2004).

La principal problemàtica que es tracta en aquest projecte és la referent a l'obstrucció de la ruta migratòria de l'espècie al curs fluvial. Les rescloses que s'ubiquen al Fluvià constitueixen una barrera infranquejable en molts casos i les plantes de generació hidroelèctrica podrien constituir una greu amenaça. Els informes sobre el perill que suposen les turbines de les plantes hidroelèctriques per a les anguiles en migració són nombrosos i daten des del origen de les mateixes centrals (e.g. Lundbeck, 1927; Kroezus, 1954; von Raben, 1955, 1958; Butschek and Hofbauer, 1956; Schiemenz, 1958, 1960a; Müller, 1962). Les anguiles sovint són lesionades per les turbines no tan sols pel fet de tenir un cos allargat, si no també perquè, en la seva migració aigües avall, segueixen el corrent que les condueix cap als canals de derivació (Tesch, 1999). Les proteccions instal·lades a l'entrada d'aquests canals són efectives per frenar el pas dels peixos amb una forma típica, però normalment no impedeixen el pas de les anguiles ja que són molt primes. Tan sols, si el diàmetre de la reixa es inferior als 2 cm, resulta efectiva per bloquejar a les anguiles en migració (Tesch, 1999).

Connectivitat



4. CONNECTIVITAT

4.1. Biodiversitat i connectivitat

Totes les anàlisis sobre la biodiversitat a Europa coincideixen en constatar una pèrdua sostinguda de diversitat biològica, tant en espècies, com en hàbitats i paisatges (Mallarach, J.M. & Germany, J. 2006). Els canvis en els usos del sòl, el deteriorament i la fragmentació d'aquests, es situen entre les primeres causes d'aquesta pèrdua. Aquests canvis en la matriu territorial estan generalment associats a l'efecte barrera de les infraestructures, la urbanització dispersa i la intensificació o abandonament de l'activitat agrària. La fragmentació del territori dona lloc a la divisió dels espais naturals i al seu aïllament, reduint la seva mida i la qualitat dels seus hàbitats, alhora que aquests esdevenen inviables per el manteniment de certes espècies i de l'ecosistema en general (Mallarach, J.M. & Germany, J. 2006).

La magnitud d'aquesta problemàtica ha donat lloc a diferents reaccions polítiques. En el cas de la Unió Europea es va assolir el compromís d'aturar la pèrdua de biodiversitat, abans del 2010. Aquest acord queda recollit en el document "*Missatge des de Malahide: aturant la pèrdua de biodiversitat ,2005"*, on s'exposa aquest compromís i també l'advertència de les conseqüències, que la pèrdua de biodiversitat pot suposar en el progrés econòmic i social d'Europa. S'ha de tenir en compte que la pèrdua de biodiversitat es tradueix en pèrdua de valors ecològics, ètics, econòmics, científics, patrimonials, alimentaris, mèdics, etc.

Per altra banda, "*l'Estratègia de la Comunitat Europea en Matèria de Biodiversitat, 1998,*" assegura que l'establiment d'un sistema de zones protegides no és suficient i que cal fer us sostenible de la biodiversitat, fins i tot, en les zones situades fora dels espais protegides. Per tant, cal treballar en mesures de conservació que tinguin un enfocament integral del territori i per tant permetin mantenir les propietats estructurals i funcionals dels ecosistemes.

Conscients d'aquesta problemàtica, s'ha impulsat des del Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat, la redacció de les directrius sobre connectivitat ecològica, que es presenten mitjançant el document "*Bases per a les directrius de connectivitat ecològica de Catalunya, 2006*". Aquest és el document marc sobre temes de connectivitat a Catalunya i recull el treball dut a terme per experts en la matèria, alguns d'ells reconeguts internacionalment. En aquest treball es troben referenciats els criteris a tenir en compte en la presa de decisions, en les regulacions, en la planificació i programació, i en les bones pràctiques que tenen com a objectiu el manteniment i millora de la connectivitat ecològica. És amb aquest document de referència, amb el qual s'ha dut a terme la redacció d'aquest apartat i on es troba una de les múltiples definicions del concepte de connectivitat ecològica:

"[...] tota la dimensió dinàmica i funcional, del medi natural que permet la dispersió i moviment dels organismes, el manteniment dels processos ecològics i el funcionament dels ecosistemes, alhora que aporta avantatges socials, econòmics i ambientals."

(Bases per a les directrius de connectivitat ecològica de Catalunya, 2006)

Cal tenir sempre present que la prioritat, quan es parla de connectivitat, és prevenir la fragmentació del territori i la dels seus sistemes naturals, i alhora evitar la disminució de la seva permeabilitat en relació amb els fluxos ecològics. La connectivitat és un concepte molt intuïtiu, aplicable a totes les escales: a nivell local, regional, nacional, etc. Això fa que sigui una bona eina per afrontar la pèrdua de biodiversitat, i tot i que encara genera algunes incerteses, aquest concepte ha atret l'atenció de tècnics i planificadors, que l'han desenvolupat i aplicat en el nostre territori. S'ha demostrat que amb una bona gestió és possible garantir el desenvolupament d'una xarxa ecològica efectiva, sempre que s'assoleixi la cooperació dels sectors i dels agents locals implicats, aspecte que esdevé clau.

Actualment, tan el Conveni sobre la Diversitat Biològica com la política comunitària en aquesta matèria, reconeixen la necessitat d'integrar la conservació de la natura en el procés de presa de decisions socioeconòmiques. Aquest requisit és indispensable per tal que la política de conservació esdevingui eficaç. Tanmateix, altres aspectes importants i que no es poden menystenir són: la necessitat d'avançar en el coneixement sobre la diversitat i fer el seguiment dels resultats, de manera que es puguin fer modificacions per a millorar l'efectivitat de les actuacions; i aconseguir una millor cooperació entre comunitats i estats, per tal d'assolir els objectius comunitaris.

4.2. Connectivitat fluvial

Els espais fluvials presenten unes característiques molt favorables per al manteniment de la connectivitat. Aquests constitueixen una xarxa que posa en relació hàbitats i paisatges, i alhora esdevenen un punt clau en la dispersió i moviment d'un gran nombre d'espècies, ja siguin aquàtiques o no. Aquest espai no s'entén només pel curs propi de l'aigua sinó que també cal tenir en compte el bosc de ribera que l'envolta, les zones humides que crea i les planes d'inundació que l'acompanyen. És aquesta diversitat d'àrees que donen com a resultat un conjunt d'ecotons riberencs amb gran riquesa i que alhora desenvolupen la funció connectora entre hàbitats (Mallarach, J.M. & Germany, J. 2006).

A l'hora d'enfrontar-se amb problemes de connectivitat fluvial cal discernir entre la connectivitat del sistema estrictament aquàtic, de la connectivitat ecològica que englobaria el total de l'espai fluvial, ambdues de gran importància i estretament relacionades.

Dins el curs fluvial es troben barreres físiques com rescloses, preses, manca de cabal, fragmentació de l'hàbitat, etc. i barreres químiques com la contaminació de les aigües, que dificulten els fluxos migratoris i els moviments, en general, de les espècies, trencant així la funció connectora del riu. La nova visió ecosistèmica dels espais fluvials ha anat acompanyada en els darrers anys, de millores en la qualitat de l'aigua, que han

ajudat a reduir els problemes de contaminació química en alguns trams. En canvi, aquesta millora ha posat de manifest com les barreres físiques i les alteracions morfomètriques i hidrològiques són realment un greu problema per a la connectivitat fluvial.

“L'Estratègia Paneuropea per a la diversitat biològica i paisatgística” (1995), atorga un paper fonamental als espais fluvials i a la seva funció connectora, reconeixement que també recull el *“Pla d'acció de biodiversitat per a la conservació dels recursos naturals de la Unió Europea”*, (2001). Aquest reconeixement, juntament amb el desenvolupament de la Directiva Marc de l'Aigua (DMA), per la qual s'estableix un marc comunitari d'actuació en l'àmbit de la política d'aigües, ha introduït un canvi molt important en el concepte de gestió, protecció i planificació de l'ús de l'aigua i dels espais associats a aquest medi. Aquesta Directiva, però, descriu la funció connectora dels espais fluvials amb el concepte ambigu de *“continuitat”*, ara bé, el *“Protocol d'avaluació de la qualitat hidromorfològica dels rius”*, d'ara en endavant HIDRI, promogut per l'Agència Catalana de l'Aigua, defineix i concreta aquest paràmetre com un dels objectiu per a assolir el bon estat ecològic dels rius. Aquest document també exposa com a través d'una restauració hidromorfològica, es millora la connectivitat, que és un dels objectius a assolir i que recull la DMA.

Cal tenir present, que la rehabilitació de la funció connectora de les franges riberenques no són exclusivament de l'àmbit de competències de l'ACA, ja que la normativa d'aigües tan sols li atorga la plena competència en la planificació del domini públic hidràulic, cosa que esdevé insuficient per a tractar problemes de connectivitat ecològica. És per aquesta raó, que per a dur a terme estratègies de connectivitat en espais fluvials, cal coordinar les entitats amb competències hidràuliques amb els departaments de planejament territorial i de medi ambient.

Recentment l'ACA ha assignat al *“Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis (CERM), Fundació Museu Industrial del Ter”*, un projecte per tal de conèixer el grau de connectivitat dels nostres rius, seguint les directius que marca la DMA. Cal insistir, que

per fer propostes de millora per a la connectivitat fluvial a través de dispositius correctors, és necessari conèixer quina és la situació actual de les espècies migradores, quin és l'estat dels connectors o passos i quina és la seva eficàcia real. Aquest treball vol recollir informació en aquest sentit i un cop realitzat es proposaran millores, per a solucionar la migració dels peixos en els rius catalans. Aquest estudi s'ha dut a terme entre el 2006 i el 2008 però encara no s'han fet públics els resultats. Aquest serà sens dubte, un dels passos més importants que s'haurà dut a terme per a la millora de la connectivitat fluvial a Catalunya.

4.3. Anàlisi de les barrera fluvials

4.3.1. Avaluació dels espais fluvial

La DMA té com a objectiu establir un marc per a la protecció de les aigües, prevenir-ne la contaminació, promoure'n l'ús sostenible, protegir el seu entorn, millorar l'estat dels ecosistemes i atenuar els efectes de les inundacions i les sequeres. Aquesta normativa proposa l'any 2015 com a llinar perquè les aigües assoleixin un bon estat ecològic. La directiva planteja una nova visió i gestió del recurs i posa de manifest la necessitat d'establir una cooperació de caire transfronterer entre estats i les entitats implicades en la planificació de l'aigua.

Amb l'objectiu d'assolir un bon estat ecològic dels ecosistemes aquàtics, la directiva proposa avaluar l'estat dels rius a partir de variables biològiques: fitoplàncton, flora aquàtica, macroinvertebrats i peixos; hidromorfològiques: continuïtat, hidrologia, morfologia; i fisicoquímiques: condicions tèrmiques, oxigenació, salinitat, estat dels nutrients, estat d'acidificació, i altres contaminants. Cadascuna d'aquestes variables utilitza un índex per a calcular-ne el valor de qualitat. El desenvolupament d'un protocol per avaluar aquestes variables és un requeriment per tal de complir amb els objectius marcat per la directiva, i té la finalitat de permetre i complementar l'anàlisi de la qualitat integral del sistema fluvial.

Des de l'ACA s'ha treballat per a desenvolupar aquests protocols i actualment es disposa del BIORI (Protocol d'avaluació de la qualitat biològica dels rius), del HIDRI (protocol d'avaluació de la qualitat hidromorfològica dels rius), i del protocol fisicoquímic.

Pel context del present estudi, se centrarà l'atenció sobre el protocol HIDRI i la variable de continuïtat, per la seva relació amb els objectius plantejats. La valoració de la continuïtat fluvial es duu a terme mitjançant l'índex de connectivitat fluvial (ICF), recollit a l'HIDRI, el qual s'exposa detalladament a l'apartat de metodologia. Aquest índex vol avaluar les infraestructures que puguin representar una barrera per al moviment de la ictiofauna. El protocol recull alhora, informació que cal tenir present sobre barreres i/o infraestructures, i també sobre característiques de les espècies, per tal de fer una bona valoració.

4.3.2. Comunitats piscícoles afectades per les barreres

Les migracions són desplaçaments periòdics relacionats amb la reproducció, l'alimentació o l'ús de recursos d'algunes espècies. En el cas dels peixos, segons el tipus de migració podem distingir diferents grups entre espècies:

- Oceanòdromes, aquelles que la seva migració es dona exclusivament en el mar, un exemple és la tonyina.
- Potamòdromes, són aquelles espècies que la seva migració es dona íntegrament en aigües dolces com per exemple la truita.
- Diàdromes, són aquelles espècies que es mouen entre el mar i les aigües dolces. Dins aquest grup troben:
 - Anàdromes, espècies que passen la major part de la seva vida al mar però entren a les aigües dolces per a reproduir-se, un exemple és el salmó.

- Catàdromes, espècies que passen la major part de la seva vida en aigües dolces però migren al mar per a reproduir-se, en aquest grup troben l'anguila.
- Anfídromes, espècies que migren del mar a aigües dolces i viceversa, però no amb una finalitat reproductora, per exemple la llissa.

Les espècies que ocupen aigües fluvials tenen diferents característiques, que els proporcionen les capacitats per a superar obstacles. La seva capacitat de salt, la seva mida o la seva capacitat natatòria, poden ser aspectes clau per a poder superar les barreres que es troben al llarg del curs fluvial. En aquest sentit, l'HIDRI agrupa les espècies que presenten moviments migratoris més o menys importants i els classifica en funció del tipus de migració i de la capacitat per a superar obstacles.

4.3.3. Definició, classificació i efectes de les barreres

Tal i com s'ha exposat anteriorment, per a garantir la funcionalitat del sistema fluvial cal que els rius no presentin barreres que puguin trencar la connectivitat, ja que aquesta és imprescindible per restaurar el poblament ictíic natural en el curs fluvial, permetre la recolonització d'àrees anteriorment afectades i afavorir la dispersió per tal d'evitar l'endogàmia de les espècies. Tot i així, actualment existeixen barreres físiques situades dins d'espai fluvial que representen un obstacle potencial per a la fauna aquàtica o semi-aquàtica, i alteren les condicions de l'ecosistema aïllant diferents trams del riu i impeding la seva funció connectora.

“Es considera una barrera qualsevol estructura de caràcter antròpic capaç d'aturar i retenir l'aigua del riu i que, per tant, pot representar un obstacle potencial a la migració dels peixos.”

(Protocol d'avaluació de la qualitat hidromorfològica dels rius, 2006).

Podem classificar les barreres en dos grans grups:

- Preses petites. Engloben assuts, rescloses o qualsevol obra d'origen antròpic situada transversalment al riu. La seva alçada no supera els 10 metres i la seva cota de coronació és inferior o igual a la terrassa al·luvial. Aquestes infraestructures no tenen capacitat de laminar grans crescudes.
- Preses grans. Són obstacles de desenes de metres completament infranquejables per la fauna piscícola.

A dins d'aquesta classificació podem definir de forma més acurada les diferents estructures transversals que ens trobem en els rius (taula 4.1.), ja que aquestes presenten diferents característiques i capacitats d'alteració de la connectivitat fluvial.

Taula 4.1. Definició de les estructures transversals amb capacitat d'alteració de la connectivitat fluvial.

Font: HIDRI, 2006.

Estructures	Definició
Grans preses	
Preses	Mur de terra o de formigó en massa transversal al pas de l'aigua i de gran alçada (generalment > 10 m). Té una capacitat per retenir més de 0,5 hm ³ d'aigua. S'utilitza per emmagatzemar aigua per reg, abastament i per generar energia elèctrica, entre d'altres. És un obstacle clarament infranquejable per la fauna piscícola, a no ser que disposi d'algun mecanisme especial.
Petites preses	
Resclosa o assut	Mur de poca alçada (generalment < 10 m) transversal al flux de l'aigua, que atura l'aigua i n'eleva el nivell, generalment per derivar-ne fora del riu (per reg o producció d'energia elèctrica, principalment). La capacitat d'emmagatzematge és inferior a 0,5 hm ³ .
Gual	Estructura baixa inundable per avingudes de petit període de retorn que serveix per facilitar el pas de vehicles i persones. Pot tenir diferents tipologies, però és freqüent que tinguin cilindres o altres formes que permetin el pas de l'aigua per sota el gual (guals foradats).
Travessa	Mur enterrat a la llera d'un curs fluvial, transversal a la direcció del flux, que té per objectiu l'estabilització del fons i evitar l'erosió remuntant.
Pont ferroviari o de trànsit rodats	Estructura de pas de ferrocarril o per a la circulació del trànsit rodats sobre una llera. De vegades pot tenir una estructura de reforç damunt la llera transversal al pas de l'aigua, que pot suposar un obstacle potencial a la connectivitat fluvial.
Estació d'aforament	Estructura per mesurar i controlar els cabals. Sol presentar una resclosa que atura l'aigua per forçar que passi, laminada, per un canal de secció coneguda. En alguns casos pot representar un obstacle potencial a la connectivitat fluvial.

Tal i com s'exposa en el treball "*Impacto de las obras hidráulicas en la ictiofauna: dispositivos de pasos para peces en las presas de Espanya*" (Ministerio de Medio Ambiente, 1998) les repercussions i les alternatives a les barreres poden ser varies.

Els efectes directes, dels obstacles transversals al riu, poden agrupar-se en: els efectes aigües amunt, aigües avall, i els que genera la pròpia infraestructura. Les barreres produeixen riu amunt, un estancament de les aigües, que dona lloc a una disminució de les densitats poblacionals de les espècies que prefereixen aigües en moviment. Les principals causes de disminució del nombre de peixos es basen en la manca d'oxigen, la temperatura inadequada i la disminució de la diversitat d'hàbitats, que redueix la possibilitat de trobar llocs de posta o refugis. L'efecte de la construcció aigües avall, és bàsicament, l'alteració del cabal natural del riu degut a la seva regulació. En aquest cas, els embassaments que tenen una funció de producció d'energia són considerats els casos més greus, ja que provoquen canvis sobtats del nivell de l'aigua. Els efectes de la barrera en si, ja han estat esmentats anteriorment i es basen en la restricció del moviment de dispersió i de colonització de les espècies aquàtiques. Aquests efectes agreugen la situació de les espècies migratòries que veuen truncat el seu espai vital.

4.5. Mesures correctores

Els impactes que generen les estructures transversal dels rius poden corregir-se amb diferents actuacions (Elvira, B., Nicola, G., i Almododóvar, A. 1998).

- Eliminació de l'obstacle. Aquest tipus d'actuació pot ser interessant en aquelles infraestructures que actualment es trobin en desús. La voladura o el desmantellament de la barrera permetria la circulació natural del riu i alhora el pas de la fauna aquàtica. Aquest sistema pot ser una solució en preses petites de molins o canals de derivació en desús.
- Translocació. Aquest sistema consisteix en la captura i transport dels peixos. Els individus són capturats aigües avall de la infraestructura i posteriorment

alliberats aigües amunt d'aquesta. Aquest tipus d'actuació pot ser vàlid en ambdós sentits del riu.

- Passos per a peixos. Aquestes instal·lacions especials estan pensades per ajudar a la ictiofauna a superar i vèncer l'obstacle sense intervenció humana, a diferència del cas anterior

4.5.1. Disseny

Els passos bàsics que s'han de seguir a l'hora de dissenyar una instal·lació que millori la connectivitat per a l'ictiofauna, estan recollits en tres grans blocs segons "*From sea to source: Guidance for the restoration of fish migration in European Rivers*"(2006).

Bloc I: Definició

En aquest pas és necessari fer una descripció dels factors hidrològics, hidràulics, geològics, geomorfològics, dels perfils de secció i del substrat. Igualment necessari és conèixer els requeriments legals i econòmics de l'obra. En quant a les espècies objectiu és indispensable conèixer la seva presència i distribució en el riu. Posteriorment, amb tota aquesta informació recollida, es decideix quina és la instal·lació que pot donar solució a la connectivitat aigües amunt i avall del riu.

Bloc II: Disseny

Dins aquest bloc, cal determinar els criteris generals per el disseny de la instal·lació tenint en compte les característiques biològiques de les espècies objectiu i els criteris hidràulics. Cal consultar diferents manuals tècnics per tal de tenir el màxim coneixement de les possibilitats. I finalment obtenir els permisos i les llicències necessàries per dur a terme la construcció.

Bloc III: Construcció i Manteniment.

Un cop dissenyat és necessari fer una última revisió del disseny seguint els criteris biològics i hidràulics. En el procés de construcció cal coordinació entre els biòlegs i els enginyers encarregats del projecte. I finalment, cal desenvolupar el protocol per al

manteniment tenint en compte: la descripció general del funcionament, el seu període, la seva freqüència, els mètodes i materials necessaris i les normes de seguretat.

Taula 4.2. Procés per el disseny i la construcció d'un dispositiu per al pas dels peixos.

Font: From sea to source, 2006.

<p>Bloc I</p> <p>Definició</p>	<p>Condicions: Factors hidrològics i hidràulics; geologia i geomorfologia. Perfils de secció i substrats. Requeriments legals i econòmics.</p> <p>Espècies Objectiu: Estudi de les espècies presents i la seva distribució en el riu.</p> <p>Elecció de la instal·lació.</p>
<p>Bloc II</p> <p>Disseny</p>	<p>Criteris per al disseny general: Criteris biològics de l'espècie objectiu i criteris hidràulics.</p> <p>Criteris de disseny específics: Veure diferents manuals tècnics.</p> <p>Llicències i permisos: Sol·licitar permisos i llicències necessàries per a la construcció.</p>
<p>Bloc III</p> <p>Construcció i manteniment</p>	<p>Revisió última del disseny: Segons criteris biològics i hidràulics.</p> <p>Coordinació de construcció: Entre biòlegs i enginyers.</p> <p>Protocol de manteniment: Descripció general de la instal·lació. Període i freqüència. Mètodes i materials necessaris. Salut i normes de seguretat.</p>

A Catalunya existeixen, aproximadament, una cinquantena de passos de peixos enfront un miler d'obstacles (Ordeix M. Conferència "State of the art of fish connectivity in the Catalans rivers," recollida al document "From sea to source: Guidance for the restoration of fish migration in European Rivers", 2006). Tot i que no sempre tenen l'efectivitat que es voldria, representen una bona eina per a reduir l'impacte que generen les barreres transversals en els rius.

En el punt següent s'exposen alguns dels passos de peixos que actualment s'utilitzen arreu d'Europa i que venen recollits en detall en el document "Fish passes: design, dimensions and monitoring"(2002).

4.5.2. Tipologies

Existeixen connectors que volen semblar-se al màxim possible a un riu natural. El material que s'utilitza per a la seva construcció, és el que normalment es troba en els rius en condicions normals, per exemple: blocs, còdols, troncs, etc. Amb el pas del temps, aquestes s'acaben integrant molt bé en el paisatge i en algunes ocasions es poden crear nous recorreguts d'aigua i per tant nous biòtops.

Per altra banda, existeixen estructures tècniques que requereixen obres d'enginyeria més complexes i de difícil integració paisatgística.

ESTRUCTURES NATURALS

Canals laterals o rius artificials

El principi d'aquesta infraestructura és generar una ruta alternativa al contorn de la presa, intentant imitar l'aspecte i el comportament natural d'un riu petit. Aquest canal ha de connectar el riu aigües avall amb el límit aigües amunt de la infraestructura. Alhora, ha de tenir un pendent suau amb presència de blocs i còdols, de diverses mides en el fons, que permetin el pas de les espècies.

Aquesta mesura és convenient sempre que hi hagi l'espai suficient i no hi hagi variacions del nivell de l'aigua. El seu cost de finançament és baix però necessita d'un gran espai per portar-lo a terme. Pot ser necessari haver d'adaptar el terreny i/o combinar-lo amb altres estructures com per exemple, ponts o passos subterranis.

Aquesta opció és franquejable per a tota la fauna aquàtica i proporciona més espai vital a les espècies, alhora que és l'únic pas de peixos que evita tota l'àrea de la infraestructura i s'integra bé en l'espai. En aquest cas la presa resta inalterada i permet continuar amb la seva funció.

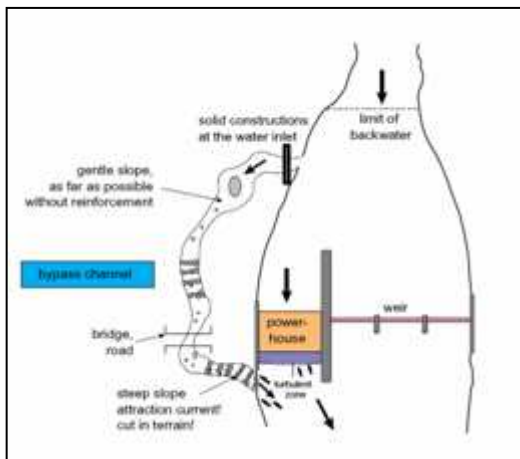


Figura 4.1. Esquema bàsic de bypass o canal lateral. Font: *From sea to source*,2006.



Figura 4.2. Canal a Lapnow Mill (Brandenburg). Font: *From sea to source*,2006.

Rampes de Fons

Les rampes de fons i els pendents són un mecanisme per dispersar la pressió hidràulica que es genera amb la diferència de nivell aigües amunt i avall. Aquestes estructures van ser originalment desenvolupades amb el propòsit d'estabilitzar el fons dels rius, i en alguns casos té la funció de reforçar i fixar la presa, alhora que evita l'erosió de l'aigua. Actualment, però, s'inclouen en les llistes de passos de peixos ja que permeten suavitzar la inclinació i disminuir d'alçada de la infraestructura. En aquest cas l'ús de blocs i còdols genera un ric mosaic d'estructures, que en definitiva, representen un avantatge en la restauració de la continuïtat del riu. Les rampes tenen un pendent suau i la mateixa amplada que l'obstacle. Existeixen diferents models en funció de les característiques del riu: tipus de substrat, força de descàrrega, etc. Aquesta opció s'utilitza per a superar obstacles amb poc desnivell i es recomana en infraestructures en desús on el nivell de l'aigua no ha de ser regulat.

Aquest tipus d'actuació té un cost relativament baix de construcció i manteniment, i l'ús de material com còdols i blocs dona un aspecte natural que permet una bona integració en el paisatge. Les rampes i els pendents no presenten problemes amb les corrents d'atracció ja que són fàcilment localitzades pels peixos. Són franquejables en

ambdues direccions per a tota la fauna aquàtica i a llarg termini es restableix la sedimentació, la velocitat típica del flux i les condicions del subsòl. Des de un punt de vista ecològic les rampes de fons amb un petit angle d'inclinació són una de les millor opcions per restaurar la connectivitat fluvial.

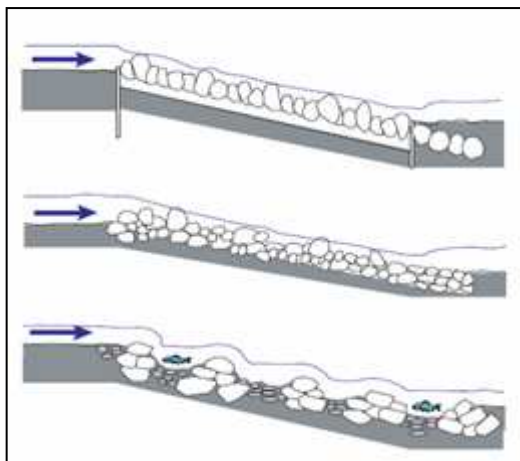


Figura 4.3. Diferents esquemes de construccions de rampes i pendents.

Font: *From sea to source*,2006.



Figura 4.4. Rampa de fons de Mühlentagen Goldbach. Font:

From sea to source,2006.

Rampes per a peixos

Una presa pot transformar-se en una rampa de fons si el nivell de l'aigua no necessita ser controlat i per tant la descàrrega és lliure. Però això no sol ser el normal, ja que aquestes infraestructures solen tenir diferents funcions, com permetre la generació d'energia elèctrica, protegir de les avingudes i utilitzar l'aigua per a l'agricultura o per altres activitats. En aquests casos es pot construir una rampa per a peixos integrada a la presa i amb una amplada més petita a la de la pròpia infraestructura. Aquesta es col·loca el més lluny possible de la descàrrega lliure, normalment en un lateral, i adopta la forma de cascada per assegurar la profunditat necessària de l'aigua i una velocitat de corrent que permeti la migració dels peixos.

Aquestes rampes poden ser utilitzades per a superar alçades de fins a 3 metres. La seva construcció és tècnicament exigent i necessiten estabilitat i resistència estructural per a

poder resistir les possibles avingudes. Requereixen poc manteniment ja que amb corrents forts queden lliures de brossa, i alhora generen un bon corrent d'atracció.

Aquestes infraestructures són franquejables per a tota la fauna aquàtica en ambdues direccions i el model per a dissenyar-les deriva de la pròpia natura, on l'objectiu principal és imitar la varietat de morfologies naturals que presenten els rius, amb més o menys escales o salts de diferents desnivells.

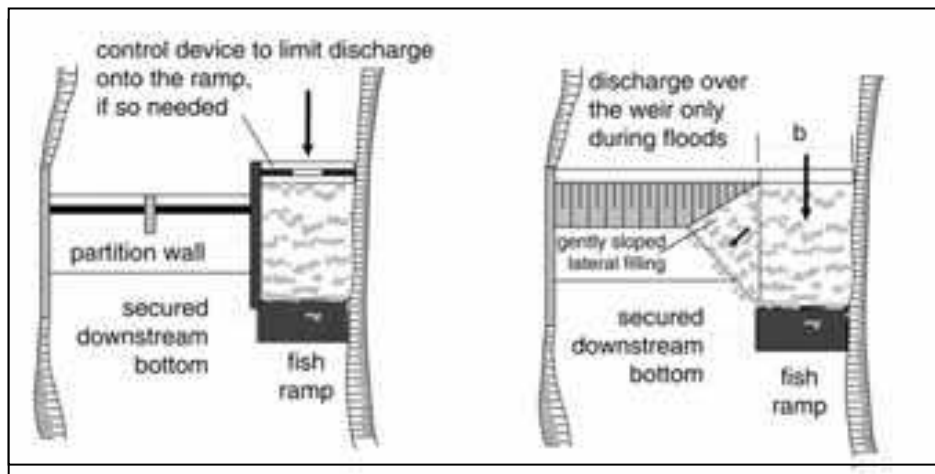


Figura 4.5. Esquema de presa amb comporta a l'esquerra i presa fixa a la dreta. Font:

From sea to source,2006.



Figura 4.6. Rampa per a peixos sobre el Sieg a Eitorf (Nord del Rin a Westphalia).

Font: *From sea to source,2006.*



Figura 4.7. Rampa per a peixos en el riu Elz, Baden-Württemberg.

Font: *From sea to source,2006.*

ESTRUCTURES TÈCNIQUES

Estancs successius

El principi dels estancs successius es basa en dividir l'alçada a superar en petits salts. Aquesta divisió del canal principal, des de la capçalera de la infraestructura fins al final del salt, es duu a terme amb la instal·lació de murs transversals que de forma successiva generen estancs escalonats. A la part superior dels murs hi ha una secció per a la descàrrega que permet la dissipació de l'energia potencial de l'aigua, esgló a esgló. I a la part inferior es presenten unes obertures col·locades de forma alternada en els costats, per tal que el peix pugui ascendir nedant a través d'elles.

Els peixos migratoris troben un corrent una mica més fort en el moment de passar al següent estanc, però un cop a dins la velocitat disminueix i alhora ofereix protecció i una oportunitat de descans. El fet de generar un fons desigual permet que la fauna bentònica també pugui superar l'obstacle.

Aquest tipus de infraestructura és convenient per a totes les espècies de peixos si les dimensions dels estancs i les obertures han estat escollides en funció de les mides de la fauna que s'hi espera.

Els murs transversals poden ser construïts amb material de formigó o maçoneria però també amb fusta, en aquest últim cas, facilita la opció de posteriors modificacions, però els murs necessiten ser substituïts amb el temps.

Els estancs successius s'utilitzen en preses, rescloses i en estacions d'energia hidroelèctrica i tenen un risc per obturació que cal solucionar amb un adequat manteniment.

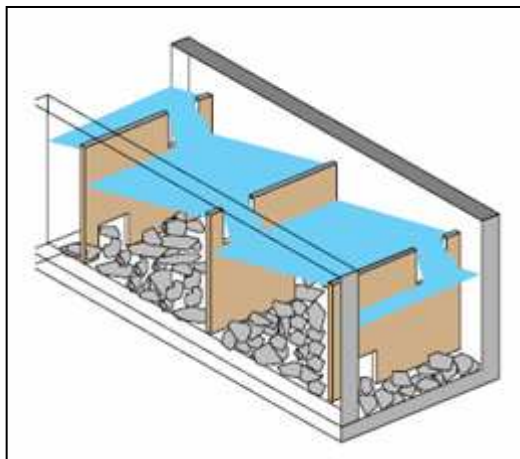


Figura 4.8. Esquema dels estancs successius.

Font: *From sea to source, 2006.*



Figura 4.9. Estancs successius en el riu Lippe (Dahl). Abans i després de l'entrada d'aigua.

Font: *From sea to source, 2006.*

Passos Verticals

Els passos d'obertures verticals es varen desenvolupar a Nord Amèrica on han estat molt utilitzats i en aquests últims anys, també se n'ha fet molt ús, a la República Federal Alemanya.

Aquest tipus de infraestructura és una variació dels estancs successius on els murs transversals tenen una obertura lateral al llarg de tota la seva alçada. Els murs poden tenir 1 o 2 obertures en funció de la seva mida i descàrrega d'aigua, i es col·loquen totes en el mateix costat de la infraestructura, en contrast amb les obertures dels estancs, on es col·loquen de forma alternada. Les descàrregues d'aigua són a través d'aquestes obertures i així es genera una molt bona atracció per els peixos. Els murs transversals poden ser construïts de formigó o fusta.

Aquest tipus de construcció és més fiable que algunes escales de peixos convencionals, perquè disminueixen el risc d'obturar-se. Els passos o obertures verticals són una bona opció per garantir el moviment de peixos amb poca capacitat de natació o peixos de mida petita, entre d'altres. Es pot reduir la velocitat del flux a prop del fons, col·locant un substrat de còdols i blocs que generin perturbacions. Aquesta estructura del

substrat permet que la fauna bentònica pugui ocupar els espais intersticials i alhora migrar.

Aquest tipus de pas es recomana en llocs on hi poden haver variacions de cabals a l'inici de l'obstacle, i es pot utilitzar en rius petits amb poca descàrrega, i també en rius de més envergadura.

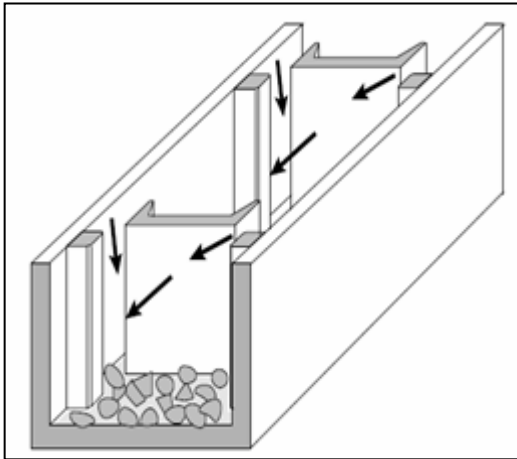


Figura 4.10. Gràfic de pas vertical amb dues obertures laterals.

Font: *From sea to source*,2006.



Figura 4.11. Pas de peixos amb obertura vertical. Font: *From sea to source*,2006.

Pas alentidor o pas de Denil

Al voltant del 1900, l'enginyer belga G.Denil va desenvolupar un disseny nou de pas per a peixos que va adoptar el seu nom. Aquest pas consisteix en un canal lineal amb una sèrie de pantalles amb forma de U, col·locades de forma regular, relativament properes les unes amb les altres i amb un angle d'inclinació de 45° en la direcció del corrent. El flux d'aigua passa a través de les pantalles per a la seva part inferior i d'aquesta manera ajuda a dissipar l'energia de l'aigua en el seu pas pel canal.

Aquesta estructura té un pendent esglaonat semblant a d'altres tipus de passos per a peixos i permet vèncer petites i mitjanes alçades, relativament amb poca distància, alhora que genera bones corrents d'atracció.

La construcció compacte dels passos alentidors presenta la possibilitat de prefabricar-lo en condicions seques i instal·lar-lo una vegada s'han unit totes les peces. Això fa que aquest tipus de construccions siguin particularment aconsellables en preses ja construïdes, que no disposen de passos per a peixos i que no permeten altres solucions.

El pas de Denil s'ha demostrat que és adequat per salmònids i ciprínids com el barb, per altra banda, i gràcies al monitoratge s'ha confirmat que espècies de peixos petits o sense gaire força de natació tenen molt poca probabilitat de poder circular a través del pas, especialment quan la longitud del canal és molt gran. Es produeix per tant una selecció d'individus i d'espècies grans i fortes que poden superar el pas. En quan a microorganismes i fauna invertebrada bentònica es considera impossible el seu pas a través del canal, ja que el substrat està ocupat per la pròpia estructura i aquest són organismes amb menys resistència a la pressió que exerceix l'aigua.

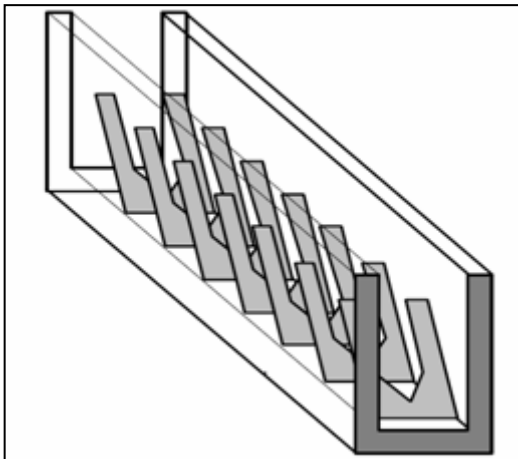


Figura 4.12. Esquema de Pas alentidor. Font: *From sea to source,2006.*



Figura 4.13. Pas de Denil amb dipòsit intermediari. Strom at Prenzlau (Brandenburg). Font: *From sea to source,2006.*

Passos per anguiles

Existeixen varis tipus de passos per anguiles, un d'ells és l'ús de tubs col·locats a través del cos de la pressa o de l'obstacle, fins el fons del riu o en mig de les restes vegetals. Al mateix temps es col·loquen algunes pantalles per tal de disminuir la velocitat del

corrent. Les anguiles poden així passar a través dels tubs per tal de continuar amb la seva migració. Aquest tipus d'aparell no es troba molt sovint a la pràctica, ja que els tubs es poden obturar fàcilment i es difícil per les anguiles trobar l'entrada ja que aquesta es troba submergida a l'aigua i en dificulta l'encert.

Existeix un altre disseny que intenta adaptar-se a la conducta migratòria de l'anguila. Es basa en col·locar petits canals oberts que van des de la part baixa de l'obstacle fins a la part alta, i que poden ser de formigó, d'acer o de plàstic. A dins d'aquests canals es col·loquen diferents mecanismes que presenten rugositats i que ajuden a l'anguila a remuntar, per exemple l'ús de raspalls de plàstic que li permeten moure's sinuosament a través d'ells. S'ha pogut demostrar que les estructures rugoses són la millor proposta per protegir la migració de les anguiles, i és per això que també s'utilitzen restes vegetals, blocs i còdols que són incorporats en el fons del mecanisme per augmentar-ne la irregularitat.

Aquests canals també disposen, alhora, d'una coberta com a protecció de possibles depredadors, ja que el fet d'haver de passar per un pas concret augmenta la taxa de mortalitat per depredació.

En els canals és necessari mantenir una petita descàrrega d'aigua, i si hi ha variacions en el nivell també es pot subministrar de forma addicional, com en el cas dels canals laterals, això serà suficient per proporcionar l'orientació necessària per a les anguiles.

Aquest tipus de mecanismes són de baix cost i necessiten poc espai i poca descàrrega d'aigua, però s'obturen amb facilitat i són selectius al pas d'altres espècies a través dels conductes. És recomanable la seva instal·lació en els estuaris dels rius, però juntament amb altres passos convencionals per tal que altres espècies també puguin ascendir aigües amunt.

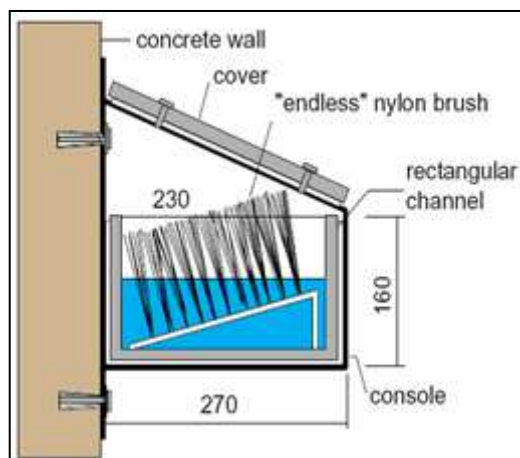


Figura 4.14. Esquema de pas per anguilles.

Font: *From sea to source*, 2006.

Sistema de rescloses per a peixos

Aquesta tècnica s'ha aplicat especialment en països com Holanda, Escòcia, Irlanda, Rússia i també trobem alguns exemples en els rius Saas i Sieg d'Alemanya.

Els sistemes de rescloses per a peixos són similars als dels vaixells, en ambdós casos consisteix essencialment en una cambra tancada que té una entrada a la part inferior i una estructura de sortida a la part superior, amb mecanismes de tancament.

El seu funcionament es pot resumir en pocs passos:

- La comporta de la part inferior s'obre i el nivell d'aigua s'eleva fins a la part de dalt de la infraestructura. És, en aquest moment, quan el peix és empès cap a dins de la cambra per el corrent que genera l'aigua al entrar, i queda atrapat a l'interior.
- Un cop la cambra està plena i la comporta inferior ha estat tancada, el nivell de l'aigua a dins la cambra és igual que aigües amunt. És llavors quan la comporta superior s'obre lentament i es torna a formar un corrent d'aigua, en

aquest cas de sortida de la cambra, en direcció aigües amunt, alliberant els peixos atrapats.

- Un cop la cambra ha alliberat l'aigua per sobre de la infraestructura, es torna a tancar la comporta superior i posteriorment s'obre la comporta inferior deixant passar altre cop l'aigua a l'interior de la cambra, i repetint el procés.

Aquest tipus de dispositiu no solucionen la migració dels peixos i no representen un mecanisme de substitució de passos per a peixos. En particular la carència d'un corrent guia permanent, el curt temps d'obertura de les comportes, la gran turbulència que es genera dins la cambra en el procés d'entrada d'aigua, etc. només permet a alguns peixos trobar el camí per a travessar. Tot i això es considera aquest mètode, amb tancaments, per a casos excepcionals. S'utilitzen en grans rius on l'espai i la descàrrega són il·limitats. La seva planificació i construcció requereix d'un treball tècnic, i també necessita un gran esforç de manteniment, és per tot això que té un elevat cost de construcció i servei.

Aquest tipus de mecanismes poden complementar la funció d'altres passos de peixos i ajudar així a la migració però no presenten cap solució per a la fauna bentònica.

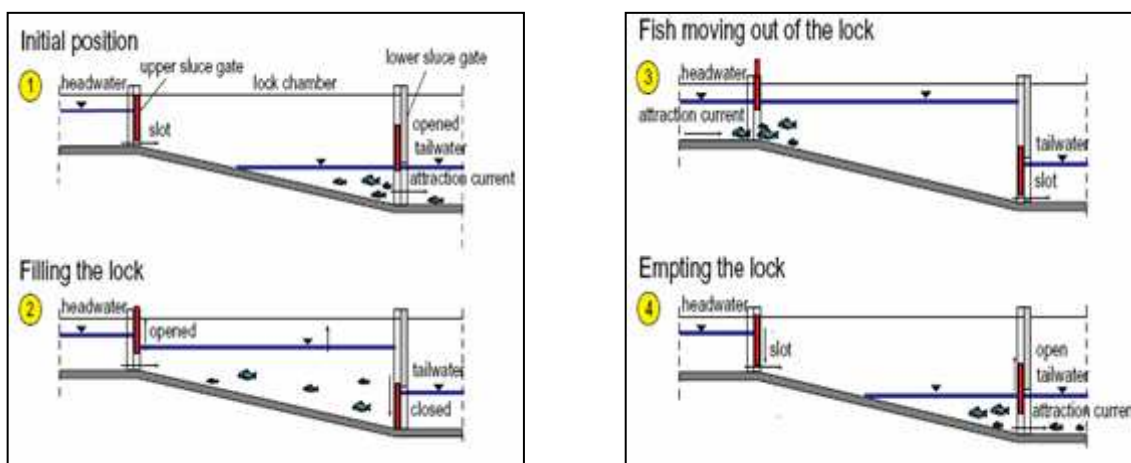


Figura 4.15. Resum del funcionament d'un sistema de rescloses per a peixos.

Font: *From sea to source*, 2006.

Ascensors per a peixos

Els ascensors per a peixos són mecanismes indicats per a poder superar obstacles amb una alçada considerable, entre 6 i 10 metres. En aquest tipus d'estructures s'utilitza un obi com a transport, aquest s'enfonsa a dins l'aigua i mitjançant un corrent de bypass atrau als peixos cap al seu interior. La comporta inferior es tanca i l'obi transporta l'aigua del seu interior fins al llindar superior i aboca l'aigua i les espècies aigües amunt de l'obstacle.

Les dimensions d'aquest tipus d'estructures són variables i el volum que poden transportar varia de 2 a 4 m³, és necessari crear un corrent d'atracció mitjançant un bypass i es poden col·locar en àrees amb poc espai. La seva planificació i construcció requereixen d'un treball tècnic i necessiten un gran esforç per al seu manteniment i funcionament, això fa que tingui un elevat cost de construcció i servei.

Amb els coneixements actuals aquest tipus de infraestructures poden ser útils tant per a salmònids com per a peixos amb poca capacitat natatòria, però no són convenients per a la fauna bentònica ni tampoc per a peixos migratoris aigües avall.

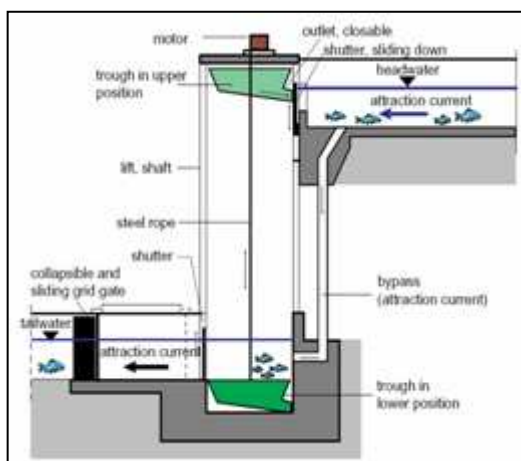


Figura 4.16. Esquema de l'estructura d'un ascensor per a peixos.

Font: *From sea to source*,2006.



Figura 4.17. Ascensor de peixos de Dordogne (França). Font: *From sea to source*,2006.

Metodologia



5. METODOLOGIA

El present projecte s'ha dut a terme seguint el guió metodològic que s'exposa a continuació:

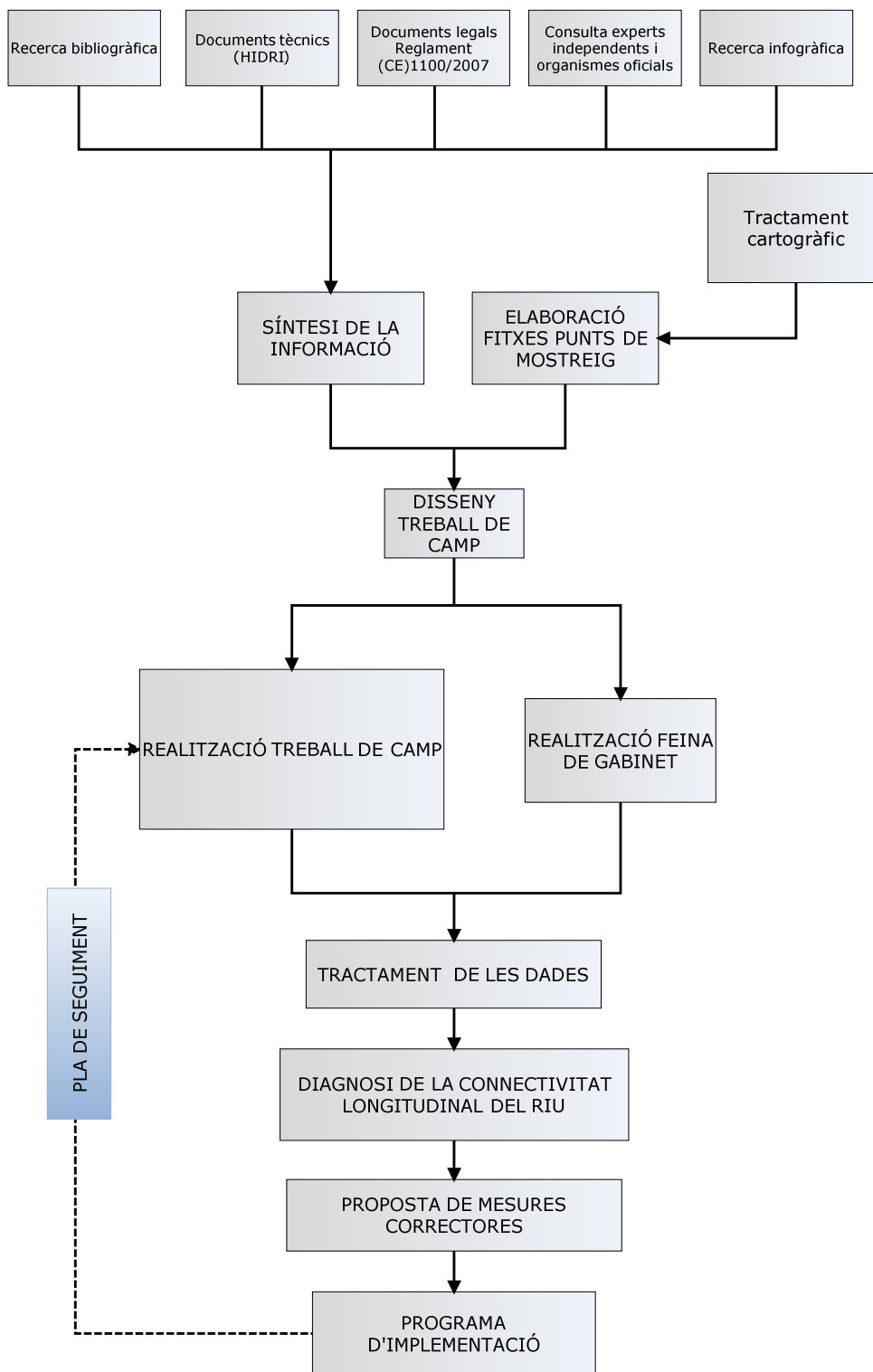


Figura 5.1. Esquema metodològic de l'elaboració del projecte. Font: Elaboració pròpia, 2009.

Aquest esquema representa totes les passes que s'han seguit al llarg de la realització del projecte. Ara bé, per tal de sintetitzar el procés, es va dividir en tres grans fases:

1. **Fase de preparació:** Recerca d'informació i disseny de l'estratègia de treball.
2. **Fase de mostreig:** Feina de camp i aplicació de l'índex de connectivitat fluvial.
3. **Fase d'implementació:** Anàlisi dels resultats i propostes de millora.

A l'esquema anterior també s'ha inclòs una darrera passa corresponent al pla de seguiment ja que es considera imprescindible. Val a dir però, que aquest pla no s'ha desenvolupat en el present projecte ja que està condicionat a l'execució del programa d'implementació. És a dir, quan es duguin a terme les actuacions programades serà necessària l'elaboració d'un pla de seguiment.

5.1. Fase de preparació

En general, la fase preparatòria d'un projecte no té cabuda a l'apartat de materials i mètodes, ara bé, en el present treball, aquesta etapa ha estat primordial per a l'optimització dels recursos. És a dir, quan es va plantejar l'aplicació de l'Índex de Connectivitat Fluvial (ICF) a tot el riu Fluvià, de seguida es va constatar que era una tasca que ocuparia molt de temps i demanaria molt d'esforç. Així doncs, es va fer necessari confeccionar una estratègia de treball eficient i seguir-la rigorosament.

Un cop es va decidir que es pretenia abastar els quasi 100 km del curs principal del Fluvià, era molt important d'elaborar un programa amb els punts que s'haurien de mostrejar, com arribar fins a ells i, per últim, quines dades s'havien de prendre. Per aquesta tasca, es va utilitzar la cartografia digital de l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) i el Protocol d'avaluació de la qualitat hidromorfològica dels rius de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA).

5.1.1. Tractament cartogràfic

A Catalunya es disposa de diverses fonts de cartografia digital gratuïta i fàcilment accessible. Una d'aquestes fonts és la plana web de l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC).

Per tal d'esbrinar quants punt s'haurien de visitar, es varen utilitzar els ortofotomapes i els mapes topogràfics 1:5000 de l'ICC. Els ortofotomapes foren revisats l'any 2008 en base als vols fotogràfics de l'any 2006. Així doncs, es disposava de cartografia digital actualitzada que va permetre identificar totes les infraestructures transversals al riu.

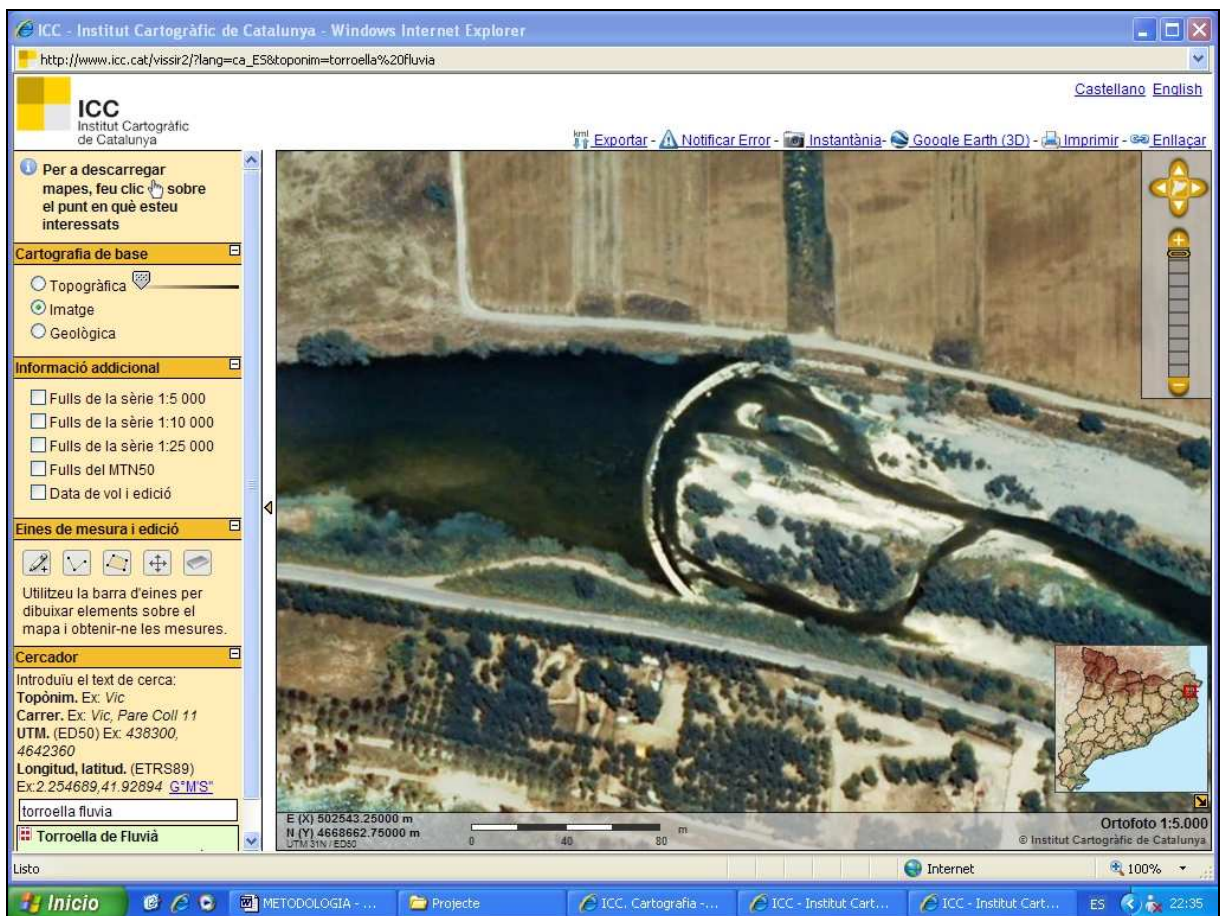


Figura 5.2. Localització d'una resclosa a l'ortofotomapa 1:5000.

Font: Recurs electrònic de l'ICC.

Gràcies a aquesta eina, es va resseguir tot el curs principal del riu Fluvià i es varen localitzar 117 infraestructures (ponts, guals, rescloses...). Així mateix, es varen utilitzar els mapes topogràfics per tal d'establir quina era la ruta òptima per arribar a tots els punts i es va confeccionar una llibreta de camp amb aquestes dades.



Figura 5.3. Exemple d'una fitxa de la llibreta de camp.

Font: Elaboració pròpia, 2009.

Aquesta planificació de la feina va resultar molt eficient a l'hora de trobar les infraestructures, ara bé, val a dir que alguns trams del riu es varen examinar a peu ja que la cobertura arbòria d'alguns indrets no permetia identificar als ortofotomapes si hi havia algun obstacle per a la connectivitat longitudinal del riu.

5.1.2. Disseny del mostreig

La confecció del disseny del mostreig es basa en el Protocol d'avaluació de la qualitat hidromorfològica dels rius (HIDRI) de l'Agència Catalana de l'Aigua (ACA). Aquest protocol recull diferents indicadors per tal de caracteritzar l'estat ecològic de les masses d'aigua superficials.

Taula 5.1. Elements, paràmetres i mètriques usats en el control de vigilància i en el control operatiu de l'HIDRI. Es remarca l'índex de connectivitat fluvial (ICF). Font: HIDRI, 2006.

Elements	Paràmetres	Mètriques i índexs	
		Control de vigilància	Control operatiu
Règim hidrològic	Compliment dels cabals de manteniment	<ul style="list-style-type: none"> Relació entre cabals mesurats i cabals ambientals o de manteniment (<i>mesures puntuals</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> Relació entre cabals mesurats i cabals ambientals o de manteniment (<i>mesures en continu</i>)
	Alteració del règim hidrològic. Desviació respecte el cabal en règim natural	<ul style="list-style-type: none"> Indicadors d'alteració hidrològica (IHA) segons l'aproximació del rang de variabilitat (RVA), en estacions d'aforament automatitzades 	<ul style="list-style-type: none"> Indicadors d'alteració hidrològica (IHA) segons l'aproximació del rang de variabilitat (RVA)
Continuïtat fluvial	Continuïtat en el canal fluvial	<ul style="list-style-type: none"> Nombre i valoració de les barreres (índex de connectivitat fluvial- ICF) 	<ul style="list-style-type: none"> Mesures de les comunitats ictícoles a banda i banda de les barreres
Condicions morfològiques	Estructura i substrat de la llera	<ul style="list-style-type: none"> Grau d'endegament de la llera Índex d'hàbitat fluvial (IHF) 	<ul style="list-style-type: none"> Índex d'hàbitat fluvial (IHF)
	Estructura de la zona de ribera	<ul style="list-style-type: none"> Naturalitat de la ribera segons els usos del sòl Índex de qualitat del bosc de ribera (QBR) 	<ul style="list-style-type: none"> Índexs de qualitat del bosc de ribera (QBR) i de la vegetació fluvial (IVF)

Segons l'HIDRI, l'avaluació de la connectivitat fluvial en els rius constitueix un requisit imprescindible per a determinar si s'assoleix o no un bon estat ecològic. En aquest sentit, proposa l'índex de connectivitat fluvial (ICF) per identificar les barreres físiques situades dins de l'espai fluvial que representin un obstacle per a les comunitats de peixos i per d'altres espècies semi-aquàtiques.

Per a caracteritzar les infraestructures, es varen utilitzar els fulls de camp que es proposen a l'HIDRI (annex IV).

5.2. Fase de mostreig

Aquesta fase comprèn, d'una banda, el treball de camp, i d'altra banda, la feina de gabinet que combinava l'elaboració de les fitxes descriptives de cada obstacle amb l'aplicació de l'ICF.

5.2.1. Mostreig dels obstacles

El treball de camp va consistir en mostrejar les infraestructures que s'havien localitzat als ortofotomapes i prendre les mesures per a determinar el nivell de qualitat mitjançant l'ICF. (Veure mapes ampliats a l'annex III).

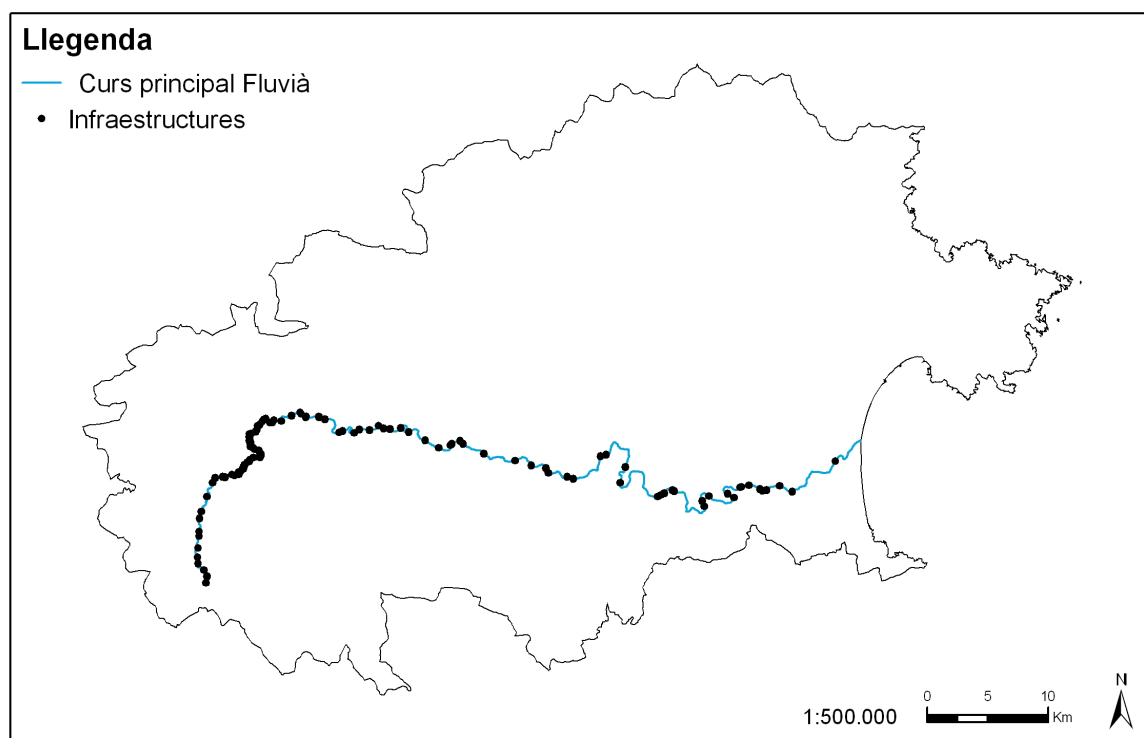


Figura 5.4. Localització de les 117 infraestructures mostrejades.

Font: Elaboració pròpia, 2009.

Segons l'ICF, els tipus d'infraestructures es classifiquen en:

- Resclosa o assut
- Travessa

- Estació d'aforament
- Gual foradat
- Pont ferroviari o de trànsit rodat

Depenent del tipus d'obstacle, les mesures que s'han de prendre són diferents. Bàsicament, s'ha de distingir entre infraestructura tipus resclosa o tipus gual foradat.

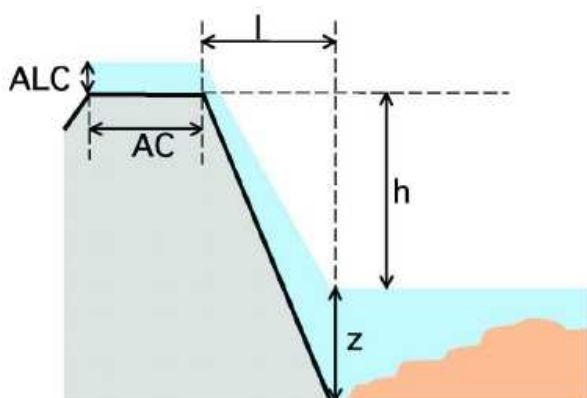


Figura 5.5. Obstacle tipus resclosa.

Font: HIDRI, 2006.

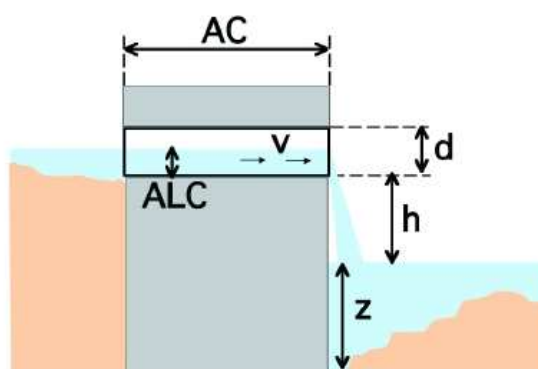


Figura 5.6. Obstacle tipus gual foradat.

Font: HIDRI, 2006.

Com es pot veure, algunes mesures són comunes a tots dos tipus d'obstacles, en canvi n'hi ha d'altres que són específiques de cadascun.

Taula 5.2. Variables utilitzades per al càlcul de l'ICF. Font: HIDRI, 2006.

Variables	Descripció	Tipus obstacle
h	Alçada màxima de la barrera	Rescloses i guals
z	Profunditat de la bassa al peu	Rescloses i guals
AC	Amplada de coronació o longitud de pas	Rescloses i guals
ALC	Alçada de la làmina d'aigua	Rescloses i guals
l	Verticalitat de l'obstacle	Rescloses
d	Diàmetre del tub o del pas	Guals
v	Velocitat de l'aigua dins el tub o pas	Guals

Dels 117 punts que es varen visitar, el 47,8% no representaven un obstacle per als peixos ja que eren ponts de trànsit rodat amb fonaments distants entre si que permetien el flux natural de l'aigua (veure l'apartat discussió dels resultats). L'índex proposa atorgar el nivell de qualitat "Molt bo" a les infraestructures d'aquest tipus sense necessitat de mesurar-les. En canvi, la resta sí que representaven un obstacle potencial per al moviment de la ictiofauna i varen ser mesurats.

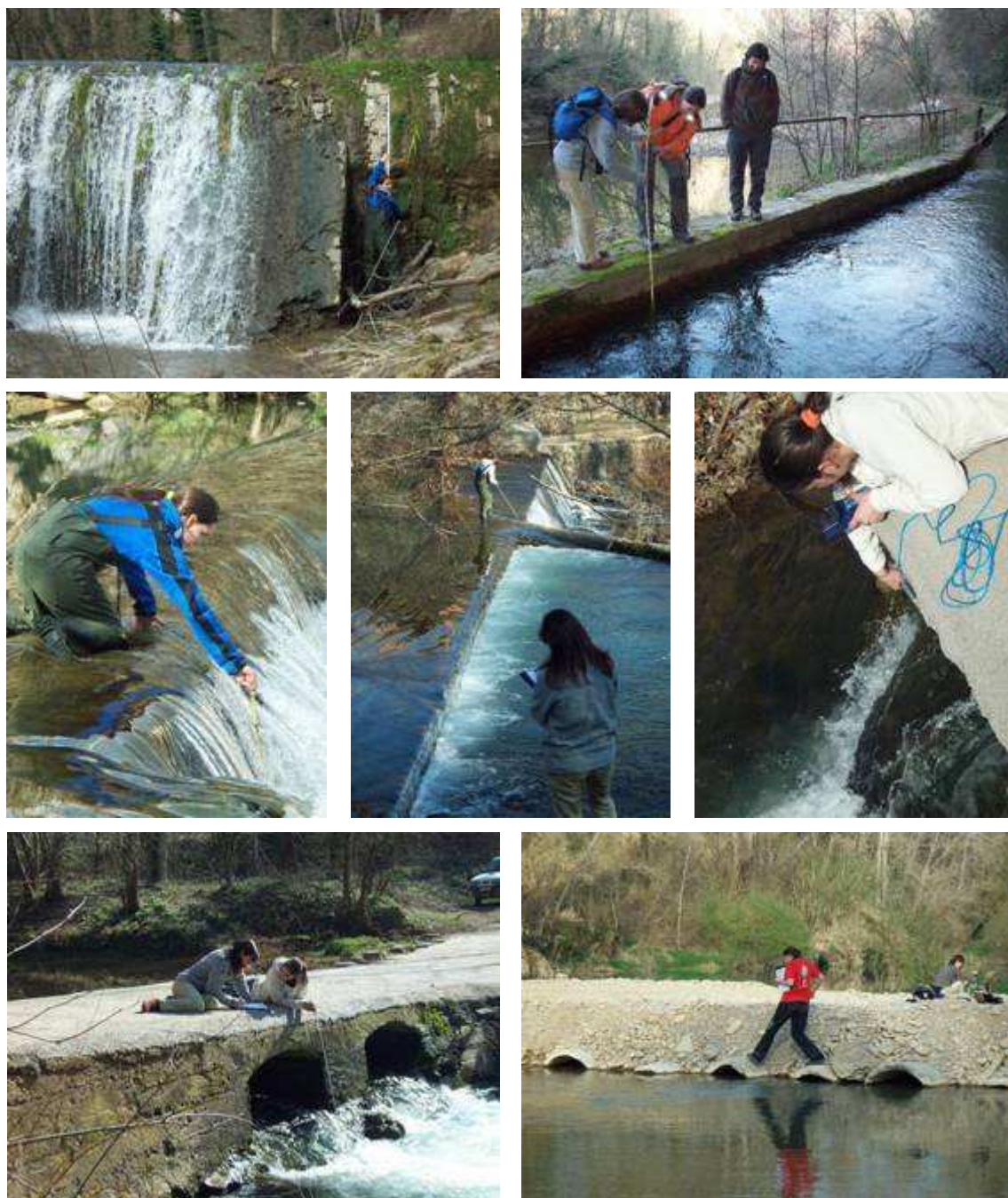


Figura 5.7. Imatges corresponents a la mesura de les variables de diferents obstacles.

Font: Elaboració pròpia, 2009.

5.2.2. Aplicació de l'índex de connectivitat fluvial

S'ha elaborat una fitxa descriptiva per a cada obstacle on s'hi han fet constar les seves característiques i el resultat del nivell de qualitat de l'ICF.

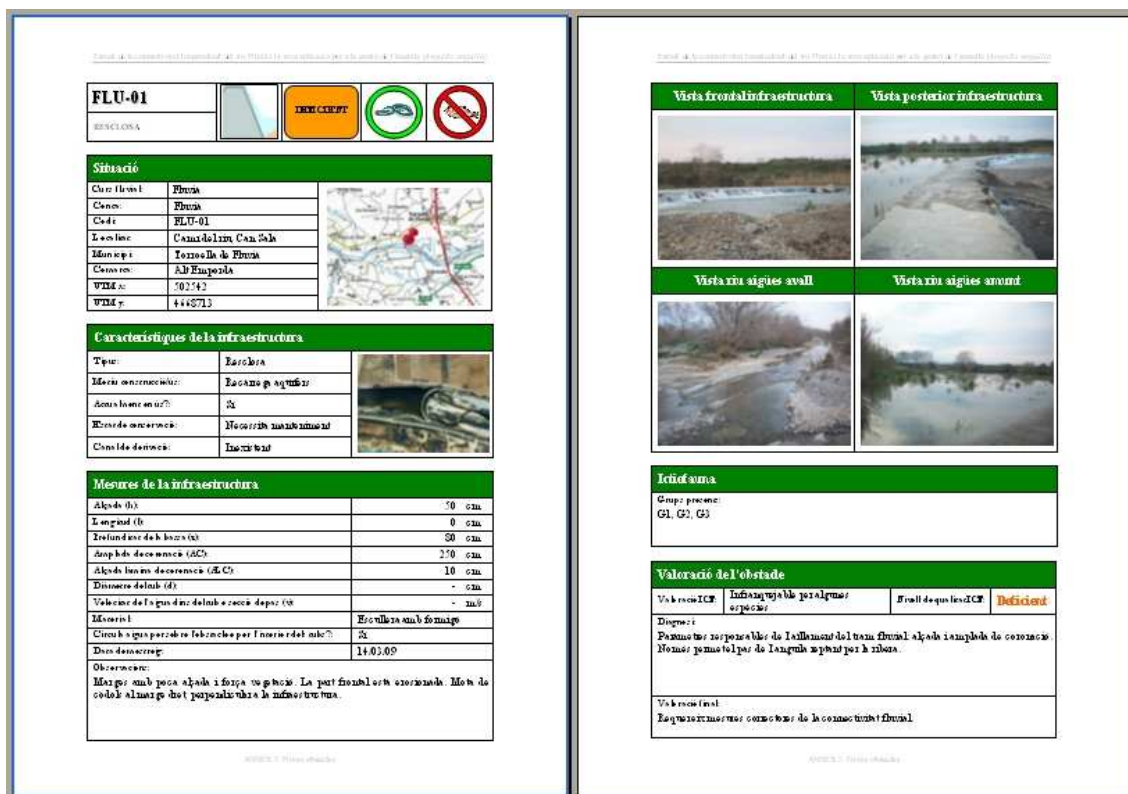


Figura 5.8. Exemple de fitxa descriptiva dels obstacles. Font: Elaboració pròpia, 2009.

En total es varen elaborar 61 fitxes (annex I) que s'encapçalen amb un diagrama que resumeix les principals característiques de l'obstacle i en facilita la consulta.

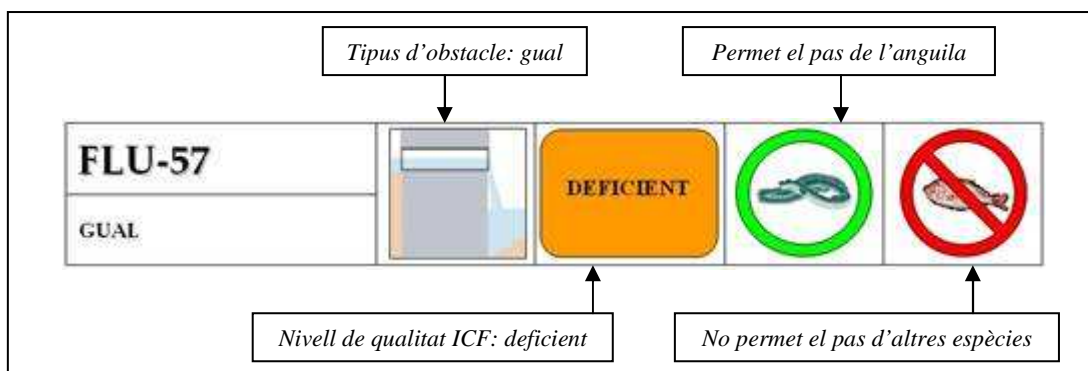


Figura 5.9. Encapçalament de les fitxes dels obstacles. Font: Elaboració pròpia, 2009.

Referent al càlcul del nivell de qualitat ICF, es varen seguir les indicacions que es proposen a l'HIDRI. En primer lloc, s'ha de diferenciar els trams fluvials en funció de les comunitats pròpies existents o les que li pertocarien en condicions sense alterar (espècies autòctones). Aquesta classificació s'ha de fer segons els següents grups:

Taula 5.3. Agrupació de les espècies de peixos més mòbils en funció de la seva capacitat per superar obstacles i la seva presència en diferents trams de la xarxa fluvial catalana. Font: HIDRI, 2006.

GRUP 1 (G1): Espècies diàdromes litorals de curt recorregut fluvial amb baixa capacitat per superar obstacles	
<i>Alosa alosa</i> – guerxa*	<i>Atherina boyeri</i> – joell*
<i>Alosa fallax</i> – saboga	<i>Platichthys flesus</i> – rèmol de riu*
<i>Liza ramada</i> – llissa calua	<i>Syngnathus abaster</i> – agulleta de riu*
<i>Chelon labrosus</i> – llissa vera	<i>Pomatoschistus microps</i> – gòbit de sorra*
<i>Mugil cephalus</i> – llissa llobarrera	<i>Acipenser sturio</i> – esturió* **
<i>Petromyzon marinus</i> – llamprea de mar*	
GRUP 2 (G2): Espècies catàdromes de llarg recorregut, sense capacitat de salt però amb elevada capacitat per superar obstacles	
<i>Anguilla anguilla</i> – anguila	
GRUP 3 (G3): Espècies migradores intrafluvials de curt recorregut, amb capacitat per superar obstacles baixa o moderada. Ciprínids	
GRUP 3a: Espècies grans, amb capacitat moderada per superar obstacles	GRUP 3b: Espècies petites, amb molt poca capacitat per superar obstacles
<i>Barbus graellsii</i> – barb comú	<i>Barbatula barbatula</i> – llop de riu
<i>Chondrostoma miegii</i> – madrilla	<i>Barbus haasi</i> – barb cua-roig
<i>Squalius cephalus</i> – bagra	<i>Barbus meridionalis</i> – barb de muntanya
	<i>Phoxinus phoxinus</i> – barb roig
	<i>Salaria fluviatilis</i> – bavosa de riu
	<i>Gasterosteus gymnurus</i> – espinós
	<i>Cottus gobio</i> – cavilat
GRUP 4 (G4): Espècies migradores intrafluvials amb elevada capacitat natatòria i de salt	
<i>Salmo trutta</i> – truita comuna	
* Espècies que per la seva distribució i capacitat migratòria no s'han utilitzat per determinar la capacitat d'aquest grup per superar obstacles.	
** Espècies actualment desaparegudes als cursos fluvials de Catalunya.	

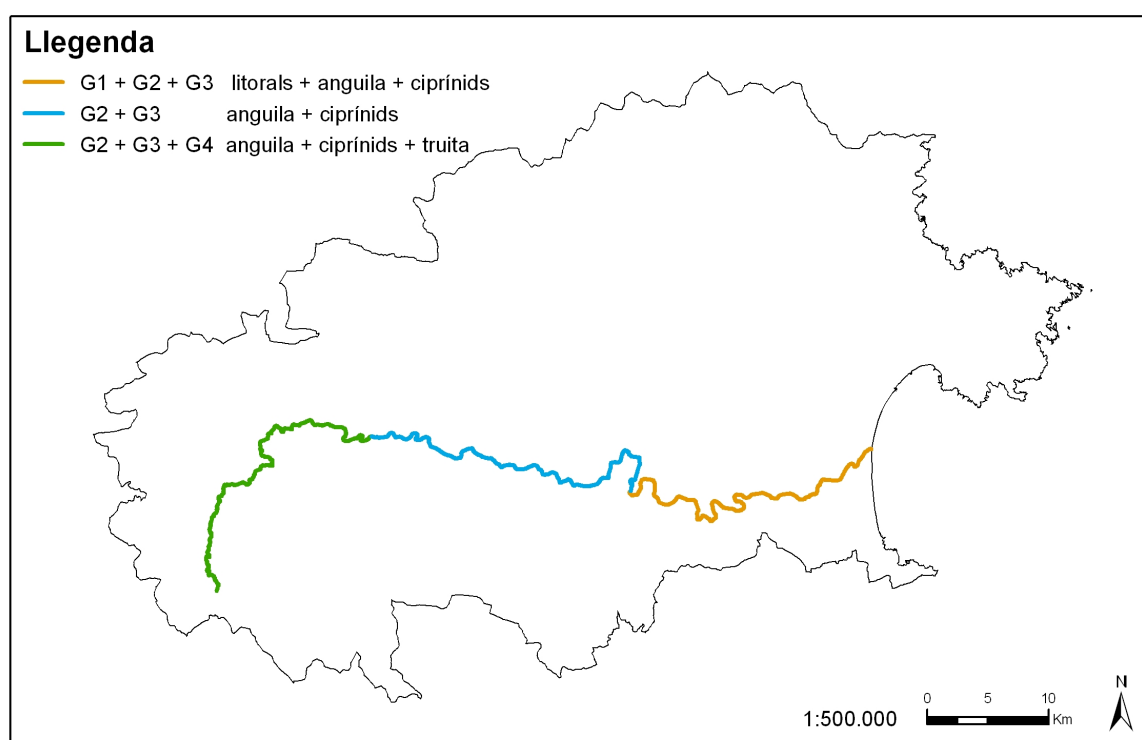


Figura 5.10. Mapa de classificació dels trams del riu Fluvià segons els grups de peixos presents.

Font: Elaboració pròpia en base a les dades de l'HIDRI, 2009.

En segon lloc, s'ha de determinar quines són les característiques de cada obstacle que poden limitar el pas dels diferents grups de peixos presents a cada tram.

Taula 5.4. Característiques dels obstacles limitants per al pas dels diferents grups de peixos, utilitzades per l'elaboració de l'ICF. Font: HIDRI, 2006.

Característiques de l'obstacle	G1	G2	G3a	G3b	G4
Alçada màxima de la barrera si és vertical h (m)	0,2	0,2	0,3	0,2	0,75
Alçada màxima de la barrera si no és vertical h (m)	0,2	qualsevol*	0,3	0,2	0,5
Profunditat mínima de la bassa al peu z (m)	1,4·h	qualsevol*	1,4·h	1,4·h	1,25·h
Amplada de coronació (AC) si ALC<0,15 m (m)	0,5	qualsevol*	0,5	0,5	0,5
Alçada làmina d'aigua a la coronació (ALC) SI AC>0,5 m (m)	0,15	qualsevol*	0,15	0,15	0,15
Velocitat màxima de l'aigua** (m/s)	1,6	2	1,2	0,4	2,1
* sempre i quan circuli aigua de forma contínua per l'obstacle					
** només en guals					

Les variables mesurades es recullen en dos grups diferents, independentment de si es tracta d'un gual o d'una resclosa. De cada taula de condicions, (1A valora l, h, z, d i v; 1B valora ALC i AC) resulten uns grups de peixos que poden franquejar l'obstacle. Per considerar finalment que un grup té capacitat per superar la barrera cal que compleixi els requeriments especificats per a tots dos grups de mesures (1A i 1B).

Per tal d'avaluar la connectivitat longitudinal, s'ha d'omplir un segon full de camp (annex IV) amb les característiques físiques dels obstacles i combinar-ho amb els grups de peixos presents al tram. D'aquesta combinació s'obtenen tres possibles resultats:

- Barrera franquejable per tots els grups d'espècies del tram
- Barrera infranquejable per alguns grups d'espècies del tram
- Barrera infranquejable per tots els grups del tram

I aquests resultats, al seu torn, es tradueixen en els següents nivells de qualitat ICF:

Taula 5.5. Nivells de qualitat ICF. Font: HIDRI, 2006.

Valoració de l'obstacle		Coloració DMA 2000/60/CE
Sense	MOLT BO	BLAU
Franquejable	BO	VERD
Infranquejable per alguns grups d'espècies	DEFICIENT	TARONJA
Infranquejable per tots els grups d'espècies	DOLENT	VERMELL

L'índex també proposa un últim pas que consisteix en la valoració de l'eficàcia dels passos de peixos, els quals es classifiquen en tres grups:

- Canals laterals
- Connectors fluvials
- Escales de peixos

En aquest cas, no s'ha dut a terme aquesta darrera valoració perquè no s'ha trobat cap pas de peixos ni cap dispositiu que tingui aquesta funció.

5.3. Fase d'implementació

En la darrera fase d'aquest treball, s'ha volgut proposar mesures correctores per als obstacles presents al riu Fluvià. Ara bé, conscients de que proposar actuacions per a totes les barreres suposava la inviabilitat del projecte, es va elaborar una matriu de ponderació per assignar prioritats a l'hora d'executar-lo.

Bona part de la metodologia d'aquest apartat, es basa en les anàlisis espacials que es varen dur a terme amb el programari *MiraMon* v.6.4 i *ArcGis* v.9.1.

5.3.1. Matriu de ponderació

Per tal d'assignar prioritats a l'hora de proposar mesures correctores, s'ha confeccionat una matriu de ponderació que ordena els obstacles segons el seu impacte sobre la connectivitat del riu. S'han considerat set variables diferents amb un rang de valor entre 1 i 3 i s'han ordenat segons la seva importància relativa. A cada variable se li ha assignat un factor de ponderació (Q) que s'ha multiplicat pel valor de cadascuna. La puntuació final de cada obstacle resulta del sumatori del valor de cada variable multiplicat pel seu factor de ponderació (veure fórmula a la taula 8.6).

Les variables seleccionades s'han considerat cabdals per a facilitar el comportament migratori de l'anguila, incrementar la superfície del seu hàbitat i evitar la mortalitat per l'efecte de les turbines hidroelèctriques.

Taula 5.6. Factors considerats a la matriu de ponderació i fórmula per al càlcul.

Font: Elaboració pròpia, 2009.

Variables		Rangs	Valors	Q*
A	Distància fins el mar	Curs alt	1	7
		Curs mitjà	2	
		Curs baix	3	
B	Longitud del tram alliberat	Menys d'1 km	1	6
		Entre 1 i 10 km	2	
		Més de 10 km	3	
C	Aprofitament hidroelèctric	No	1	5
		Sí	3	
D	Índex de connectivitat fluvial	Bo	1	4
		Deficient	2	
		Dolent	3	
E	Verticalitat de la riba	Menys de 45º	1	3
		Entre 45 i 90º	2	
		90º	3	
F	Espai natural de protecció especial	No	1	2
		Sí	3	
G	Accés a subconca	Ordre 0-1	1	1
		Ordre 2-3	2	
		Ordre 4-5	3	
* Q = Factor de ponderació				
$Puntuació = \sum (A \times 7) + (B \times 6) + (C \times 5) + (D \times 4) + (E \times 3) + (F \times 2) + (G \times 1)$				

A continuació s'exposa la justificació per a l'elecció d'aquests factors i la metodologia que es va utilitzar per a determinar-ne els valors.

A) DISTÀNCIA FINS EL MAR

Justificació

S'ha considerat que la prioritat màxima s'havia de donar a aquells obstacles que es trobaven més a prop de la desembocadura. En primer lloc, s'afavoreix d'aquesta manera la migració de l'anguila i, en segon lloc, no té massa sentit fer actuacions a la capçalera del riu atenent al règim mediterrani dels cabals.

Metodologia

Per a la determinació de la situació de cada obstacle en relació a la desembocadura, s'ha fet un tractament cartogràfic on s'ha dividit el curs principal del riu en tres trams d'igual llargada i s'ha valorat la posició dels obstacles dins d'aquests trams. El resultat no s'ajusta a la definició ecològica de curs alt, mitjà o baix d'un riu, però dóna una aproximació de la situació de cada obstacle a l'eix fluvial.

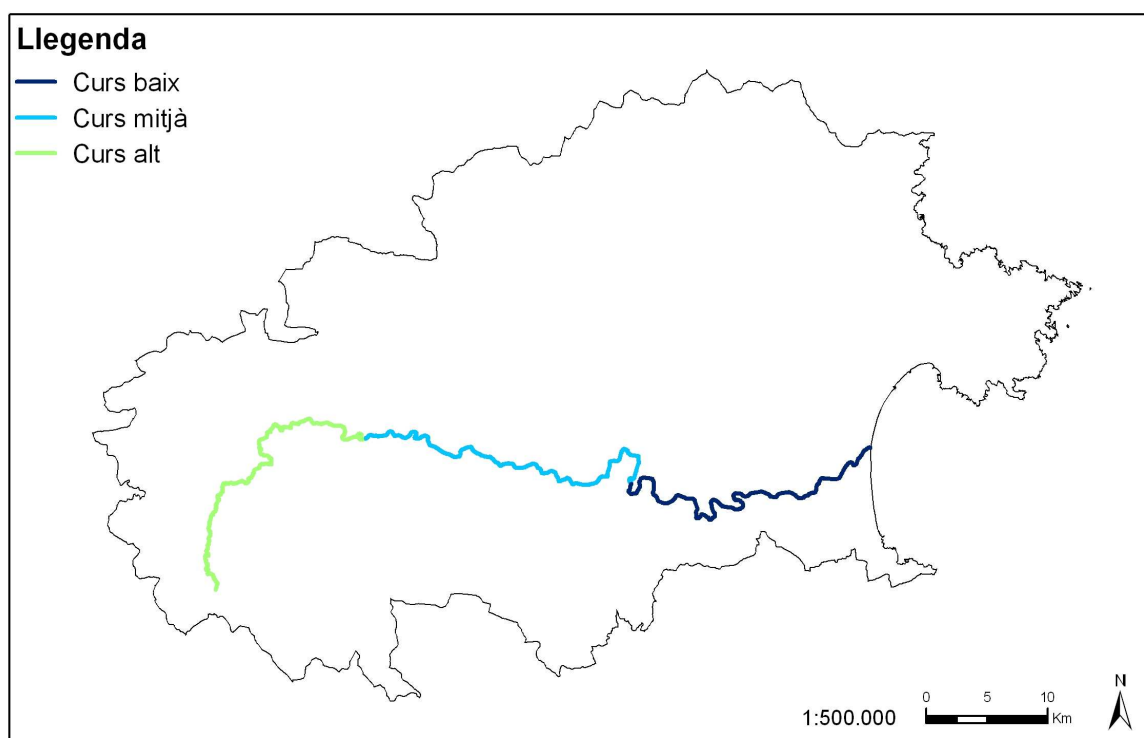


Figura 5.11. Classificació dels trams del riu Fluvià en funció de la seva proximitat a la desembocadura.

Font: Elaboració pròpia, 2009

B) LONGITUD DEL TRAM ALLIBERAT

Justificació

S'ha considerat que uns dels factors més importants era la longitud del tram que s'alliberava si s'eliminava un obstacle. Aquest factor no només interessa per la migració de l'anguila sinó que és cabdal per al moviment natural d'altres espècies de peixos. D'aquesta manera s'afavoreix que es posin en contacte individus que es trobaven confinats i així es reforça la diversitat genètica d'aquestes poblacions.

Metodologia

Per a la determinació de la longitud dels trams alliberats, s'ha fet un tractament cartogràfic dividint el riu tal i com es troba a l'actualitat. Seguidament, s'ha simulat l'eliminació dels obstacles un a un i s'han sumat les distàncies aigües amunt i aigües avall fins als següents obstacles.

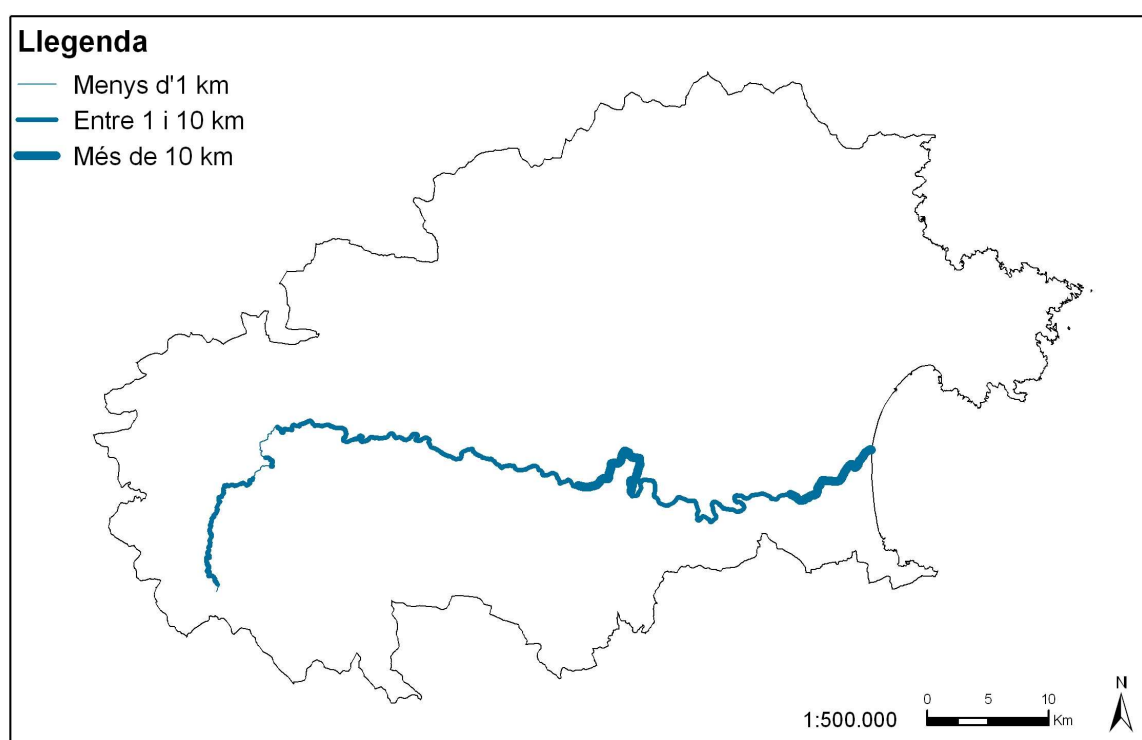


Figura 5.12. Classificació dels trams del riu Fluvià en funció de la longitud del tram alliberat.

Font: Elaboració pròpia, 2009.

C) APROFITAMENT HIDROELÈCTRIC

Justificació

S'ha considerat que les rescloses amb aprofitament hidroelèctric tenen prioritats davant de les que no generen electricitat. S'ha tingut en compte la possibilitat de que els peixos puguin entrar als canals de derivació i difícilment superar les turbines de les centrals hidroelèctriques (veure apartat 3.7).

A més, la legislació en matèria de pesca fluvial obliga a les empreses concessionàries dels aprofitaments hidroelèctrics a instal·lar dispositius que permetin el pas dels peixos així com impermeabilitzar els canals de derivació, a l'entrada i a la sortida, amb reixes que impedeixin l'entrada als peixos i d'altres espècies aquàtiques.

Metodologia

Per determinar el nombre de centrals hidroelèctriques presents al riu Fluvià, s'ha consultat el Registre Administratiu d'Instal·lacions de Producció d'Energia Elèctrica del Ministeri d'Indústria. Aquest registre, que està actualitzat amb data març 2009, ha permès conèixer el nom de les centrals, la ubicació i el nom de les empreses concessionàries.

Ara bé, per relacionar aquestes centrals amb les rescloses que es van mostrejar, ha calgut consultar el document *La gran obra hidràulica a les conques de la Muga i del Fluvià: dels projectes a les realitzacions 1850-1980* (Pavón, 2007).

Taula 5.7. Centrals hidroelèctriques del Fluvià. Font: Elaboració pròpia en base a les dades del Registre Administratiu d'Instal·lacions de Producció d'Energia Elèctrica del Ministeri d'Indústria, 2009.

Nom de la central	Municipi de la central	Propietat de la central	Municipi de la propietat	Règim
Sentmenat	Sant Mori	Endesa cogeneración y renovables, S.A.	Sevilla	Especial
Arenys d'Empordà	Arenys d'Empordà	Joaquim Ramírez Cartagena i Passols	Juià	Especial
Calabuig	Bàscara	Endesa generación, S.A.	Sevilla	Ordinari
Orfans (Orfes)	Vilademuls	Endesa generación, S.A.	Sevilla	Ordinari
Travy	Esponellà	Endesa cogeneración y renovables, S.A.	Sevilla	Especial
Esponellà-b	Esponellà	Agri-Energia, S.A.	Banyoles	Especial
Martís	Esponellà	Agri-Energia, S.A.	Banyoles	Especial
Serinyà	Serinyà	Agri-Energia, S.A.	Banyoles	Especial
Surós i molí	Besalú	Joaquim Escatllar, S.L.	Girona	Especial
Sorribes	Sant Jaume de Llierca	Maclot, S.L.	Castellfollit de la Roca	Especial
Sant Jaume de Llierca	Sant Jaume de Llierca	Copajo, S.L.	Banyoles	Especial
Castellfollit de la Roca	Castellfollit de la Roca	Joaquim Ramírez Cartagena i Passols	Juià	Especial
Xaudiera	Montagut	Inversions Saudiera Solé, S.A.	Barcelona	Especial
Gridó	Castellfollit de la Roca	Maclot, S.L.	Castellfollit de la Roca	Especial
La Sebastiana	Sant Joan les Fonts	Salvador Serra, S.A.	Camós	Especial
Antic molí Juvinyà	Sant Joan les Fonts	Inmobiliaria Can Bo, S.L.	Sant Joan les Fonts	Especial
La Vall de Bianya	La Vall de Bianya	M ^a Teresa Roura Juanola	Olot	Especial
Molí d'en Daina	La Vall de Bianya	Mas Cuni, C.B.	Olot	Especial
Can Sabata	La Vall de Bianya	Mas Cuni, C.B.	Olot	Especial

D) ÍNDEX DE CONNECTIVITAT FLUVIAL

Justificació

La valoració de l'ICF ha estat el cos principal del present treball, malgrat això, s'ha considerat que el nivell de qualitat ICF no ho diu tot referent a un obstacle. Per exemple, l'índex determina que si no circula aigua per sobre de l'obstacle (resclosa) o per dins dels tubs (gual), s'atorga el nivell "dolent", és a dir, infranquejable per a totes les espècies. Ara bé, es sap que l'anguila pot reptar per la riba del riu i té una gran capacitat per superar obstacles. No obstant això, l'ICF és un bon indicador de les característiques físiques de les barreres i el seu nivell de qualitat porta implícit característiques tant importants com és l'alçada de la barrera.

Metodologia

La metodologia corresponent a aquest punt està desenvolupada a l'apartat 5.2.2.

E) VERTICALITAT DE LA RIBA

Justificació

S'ha considerat oportú d'incloure aquest paràmetre a la matriu de ponderació ja que s'ha observat que alguns obstacles es troben fixats a parets verticals. Aquest fet dificulta la migració de l'anguila ja que, si bé sembla capaç de reptar per la ribera, les parets verticals no les pot superar.

Metodologia

Les dades del pendent de la riba es varen prendre durant el treball de camp. Tot i que aquesta dada no és imprescindible per al càlcul de l'ICF, es va creure oportú fer una estimació de la mitjana dels angles dels talussos propers a l'obstacle. Val a dir que, l'índex sí que contempla la possibilitat de que l'anguila repti per la ribera, ara bé no considera el grau de dificultat específic de cada punt.

F) ESPAI NATURAL DE PROTECCIÓ ESPECIAL (ENPE)

Justificació

El motiu perquè es va incloure aquest factor a l'hora de determinar la prioritat de les actuacions, va ser que es va considerar que els espais naturals que gaudeixen d'una figura de protecció especial tenen un òrgan gestor que pot impulsar i supervisar l'execució del projecte. Així mateix, es va concloure que és més fàcil rebre finançament institucional per a restaurar o rehabilitar un espai que es trobi dins d'un ENPE.

Metodologia

Per a determinar la inclusió d'un obstacle dins d'un ENPE, es va fer una anàlisi espacial on es va superposar la cartografia digital dels espais naturals de protecció especial del Departament de Medi Ambient i Habitatge (DMAH) i la nostra capa on es localitzen els obstacles mostrejats.

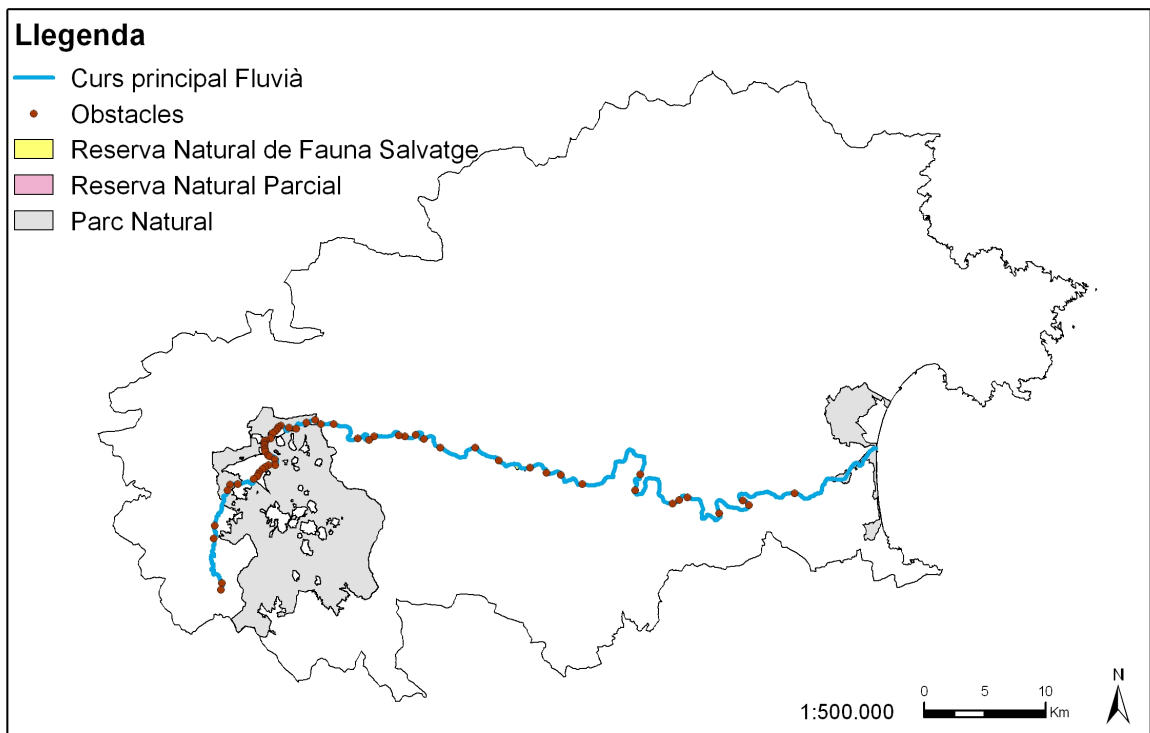


Figura 5.13. Situació dels obstacles dins dels Espais Naturals de Protecció Especial del riu Fluvià.

Font: Elaboració pròpia en base a la cartografia digital del DMAH, 2009.

G) ACCÉS A SUBCONCA

Justificació

L'últim factor que es va tenir en compte va ser la magnitud de la subconca que s'alliberava si s'eliminava un obstacle. Tot i ser un factor que considerem molt important, se li ha donat un baix pes a la matriu de ponderació perquè el nostre estudi es limita al curs principal del riu Fluvià i desconeixem quina és la situació de connectivitat longitudinal als seus afluents.

Metodologia

Per a determinar el nivell de la subconca que quedava alliberada si s'eliminava un obstacle, es va fer un tractament cartogràfic en base a la cartografia digital de les conques internes de Catalunya del DMAH on es simulava l'eliminació dels obstacles i es determinava quin era l'ordre de la subconca a la que es podia accedir aigües amunt de la barrera.

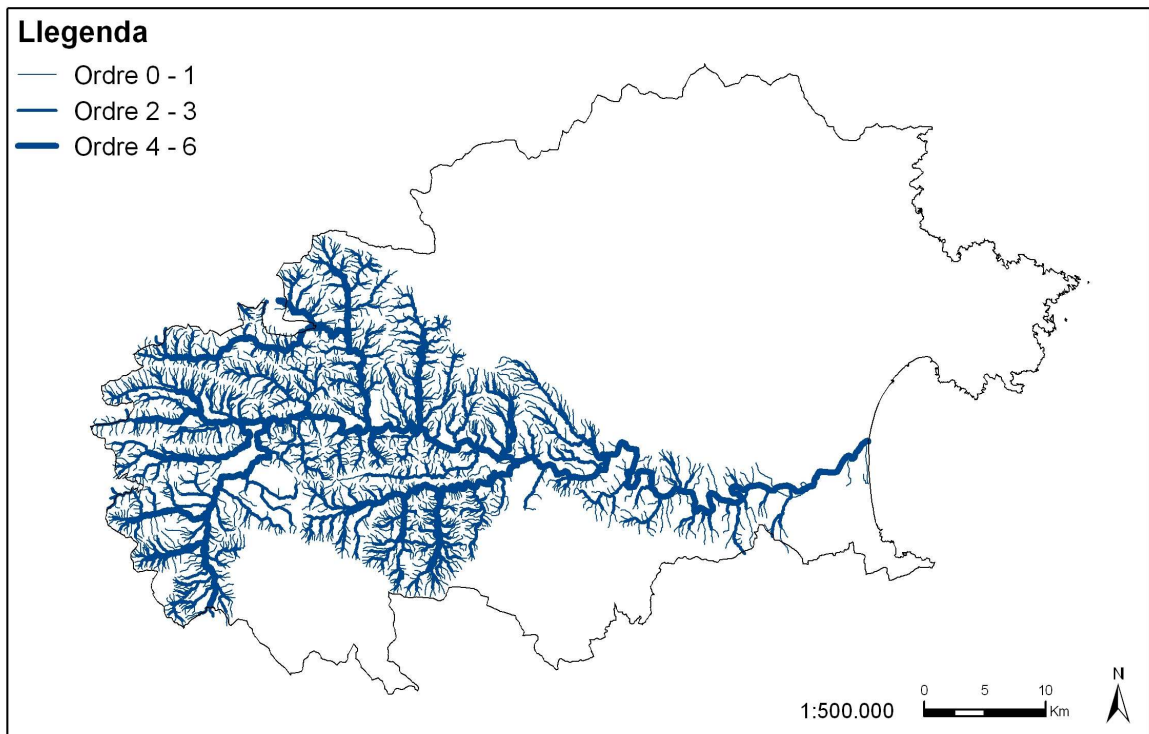


Figura 5.14. Ordre de les subconques del riu Fluvià.

Font: Elaboració pròpia en base a la cartografia digital del DMAH, 2009.

5.3.2. Programa d'implementació

El resultat de la matriu de ponderació és una llista dels obstacles ordenats per prioritat d'actuació (veure l'apartat discussió dels resultats).

S'ha elaborat una fitxa per a cada obstacle (annex II) on s'hi han inclòs els següents camps:

- Localització de l'obstacle
- Justificació de l'actuació
- Tipus de mesura correctora
- Entitats competents i vinculades
- Prescripcions tècniques
- Possibles fonts de finançament
- Temporalització
- Pressupost aproximat


Estudi de la connectivitat longitudinal del riu Fluvià i la seva aplicació per a la gestió de l'anguila (<i>Anguilla anguilla</i>)	
Num. actuació:	3
Fase:	Ia
Codi obstacle:	FLU-13
UTM X:	480713
UTM Y:	4670805
Municipi:	Serinyà
Tipus:	RESCLOSA
	
JUSTIFICACIÓ	
<ul style="list-style-type: none"> • Proximitat a la desembocadura: tram mitjà • Longitud del tram alliberat: 4,8 km • Aprofitament hidroelèctric: central de Serinyà • Nivell de qualitat ICF: deficient • Verticalitat de la riba: 45-90° • Accés a subconca de nivell: 4 • Xarxa Natura 2000: ES5120021 Riu Fluvià • Espai Natural de Protecció Especial: RNFS8 Reserva natural de fauna salvatge de l'illa del Fluvià 	
MESURA CORRECTORA	
<ul style="list-style-type: none"> • Construcció d'un pas de peixos • Instal·lació de reixa protectora a l'entrada del canal de derivació amb un ull de malla que no superi els 2 cm 	
ENTITATS COMPETENTS	ENTITATS VINCLADES
<ul style="list-style-type: none"> • Empresa concessionària de l'explotació hidroelèctrica • Agència Catalana de l'Aigua 	<ul style="list-style-type: none"> • Departament de Medi Ambient i Habitatge • Diputació de Girona • Consell Comarcal del Pla de l'Estany • Ajuntament de Serinyà
PRESCRIPCIONS TÈCNiques	
<ul style="list-style-type: none"> • Evitar executar l'obra en el període de reproducció de la ictiofauna: abril – juny • Precaució amb els hàbitats d'interès comunitari presents a la zona: <ul style="list-style-type: none"> – Rius de terra baixa i de la muntanya mitjana amb vegetació submersa o parcialment flotant (<i>Ranunculus fluitans</i> i <i>Callitriche-Batrachion</i>) – Pinedes mediterrànies – Alzinars i carrascars • Seguiment ambiental de l'obra • Extremer la precaució amb les modificacions del règim hidrològic ja que la resclosa genera un espai que s'ha inclòs a l'Inventari de Zones Humides de Catalunya: codi 1190300 Resclosa de Serinyà i illa de Fluvià • Control i manteniment del pas de peixos i de la reixa protectora • Pla de seguiment: <ul style="list-style-type: none"> – Monitoratge de la ictiofauna mitjançant censos anuals – Avaluació de l'efectivitat del pas de peixos mitjançant la instal·lació d'un receptor i el marcatge d'individus 	
POSSIBLES FONTS DE FINANÇAMENT	
<ul style="list-style-type: none"> • Fons Europeu de Pesca • Fons de la Unió Europea del programa LIFE-Natura • Concurs de projectes per a l'increment de la biodiversitat (Iniciativa Countdown 2010 Salvar la Biodiversitat) del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino • Ajuts de l'Agència Catalana de l'Aigua als ens locals destinats a la recuperació d'espais fluvials • Programa d'ajuts al foment de la connectivitat social, paisatgística i ecològica entre els espais lliures de les comarques gironines de la Diputació de Girona 	
TEMPORALITZACIÓ	PRESSUPOST APROXIMAT
<ul style="list-style-type: none"> • Prioritat fase: màxima • Període del Pla d'Implementació: 10 anys • Termini per l'execució de l'obra: 2on any 	<ul style="list-style-type: none"> • 650.000 €
ANNEX II: Fixes actuacions del Pla d'Implementació	

Figura 5.15. Exemple d'una fitxa del programa d'implementació..

Font: Elaboració pròpia, 2009.

Cal destacar que la metodologia per a calcular el pressupost de l'execució de les obres, s'ha extret de la versió digital de la publicació "*Impacto de las obras hidráulicas en la ictiofauna. Dispositivos de paso para peces en las presas de Espanya*" (Ministerio de Medio Ambiente, 2006).

Aquesta publicació proposa una fórmula per a calcular un pressupost orientatiu per als passos de peixos (estancs successius) que té en compte l'alçada de l'obstacle i el cabal circulant en període d'estiatge.

$$\text{Cost aprox} = K \cdot C \cdot Q$$

on, C = salt màxim (m)

Q = cabal (m^3/s)

i el valor aproximat de la constant K és de 73.000 € per metre de salt i m^3/s de cabal.

Les dades del salt màxim s'han obtingut de la feina de camp i les dades de cabal s'han consultat a la plana web de l'ACA on s'han trobat les mesures actualitzades de les següents estacions:

- AFORAMENT – GARRIGÀS (EA053)
- AFORAMENT – ESPONELLÀ (EA016)
- AFORAMENT – OLOT (EA013)

Per tal d'assignar un valor de cabal a cada obstacle, s'han pres les mesures, en època d'estiatge, de l'estació d'aforament que li era més pròxima. Aquest fet genera un error de precisió però d'aquesta manera s'ha pogut fer una estimació aproximada del cost de cada actuació.

Resultats i discussió



6. RESULTATS I DISCUSIÓ

6.1. Avaluació de les infraestructures transversals

En base a les dades obtingudes *in situ*, s'ha pogut determinar i valorar mitjançant l'aplicació de l'ICF, el total de les infraestructures transversals que es troben al curs principal del riu Fluvià. S'han localitzat un total de 117 infraestructures que es classifiquen en els següents tipus, en ordre creixent d'abundància: estació d'aforament, passallís, gual, pont i resclosa. La figura 6.1 mostra el nombre de cada infraestructura en termes absoluts.

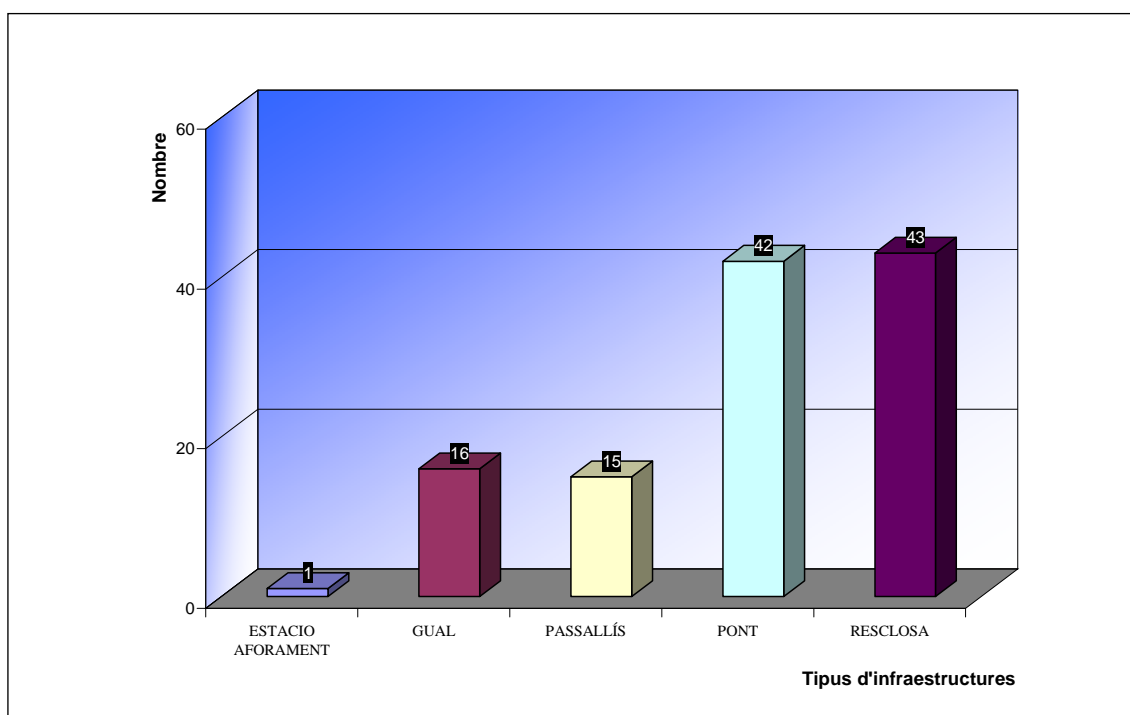


Figura 6.1. Nombre i tipus d'infraestructures transversals al curs principal del riu Fluvià (N = 117).

Font: Elaboració pròpia, 2009.

D'aquestes dades, cal destacar les 43 rescloses que es troben al curs fluvial, constituint un 36,75 % de les infraestructures transversals totals (figura 6.2.). Els ponts presenten una freqüència molt similar amb un 35,90 % del total d'infraestructures. Els guals i passallisos compten amb 16 i 15 estructures, representant un 13,68 i 12,82 % del total, respectivament. Pel que fa a la resta, el curs principal del Fluvià té tres estacions

d'aforament, tan sols una d'elles té infraestructura pròpia i les altres dues estan associades a un pont i a una resclosa. Cal afegir que el curs principal del riu Fluvià presenta 26 canals de derivació associats a les rescloses.

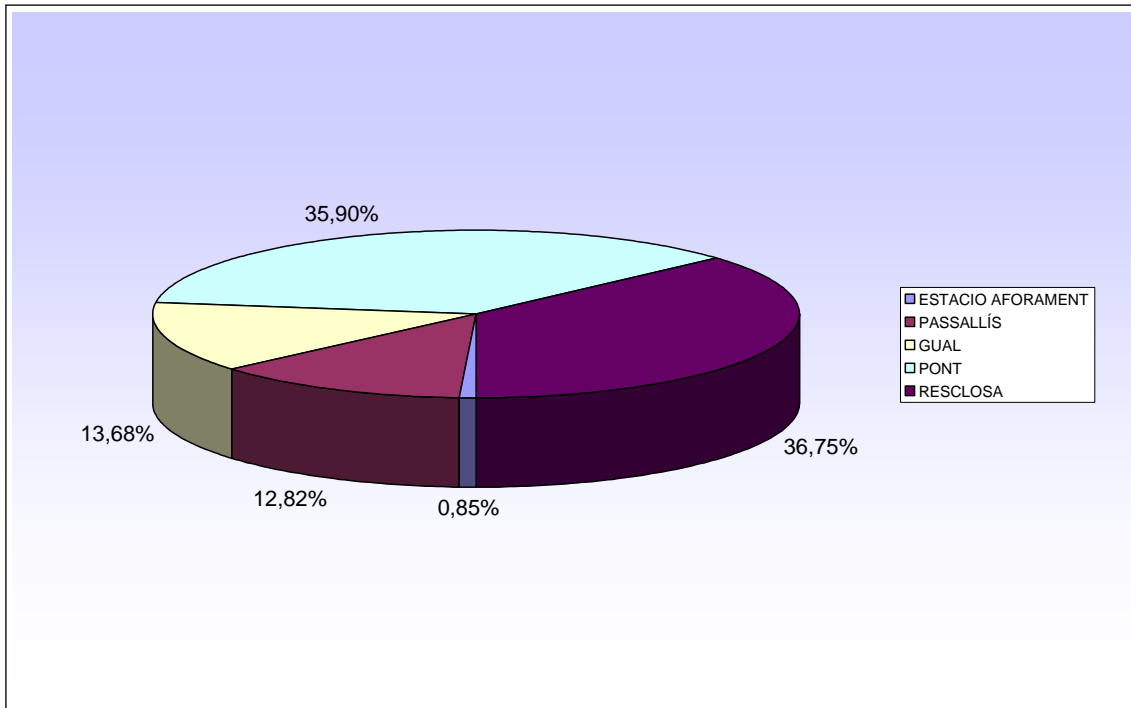


Figura 6.2. Percentatges i tipus d'infraestructures transversals al curs principal del riu Fluvià.

Font: Elaboració pròpia, 2009.

L'avaluació de la connectivitat sobre els 117 punts (figura 6.3.), mitjançant l'aplicació de l'índex va donar com a resultats quatre nivells de qualificació de l'estat del riu Fluvià. Tenint en compte que no es va trobar cap escala de peixos o mesura correctora similar, els nivells de valoració obtinguts van ser els següents: *molt bo*, *bo*, *deficient* i *dolent*. El nivell de qualitat "molt bo" s'ha atorgat directament a les infraestructures que no representen un obstacle, és a dir ponts que no interfereixen en la connectivitat fluvial. Per tant dels 117 punts mostrejats, els 61 que representaven un obstacle potencial, han estat mesurats i caracteritzats a través de fitxes descriptives (annex I). Dels resultats extrets, cal destacar els 45 punts que son qualificats com a "deficients" i els 12 que obtenen la valoració de "dolents". En conseqüència, els punts totals del curs principal del riu que presenten problemes importants de connectivitat fluvial i permeabilitat són 57.

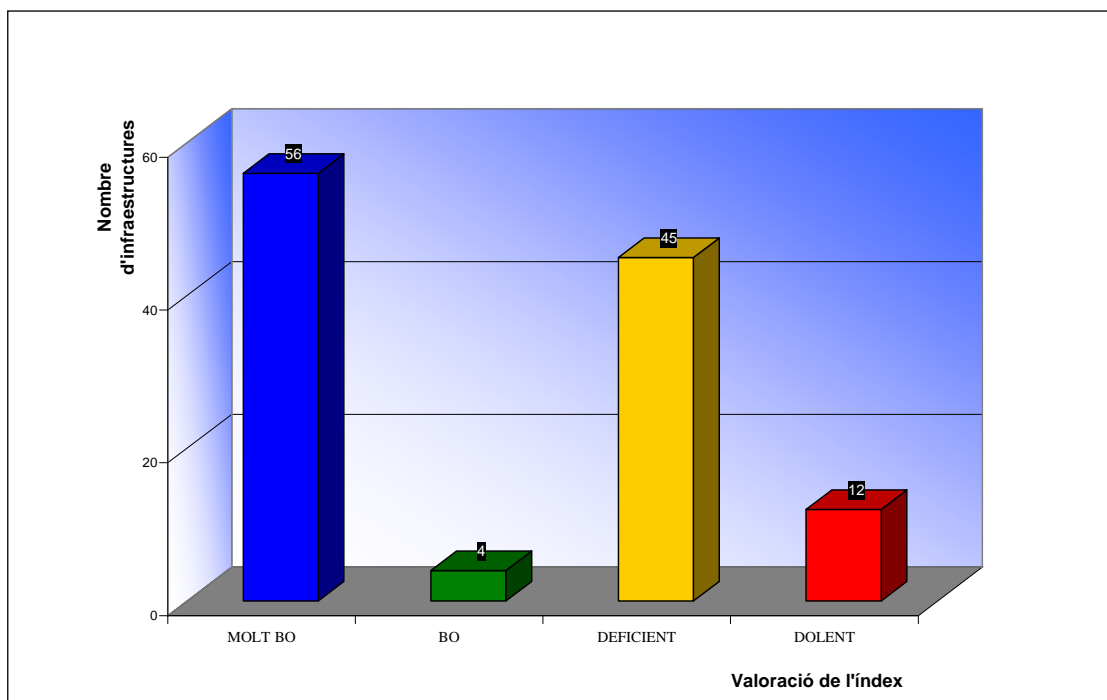


Figura 6.3. Nombre d'infraestructures i valoració resultant de l'aplicació de l'ICF al curs principal del riu Fluvià (N = 117). Font: Elaboració pròpia, 2009.

Si s'analitzen les dades en termes relatius, aquests 57 punts representa un 48,72% de les infraestructures transversals, que es troben al curs principal del Fluvià (figura 6.4.). Concretament, un 38,46% dels punts es valoren com a "deficients" i un 10,26% com a "dolents".

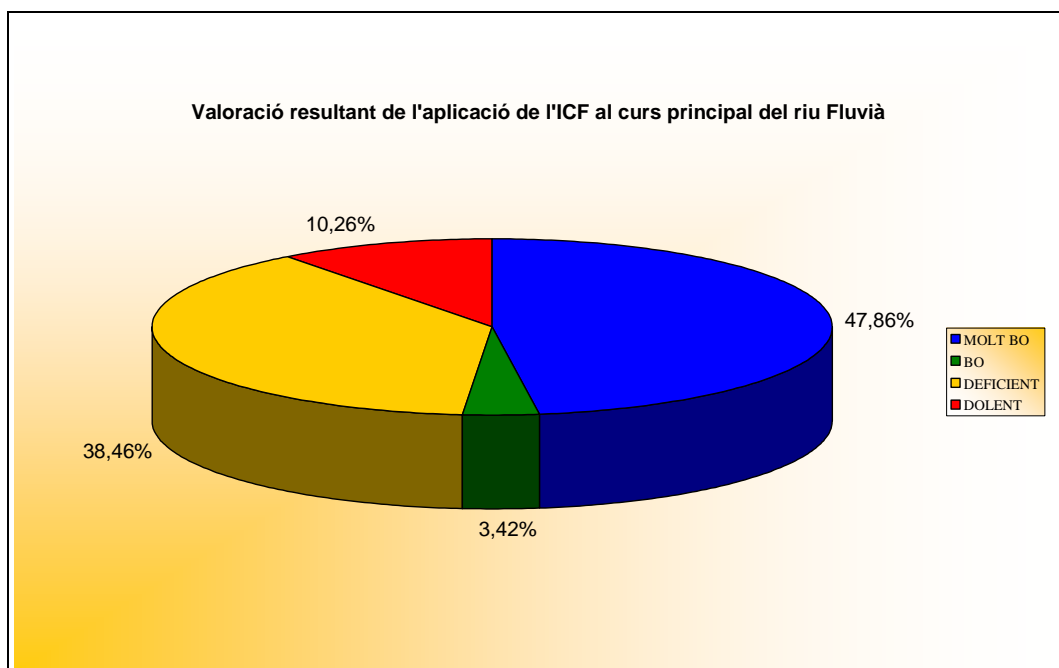


Figura 6.4. Percentatges de les valoracions resultants de l'aplicació de l'ICF al curs principal del riu Fluvià. Font: Elaboració pròpia, 2009.

Taula 6.1. Resum de les característiques dels 61 obstacles mesurats.

Font: Elaboració pròpia, 2009.

codi	utm x	utm y	municipi	tipus	motiu construcció	ús	h (cm)	l (cm)	z (cm)	AC (cm)	ALC (cm)	d (cm)	v (m/s)	w	G	ICF
FLU-01	502542	4668713	Torroella Fluvià	resclosa	recarr. aqüífers	sí	50	0	80	250	10	-	-	sí	1,2,3	Deficient
FLU-02	498265	4668100	P. Sta. Eulàlia	gual	trànsit rodat	sí	0	0	70	780	50	90	0,65	sí	1,2,3	Deficient
FLU-03	498783	4667742	Sant Mori	resclosa	gen. electricitat	sí	100	0	15	1140	10	-	-	sí	1,2,3	Deficient
FLU-04	496333	4667032	Carrigàs	resclosa	gen. electricitat	sí	150	100	1	320	1	-	-	sí	1,2,3	Deficient
FLU-05	493711	4668371	Bàscara	gual	trànsit rodat	sí	0	0	100	450	60	80	2,25	sí	1,2,3	Deficient
FLU-06	493035	4668152	Bàscara	gual	trànsit rodat	sí	0	0	70	350	50	80	1,15	sí	1,2,3	Deficient
FLU-07	492464	4667850	Bàscara	resclosa	gen. electricitat	sí	100	0	100	600	10	-	-	sí	1,2,3	Deficient
FLU-08	489370	4668960	Vilademullers	gual	trànsit rodat	sí	0	0	40	610	40	80	0,38	sí	2,3	Bo
FLU-09	489818	4670279	Vilademullers	resclosa	gen. electricitat	sí	100	100	10	280	10	-	-	sí	2,3	Deficient
FLU-10	485019	4669470	Esponellà	resclosa	gen. electricitat	sí	30	0	5	70	5	-	-	sí	2,3	Deficient
FLU-11	483246	4670211	Espon./Crespia	resclosa	gen. electricitat	sí	150	50	15	50	15	-	-	sí	2,3	Deficient
FLU-12	482045	4670409	Esponellà	resclosa	gen. electricitat	sí	500	150	0	25	0	-	-	no	2,3	Dolent
FLU-13	480713	4670805	Serinyà	resclosa	gen. electricitat	sí	800	300	2	80	2	-	-	sí	2,3	Deficient
FLU-14	478105	4671407	Sant Ferriol	gual	trànsit rodat	sí	0	0	80	460	20	80	1,95	sí	2,3	Deficient
FLU-15	476155	4672474	Besalú	resclosa	gen. electricitat	sí	140	250	10	100	10	-	-	sí	2,3	Deficient
FLU-16	473285	4672475	Sant Ferriol	resclosa	gen. energia	no	300	120	60	60	5	-	-	sí	2,3	Deficient
FLU-17	471943	4673173	Sant Ferriol	gual	trànsit rodat	sí	50	0	30	500	12	100	1,50	sí	2,3	Deficient
FLU-18	471234	4673531	Argelaguer	gual	trànsit rodat	sí	40	0	50	400	5	70	0,38	sí	2,3	Deficient
FLU-19	470361	4673410	Argelaguer	resclosa	gen. electricitat	sí	170	100	15	90	10	-	-	sí	2,3	Deficient
FLU-20	469863	4673486	Argelaguer	resclosa	gen. electricitat	sí	400	800	90	200	0	-	-	no	2,3	Dolent
FLU-21	467807	4673395	Argel/St J Llierca	gual	trànsit rodat	sí	0	0	60	450	25	65	0,27	sí	2,3	Bo
FLU-22	467406	4673109	Argel/St J Llierca	gual	trànsit rodat	sí	0	0	45	360	10	60	1,48	sí	2,3	Deficient
FLU-23	466485	4673250	Sant J.Llierca	resclosa	gen. electricitat	sí	250	270	35	30	0	-	-	no	2,3,4	Dolent
FLU-24	464497	4674412	Montagut	resclosa	gen. electricitat	sí	290	170	100	90	0	-	-	no	2,3,4	Dolent
FLU-25	463407	4674413	Castellf. Roca	resclosa	gen. electricitat	sí	180	120	100	110	20	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-26	462951	4674764	Castellf. Roca	resclosa	gen. electricitat	sí	250	120	20	260	10	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-27	462223	4674566	Castellf. Roca	resclosa	regul. cabal	sí	300	100	100	160	15	-	-	sí	2,3,4	Dolent
FLU-28	461388	4674043	St J. les Fonts	resclosa	gen. electricitat	sí	290	50	130	110	0	-	-	no	2,3,4	Dolent
FLU-29	460777	4674129	St J. les Fonts	resclosa	gen. electricitat	sí	50	100	5	40	5	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-30	460129	4674294	St J. les Fonts	resclosa	gen. electricitat	sí	300	250	40	130	1	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-31	459924	4674182	St J. les Fonts	resclosa	regul. cabal	sí	100	0	40	40	10	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-32	459825	4674017	St J. les Fonts	resclosa	gen. energia	no	500	150	100	90	10	-	-	sí	2,3,4	Dolent
FLU-33	459663	4673818	St J. les Fonts	resclosa	gen. energia	no	250	0	20	300	15	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-34	459418	4673662	St J. les Fonts	resclosa	gen. electricitat	sí	60	0	100	150	15	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-35	459260	4673220	St J. les Fonts	resclosa	gen. electricitat	sí	220	80	100	80	10	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-36	458866	4673062	Vall de Bianya	resclosa	gen. electricitat	sí	350	150	15	100	15	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-37	458759	4673006	Vall de Bianya	resclosa	gen. electricitat	sí	250	0	100	100	10	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-38	458749	4672802	Vall de Bianya	resclosa	gen. energia	no	400	100	10	100	10	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-39	458749	4672691	Vall de Bianya	resclosa	gen. energia	no	100	0	10	100	10	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-40	458746	4672458	Olot	resclosa	gen. electricitat	sí	300	200	100	90	20	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-41	458807	4672324	Olot	gual	trànsit rodat	sí	0	0	40	350	20	100	0,20	sí	2,3,4	Bo
FLU-42	458823	4672321	Olot	resclosa	gen. energia	no	100	0	25	90	5	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-43	458837	4672152	Olot	resclosa	antiga resclosa	no	300	200	50	0	10	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-44	459035	4671851	Olot	resclosa	gen. energia	no	330	300	100	100	10	-	-	sí	2,3,4	Dolent
FLU-45	459200	4671743	Olot	resclosa	gen. energia	no	700	1000	100	130	15	-	-	sí	2,3,4	Dolent
FLU-46	459618	4671518	Olot	gual	trànsit rodat	sí	40	0	70	310	30	100	2,10	sí	2,3,4	Deficient
FLU-47	459637	4671043	Olot	est. afora.	mesura cabals	sí	10	0	30	10	20	-	-	sí	2,3,4	Bo
FLU-48	459110	4671053	Olot	resclosa	gen. energia	no	160	700	40	80	5	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-49	458788	4670878	Olot	resclosa	gen. energia	no	80	60	12	5	1	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-50	458592	4670675	Olot	resclosa	gen. energia	no	230	50	10	200	10	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-51	458318	4670449	Olot	resclosa	gen. energia	no	190	120	150	160	5	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-52	458241	4670276	Olot	resclosa	gen. energia	no	150	0	100	120	10	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-53	458165	4670080	Olot	resclosa	gen. energia	no	180	110	190	180	20	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-54	457869	4669876	Olot	resclosa	gen. energia	no	170	60	180	130	10	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-55	456576	4669473	Olot	resclosa	gen. energia	no	300	0	50	190	5	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-56	455929	4669411	Olot	gual	trànsit rodat	sí	5	0	30	340	15	80	1,98	sí	2,3,4	Deficient
FLU-57	455718	4668972	Olot	gual	trànsit rodat	sí	30	0	30	140	15	170	1,75	sí	2,3,4	Deficient
FLU-58	454662	4666050	Vall d'en Bas	pont	trànsit rodat	sí	30	0	30	110	1	-	-	sí	2,3,4	Deficient
FLU-59	454588	4664970	Vall d'en Bas	gual	trànsit rodat	sí	6	0	0	400	0	30	-	no	2,3,4	Dolent
FLU-60	455250	4661281	Vall d'en Bas	passallis	trànsit rodat	sí	90	0	0	340	0	-	-	no	2,3,4	Dolent
FLU-61	455169	4660730	Vall d'en Bas	gual	trànsit rodat	sí	65	0	50	780	0	-	-	no	2,3,4	Dolent

h = Alçada màxima de la barrera
l = Longitud (verticalitat de la barrera)

z = Profunditat de la bassa al peu

AC = Amplada de coronació o longitud de pas

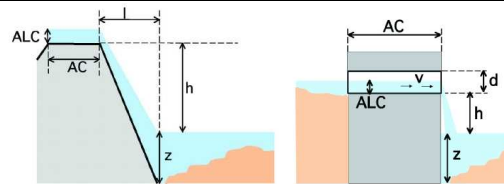
ALC = Alçada de la làmina d'aigua

d = Diàmetre del tub o del pas

v = Velocitat de l'aigua dins el tub o pas

w = Circula aigua de forma contínua per sobre de l'obstacle o per dins dels tubs

G = Grups de peixos presents al tram



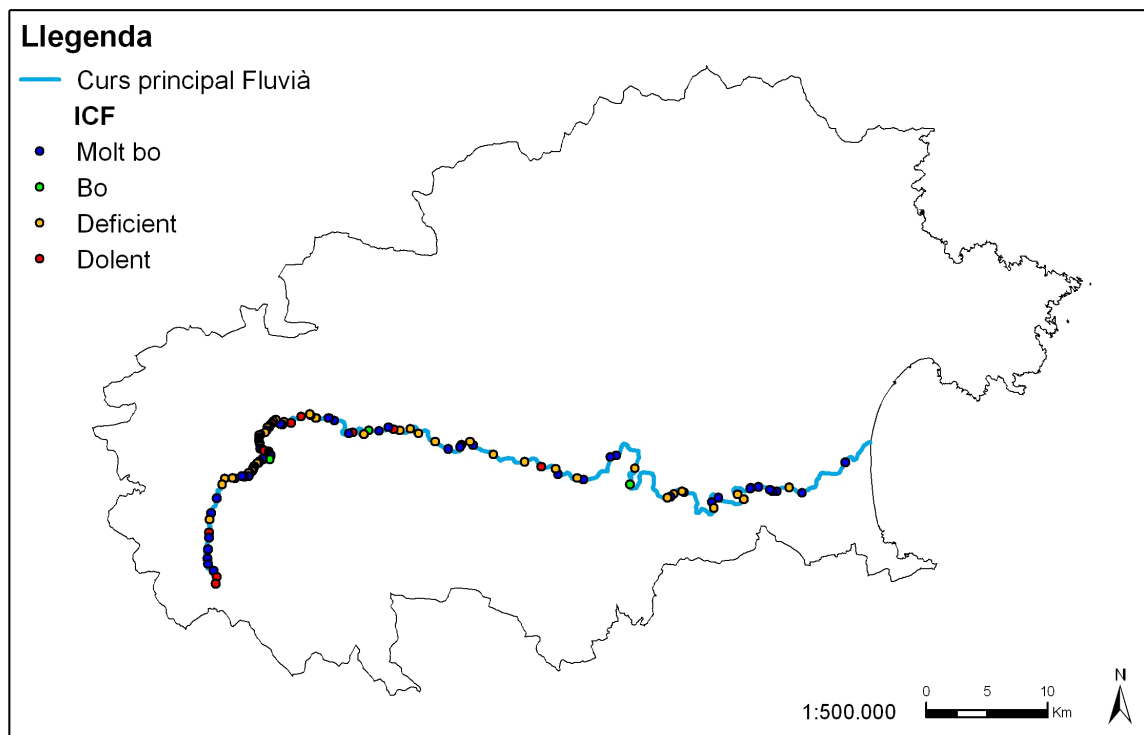


Figura 6.5. Localització dels obstacles simbolitzats segons el nivell de qualitat ICF.

Font: Elaboració pròpia, 2009.

Com es pot observar a la figura 6.5 la distribució espacial de les infraestructures es caracteritza per una concentració molt elevada a la part alta del curs principal del Fluvià. Concretament, a l'entorn d'Olot s'ubiquen una gran quantitat de rescloses degut a la seva important activitat industrial en el passat. Al tram des de Les Preses fins a Sant Joan les Fonts es troba la densitat més alta, amb aproximadament el 50% de les infraestructures transversals. Es tracta de 53 elements localitzats a un tram de menys de 15 quilòmetres.

Els resultats de l'aplicació de l'índex estan associats a uns nivells de cabal, és a dir, la valoració final està condicionada per l'època de l'any en que es realitza la feina de camp. El protocol contempla que s'ha de dur a terme en el període de màxim cabal. A continuació es representen gràficament els valors de cabal entre maig de 2008 i maig de 2009 i, com es pot comprovar, al mes de febrer (període de mostreig) s'assoleixen nivells importants (figura 6.6.).

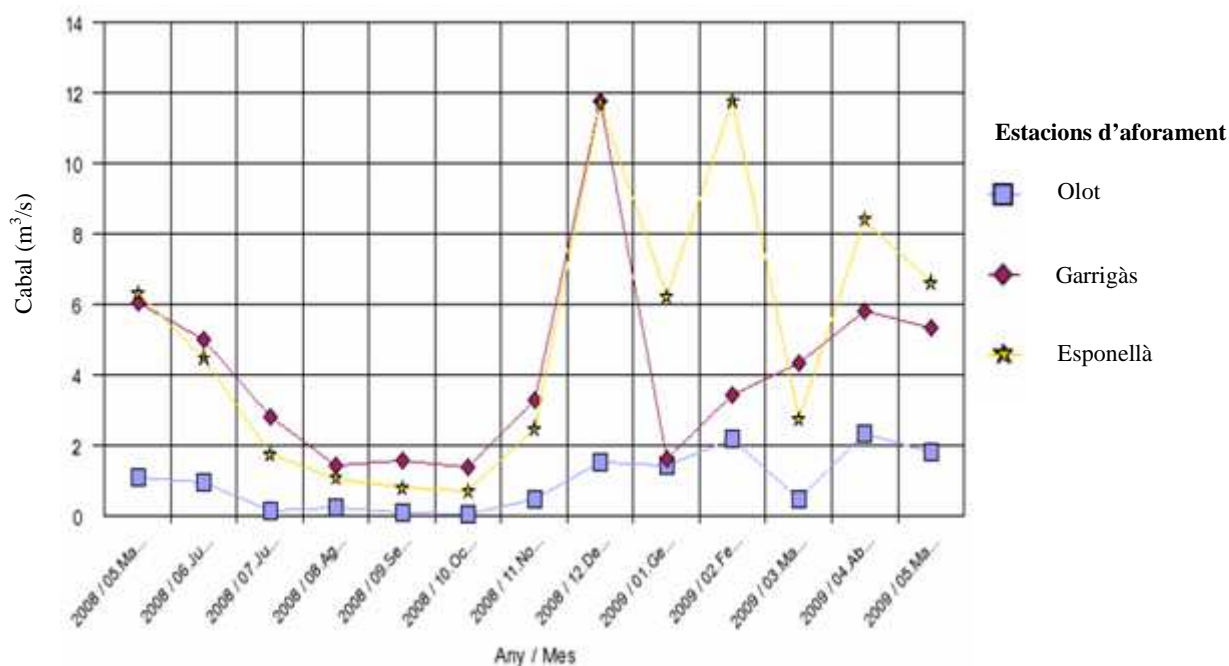


Figura 6.6. Cabals mesurats a les estacions d'aforament al curs principal del riu Fluvià.

Font: Agència Catalana de l'Aigua, 2009.

6.2. Consideracions respecte l'ICF

Tot i que l'objectiu d'un índex és sistematitzar la mesura d'una variable, simplificant la realitat, un cop dut a terme el treball de camp, s'ha constatat la limitació de l'ICF a l'hora de la seva aplicació.

S'ha comprovat que l'Índex de connectivitat fluvial que proposa l'ACA, no contempla la complexitat real de les infraestructures i la seva aplicació no es pot dur a terme de manera literal. La primera catalogació ja constitueix una restricció, ja que l'índex contempla dos tipus d'obstacles ideals (gual o reclosa), no obstant, la realitat és que els obstacles són complexos i sovint difícilment classificables (per exemple veure figura 6.7.).



Figura 6.7. Exemple d'infraestructura complexa, constituïda per un pont i un gual.

Font: elaboració pròpia, 2009.

Un altre problema que es presentava amb les rescloses, és que sovint la complexitat de la mateixa donava lloc a salts consecutius. Aquest fet dificultava la presa de les mesures, ja que l'índex no contempla barreres formades per diferents desnivells. Per a fer front a aquesta mancança es va decidir aplicar l'índex amb les mides de l'estructura principal (figura 6.8.), és a dir, el mur responsable de la contenció directa de l'aigua. Les mesures dels altres desnivells s'han tingut en compte a l'hora de caracteritzar l'obstacle, així com per al càlcul del pressupost orientatiu de les mesures correctores.



Figura 6.8. Resclosa formada per dos salts entenent com a estructura principal la part superior.

Font: Elaboració pròpia, 2009.

La fitxa de valoració de l'obstacle (annex IV) conté dos grups de condicions (1A i 1B) que combinen les característiques de la infraestructura amb els grups d'espècies. Per tal de determinar quins peixos poden superar la barrera, s'han de complir ambdós grups de condicions. El problema que planteja l'índex és que en la taula 1B no recull la possibilitat que l'anguila pugui reptar per la riba, mentre que aquesta opció sí queda recollida en la taula 1A. En conseqüència, quan no circula aigua per sobre l'obstacle,

l'índex determina que l'anguila no el pot superar, obviant la seva capacitat de reptar per la riba. En aquest cas el nivell de qualitat ICF resulta dolent, quan hauria de ser deficient.

Cal destacar també, que les fitxes de camp (annex IV) contemplen la pressa d'una variable "l", relacionada amb la verticalitat de l'obstacle, que posteriorment no es té en consideració a l'hora del càlcul de l'ICF (annex IV). Aquest paràmetre, que determina la inclinació de les rescloses, s'hauria de tenir en compte en el resultat final de la valoració, ja que la inclinació incrementa l'esforç que han de fer els peixos.

Una darrera consideració respecte l'índex rau en els adjectius que descriuen els nivells de qualitat. En moltes situacions, s'atorga el nivell de "deficient" a un obstacle que només permet el pas d'una espècie (l'anguila). Aquesta qualificació no es representativa de la gravetat de l'aïllament, ja que l'anguila es veu obligada, probablement, a sortir del riu per a superar l'obstacle. Aquestes situacions haurien de ser qualificades com a "dolentes" per tal de ser coherents amb els objectius de la DMA. La directiva proposa uns indicadors i defineix uns rangs per als nivells de qualitat "molt bo, bo i acceptable", ara bé, no especifica quin són els rangs per als nivells de qualitat "mediocre, deficient i dolent". Es considera que el disseny de l'ICF no reflexa la gravetat real que suposen molts obstacles que són qualificats tan sols com a "deficients".

Programa d'implementació



7. PROGRAMA D'IMPLEMENTACIÓ

Un cop feta la diagnosi de l'estat actual de la connectivitat, el següent pas és la proposta de mesures correctores. Ara bé, donat el gran nombre de punts conflictius es fa necessari un ordre de prioritats que resulta de la matriu de ponderació.

Taula 7.1. Resultat ordenat de la matriu de ponderació. Font: Elaboració pròpia, 2009.

Codi	A	B	C	D	E	F	G	Puntuació
FLU-03	3	2	3	2	2	1	2	66
FLU-07	3	2	3	2	2	1	2	66
FLU-13	2	2	3	2	2	3	3	64
FLU-20	2	2	3	3	2	1	3	64
FLU-04	3	2	3	2	1	1	2	63
FLU-09	2	3	3	2	1	1	3	63
FLU-12	2	2	3	3	2	1	2	63
FLU-28	1	2	3	3	3	3	2	63
FLU-10	2	3	3	2	1	1	2	62
FLU-26	1	2	3	2	3	3	3	60
FLU-30	1	2	3	2	3	3	3	60
FLU-01	3	3	1	2	1	1	2	59
FLU-11	2	2	3	2	2	1	2	59
FLU-15	2	2	3	2	2	1	2	59
FLU-24	1	2	3	3	3	1	2	59
FLU-19	2	2	3	2	2	1	1	58
FLU-23	1	2	3	3	2	1	2	56
FLU-25	1	2	3	2	2	3	1	55
FLU-05	3	2	1	2	1	1	2	53
FLU-29	1	2	3	2	1	3	2	53
FLU-02	3	2	1	2	1	1	1	52
FLU-06	3	2	1	2	1	1	1	52
FLU-27	1	2	1	3	3	3	1	52
FLU-36	1	1	3	2	3	3	1	52
FLU-37	1	1	3	2	3	3	1	52
FLU-16	2	2	1	2	2	1	3	50
FLU-08	3	2	1	1	1	1	2	49
FLU-35	1	1	3	2	2	3	1	49
FLU-40	1	1	3	2	2	3	1	49
FLU-55	1	2	1	2	3	3	1	48
FLU-14	2	2	1	2	1	1	2	46
FLU-17	2	2	1	2	1	1	2	46
FLU-18	2	2	1	2	1	1	2	46
FLU-32	1	1	1	3	3	3	1	46
FLU-34	1	1	3	2	1	3	1	46
FLU-44	1	1	1	3	3	3	1	46
FLU-45	1	1	1	3	3	3	1	46
FLU-59	1	2	1	3	2	1	2	46
FLU-33	1	1	1	2	3	3	2	43
FLU-46	1	2	1	2	1	3	2	43
FLU-57	1	2	1	2	1	3	2	43
FLU-60	1	2	1	3	1	1	2	43
FLU-21	2	2	1	1	1	1	2	42
FLU-38	1	1	1	2	3	3	1	42
FLU-56	1	2	1	2	1	3	1	42
FLU-39	1	1	1	2	2	3	1	39
FLU-42	1	1	1	2	2	3	1	39
FLU-43	1	1	1	2	2	3	1	39
FLU-54	1	2	1	2	1	1	2	39
FLU-58	1	2	1	2	1	1	2	39
FLU-22	1	2	1	2	1	1	1	38
FLU-47	1	2	1	1	1	3	1	38
FLU-50	1	1	1	2	3	1	1	38
FLU-51	1	1	1	2	3	1	1	38
FLU-52	1	1	1	2	3	1	1	38
FLU-53	1	1	1	2	3	1	1	38
FLU-61	1	1	1	3	1	1	2	37
FLU-31	1	1	1	2	1	3	1	36
FLU-48	1	1	1	2	1	3	1	36
FLU-49	1	1	1	2	1	3	1	36
FLU-41	1	1	1	1	1	3	1	32

A: Distància fins el mar; B: Longitud del tram alliberat; C: Aprofitament hidroelèctric; D: ICF;
E: Verticalitat de la riba; F: Espai natural de protecció especial; G: Accés a subconca

$$Puntuació = \sum (A \times 7) + (B \times 6) + (C \times 5) + (D \times 4) + (E \times 3) + (F \times 2) + (G \times 1)$$

Taula 7.2. Resum trams alliberats. Els obstacles s'ordenen per puntuació i longitud del tram alliberat. Es remarquen els punts del programa d'implementació. Font: Elaboració pròpia, 2009.

Codi	Puntuació	Aigües amunt (m)	Aigües avall (m)	Tram alliberat (m)	Tram alliberat (%)
FLU-07	66	6.056,42	660,25	6.716,67	6,73
FLU-03	66	4.208,32	614,81	4.823,13	4,68
FLU-13	64	3.019,41	1.772,90	4.792,31	3,36
FLU-20	64	2.423,11	559,28	2.982,39	2,69
FLU-09	63	8.946,77	1.874,64	10.821,41	9,94
FLU-04	63	4.906,42	4.208,32	9.114,74	5,45
FLU-12	63	1.772,90	1.421,20	3.194,10	1,97
FLU-28	63	663,46	1.311,96	1.975,41	0,74
FLU-10	62	2.555,68	8.946,77	11.502,45	2,84
FLU-26	60	794,73	642,00	1.436,72	0,88
FLU-30	60	285,46	1.115,15	1.400,61	0,32
FLU-01	59	5.777,27	9.574,25	15.351,52	6,42
FLU-15	59	3.574,91	2.519,28	6.094,19	3,97
FLU-24	59	1.107,86	3.369,75	4.477,61	1,23
FLU-11	59	1.421,20	2.555,68	3.976,87	1,58
FLU-19	58	559,28	1.094,62	1.653,90	0,62
FLU-23	56	3.369,75	1.686,35	5.056,10	3,74
FLU-25	55	642,00	1.107,86	1.749,86	0,71
FLU-05	53	885,44	4.906,42	5.791,86	0,98
FLU-29	53	1.115,15	663,46	1.778,61	1,24
FLU-02	52	614,81	5.777,27	6.392,08	0,68
FLU-27	52	1.311,96	794,73	2.106,68	1,46
FLU-06	52	660,25	885,44	1.545,69	0,73
FLU-36	52	121,01	439,52	560,53	0,13
FLU-37	52	213,47	121,01	334,48	0,24
FLU-16	50	2.051,06	3.574,91	5.625,97	2,28
FLU-08	49	1.874,64	6.056,42	7.931,07	2,08
FLU-35	49	439,52	531,08	970,60	0,49
FLU-40	49	154,44	263,07	417,51	0,17
FLU-55	48	743,65	1.771,18	2.514,83	0,83
FLU-59	46	5.527,18	1.221,79	6.748,97	6,14
FLU-14	46	2.519,28	3.019,41	5.538,69	2,80
FLU-17	46	1.503,53	2.051,06	3.554,58	1,67
FLU-18	46	1.094,62	1.503,53	2.598,14	1,22
FLU-34	46	531,08	394,05	925,12	0,59
FLU-45	46	558,58	203,93	762,51	0,62
FLU-44	46	203,93	439,59	643,52	0,23
FLU-32	46	286,99	199,55	486,54	0,32
FLU-60	43	723,83	5.527,18	6.251,00	0,80
FLU-57	43	3.862,31	680,96	4.543,27	4,29
FLU-46	43	776,36	558,58	1.334,94	0,86
FLU-33	43	394,05	286,99	681,04	0,44
FLU-21	42	546,75	2.423,11	2.969,86	0,61
FLU-56	42	680,96	743,65	1.424,61	0,76
FLU-38	42	114,09	213,47	327,56	0,13
FLU-58	39	1.221,79	3.862,31	5.084,10	1,36
FLU-54	39	1.771,18	413,05	2.184,23	1,97
FLU-43	39	439,59	259,60	699,19	0,49
FLU-39	39	263,07	114,09	377,17	0,29
FLU-42	39	259,60	17,85	277,45	0,29
FLU-22	38	1.686,35	546,75	2.233,10	1,87
FLU-47	38	540,24	776,36	1.316,60	0,60
FLU-50	38	372,97	320,76	693,73	0,41
FLU-53	38	413,05	220,06	633,11	0,46
FLU-51	38	214,80	372,97	587,76	0,24
FLU-52	38	220,06	214,80	434,85	0,24
FLU-61	37	31,22	723,83	755,05	0,03
FLU-48	36	424,04	540,24	964,28	0,47
FLU-49	36	320,76	424,04	744,80	0,36
FLU-31	36	199,55	285,46	485,01	0,22
FLU-41	32	17,85	154,44	172,29	0,02
Longitud curs principal Fluvià: 99.564 m Programa d'implementació: 20 obstacles amb prioritat màxima					

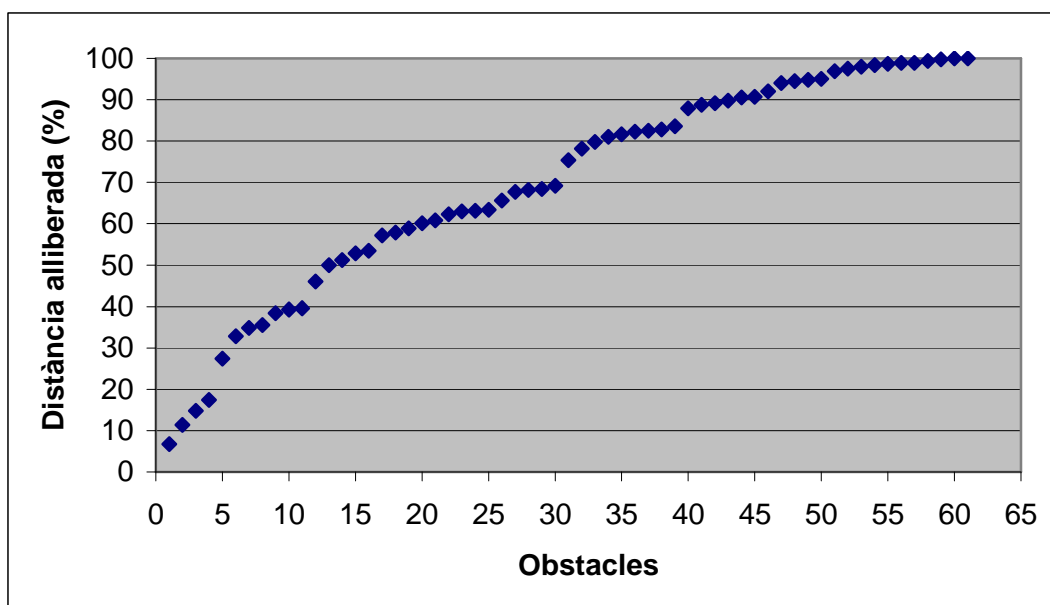


Figura 7.1. Percentatge acumulat dels trams alliberats amb l'execució de mesures correctores.

Font: Elaboració pròpia, 2009.

El programa d'implementació proposat consta d'un total de 20 punts que van ser seleccionats en funció de l'ordre obtingut amb la matriu de ponderació. Aquests han estat escollits com a prioritats màximes ja que alliberen aproximadament un 60% del riu. Aquest percentatge és el resultat de la suma dels trams aigües amunt permeabilitzats amb la construcció dels passos de peixos. A partir de l'actuació 21, l'increment del tant per cent alliberat comença a disminuir. Alhora, aquesta selecció inclou quasi totes les centrals hidroelèctriques i es limita al tram mitjà i baix del riu.

Degut a la magnitud del programa s'ha proposat la seva execució en un període de 10 anys, a raó de dues actuacions per any.

Per a cadascun dels 20 punts prioritaris s'ha elaborat una fitxa amb les característiques i requeriments necessaris de cada actuació (annex II). El contingut principal de les fitxes es relaciona a la taula 7.3.

Taula 7.3. Resum del programa d'implementació. Font: Elaboració pròpia, 2009.

Núm. actuació	Codi obstacle	Tipus	Municipi	Mesura correctora	Ordre actuació	Pressupost aprox. (€)
1	FLU-07	Resclosa	Bàscara	Pas de peixos	1er any	100.000
2	FLU-03	Resclosa	Sant Mori	Pas de peixos	1er any	100.000
3	FLU-13	Resclosa	Serinyà	Pas de peixos	2on any	650.000
4	FLU-20	Resclosa	Argelaguer	Pas de peixos	2on any	350.000
5	FLU-09	Resclosa	Vilademuls	Pas de peixos	3er any	225.000
6	FLU-04	Resclosa	Garrigàs	Pas de peixos	3er any	200.000
7	FLU-12	Resclosa	Esponellà	Pas de peixos	4rt any	400.000
8	FLU-28	Resclosa	St. Joan les Fonts	Pas de peixos	4rt any	50.000
9	FLU-10	Resclosa	Esponellà	Pas de peixos	5è any	40.000
10	FLU-26	Resclosa	Castellfollit de la Roca	Pas de peixos	5è any	400.000
11	FLU-30	Resclosa	St. Joan les Fonts	Pas de peixos	6è any	50.000
12	FLU-01	Resclosa	Torroella de Fluvià	Pas de peixos	6è any	50.000
13	FLU-15	Resclosa	Besalú	Pas de peixos	7è any	250.000
14	FLU-24	Resclosa	Montagut	Pas de peixos	7è any	225.000
15	FLU-11	Resclosa	Crespià	Pas de peixos	8è any	125.000
16	FLU-19	Resclosa	Argelaguer	Pas de peixos	8è any	200.000
17	FLU-23	Resclosa	St. Jaume de Llierca	Pas de peixos	9è any	200.000
18	FLU-25	Resclosa	Castellfollit de la Roca	Pas de peixos	9è any	150.000
19	FLU-05	Gual	Bàscara	Construcció pont	10è any	Indeterminat
20	FLU-29	Resclosa	St. Joan les Fonts	Pas de peixos	10è any	25.000

En general, les mesures correctores de la connectivitat que es duen a terme són l'enderrocament de l'obstacle o la construcció d'un dispositiu que permeti el pas dels peixos. Al programa d'implementació s'ha optat per aquesta segona opció degut a que totes les infraestructures estan en ús i no es poden desmantellar. El fet de no eliminar l'obstacle en la seva totalitat, fa que aquestes mesures no restaurin la connectivitat de forma integral. Tan sols permeten la rehabilitació de la connectivitat fluvial per a determinats grups d'espècies.

Quan es fa referència a la construcció d'un pas de peixos, com a dispositiu corrector de la connectivitat, s'ha de tenir en compte que aquests han de servir per al major nombre d'espècies d'ictiofauna possibles. Aquests tipus d'actuacions s'adapten als criteris

adoptats per l'ACA ja que un plantejament corrector destinat a una espècie concreta resultaria restringit i limitat. També recomana que les actuacions correctores s'integrin a la natura, evitant estructures artificials complexes i de manteniment difícil. Respecte a l'actuació número 19, es proposa la substitució d'un gual per un pont per tal que la connectivitat no es vegi tan afectada per les variacions estacionals de cabal.

L'elecció del tipus de pas per a peixos adient requereix d'un estudi acurat tant de l'indret com de les característiques de l'obstacle. En conseqüència, el programa d'implementació només recull la necessitat de construir el dispositiu i seran els futurs projectes executius, de cada actuació, els que en determinin el tipus.

Un dels aspectes controvertits de la construcció de passos per a peixos és que puguin afavorir la dispersió de les espècies al·lòctones. Dissortadament, la propagació d'aquestes espècies respon a variables imprevisibles i incontrolables, per la qual cosa no s'haurien de deixar de portar a terme actuacions que puguin afavorir a les espècies autòctones.

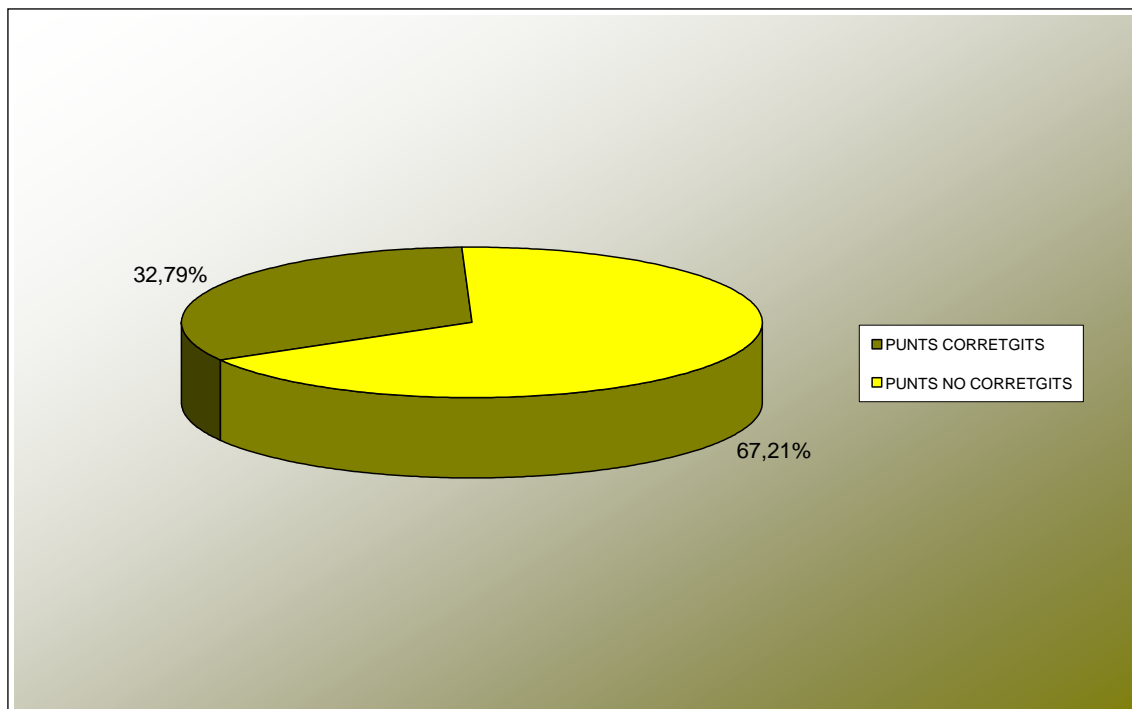


Figura 7.2. Percentatge dels punts sobre els quals es proposen mesures correctores de la connectivitat al curs principal del riu Fluvià. Font: Elaboració pròpia, 2009.

Malgrat que a priori el programa d'implementació sembla que tingui una magnitud important, les 20 mesures correctores proposades tan sols constitueixen un 32,79 % del total d'obstacles presents al riu. Caldria, per tant, un cop finalitzada la execució de les actuacions programades, donar continuïtat a la millora de la connectivitat fluvial.

El valor total del pressupost del programa ascendeix aproximadament als quatre milions d'euros. Aquest no ha de ser assumit per una única entitat sinó que s'ha d'afrontar per a cadascuna de les empreses concessionàries de les explotacions hidroelèctriques o en el seu defecte per l'ACA com a responsable subsidiària. Val a dir però, que les administracions públiques poden sol·licitar una sèrie d'ajuts destinats a la recuperació dels espais fluvials. En aquest sentit el riu Fluvià està íntegrament dintre de la Xarxa Natura 2000, cosa que legitima a les entitats locals a optar als fons dels programes LIFE, així com a d'altres fonts de finançament que es recullen a les fitxes de les actuacions.

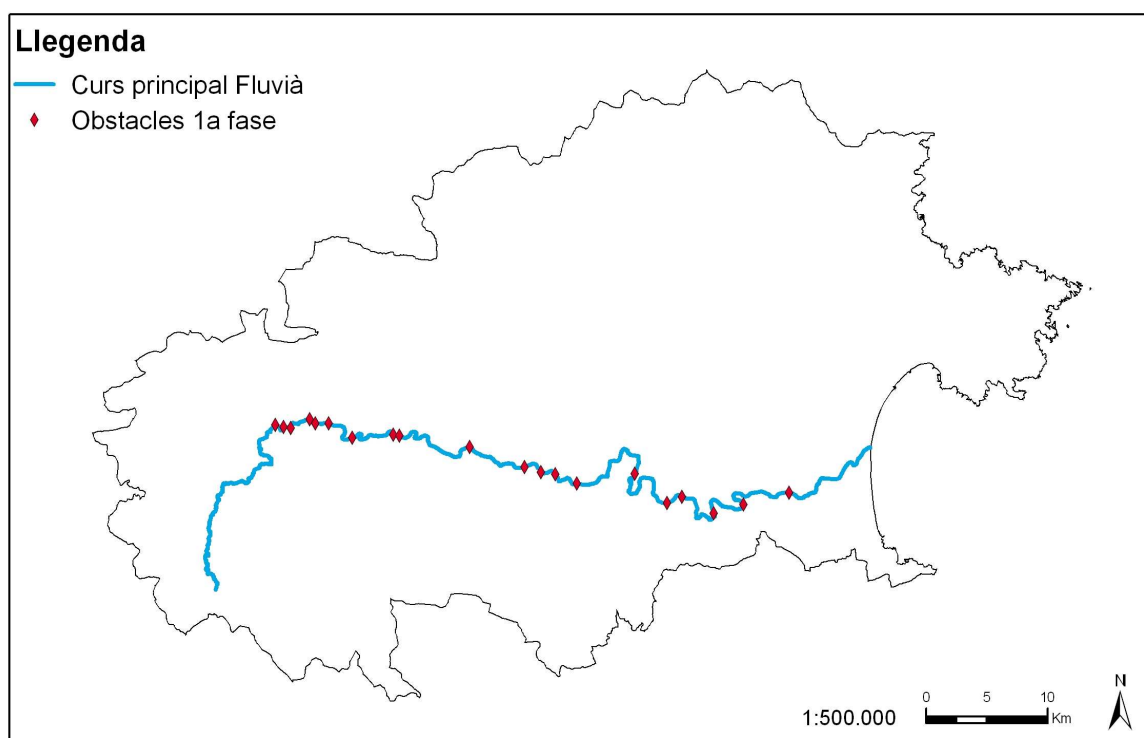


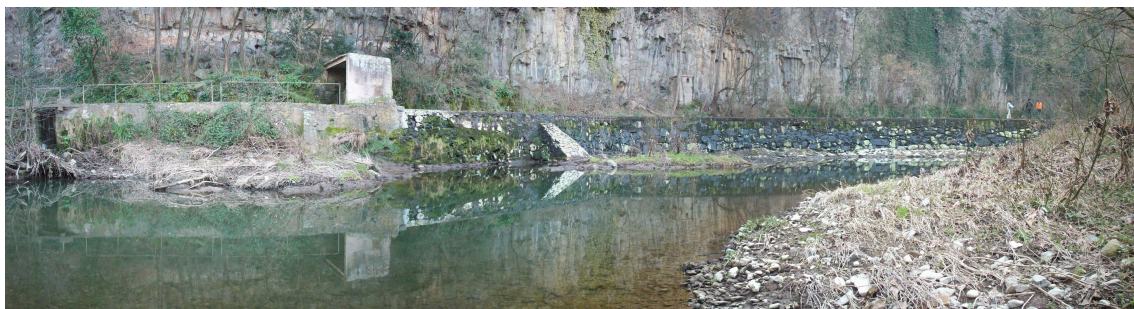
Figura 7.3. Localització dels 20 obstacles corresponents a la fase prioritària del programa d'implementació.

Font: Elaboració pròpia, 2009.

Per altra banda es considera imprescindible la realització d'un seguiment ambiental de les obres que eviti la degradació dels hàbitats i espècies d'interès comunitari. Alhora, s'han de tenir en compte les característiques concretes de cada punt d'actuació com ara: figures de protecció especial, aqüífers protegits, zones humides... que es troben indicades a les fitxes.

Per la seva part, la DMA recomana una revisió de la diagnosi de la connectivitat fluvial, així com una avaluació del compliment dels cabals de manteniment, cada 6 anys.

Conclusions



8. CONCLUSIONS

- 1) S'han identificat i caracteritzat 117 infraestructures transversals al curs principal del riu Fluvià:
 - 43 rescloses (36,75%)
 - 42 ponts (35,90%)
 - 16 guals (13,68%)
 - 15 passallisos (12,82%)
 - 1 estació d'aforament (0,85%)

- 2) S'ha dividit el riu en tres trams, de 33 km cadascun, i s'ha determinat la concentració d'infraestructures a cada segment:
 - 74 part alta (63,25%) amb una mitjana de 2,24 infraestructures/km
 - 24 part mitja (20,51%) amb una mitjana de 0,73 infraestructures/km
 - 19 part baixa (16,24%) amb una mitjana de 0,58 infraestructures/km

- 3) El tram amb una major densitat d'infraestructures es localitza entre Les Presses i Sant Joan les Fonts, amb una mitjana de 3,53 infraestructures/km

- 4) S'ha aplicat l'índex de connectivitat fluvial (ICF) a les 117 infraestructures i han resultat els següents nivells de qualitat:
 - 56 **MOLT BO** (47,86%)
 - 4 **BO** (3,42%)
 - 45 **DEFICIENT** (38,46%)
 - 12 **DOLENT** (10,26%)

- 5) El curs principal del riu Fluvià presenta greus problemes de connectivitat longitudinal ja que el 48,72% de les infraestructures transversals representen un obstacle per al moviment de la ictiofauna.

- 6) L'ICF és un bon indicador de la continuïtat en el canal fluvial ja que permet avaluar d'una forma senzilla els obstacles. Malgrat això, s'han constatat algunes limitacions:
- Només contempla dos tipus d'obstacles ideals (gual o resclosa) obviant altres tipologies.
 - No precisa quines mesures s'han de prendre quan la infraestructura genera diferents desnivells consecutius.
 - No té en compte la capacitat de l'anguila de reptar per les riberes quan no circula aigua per sobre l'obstacle.
- 7) Al Fluvià no s'ha localitzat cap dispositiu per al pas dels peixos, tot i la presència de 21 rescloses destinades a la producció d'electricitat. En conseqüència, aquestes centrals hidroelèctriques vulneren la llei vigent de pesca fluvial.
- 8) S'ha constatat la inexistència de cap presa, és a dir, estructura de més de 10 metres d'alçada. Aquest aspecte facilita l'adopció de mesures correctores ja que el cost dels passos per a peixos és directament proporcional a l'alçada de la barrera.
- 9) Tot i que no hi ha cap embassament, la suma dels efectes de les 43 rescloses, provoquen que el flux del Fluvià esdevingui regulat.
- 10) Pel que fa a l'estat de conservació de les rescloses i guals mostrejats, s'ha constatat una falta de manteniment per part de les empreses concessionàries i per part de l'administració competent. S'ha detectat acumulació important de restes vegetals a les infraestructures, mal estat de conservació de les rescloses i guals, i canals de derivació en desús que alteren la dinàmica fluvial.

Bibliografia



BIBLIOGRAFIA

- Agència Catalana de l'Aigua, Universitat de Girona, Projectes i Gestió Ambiental, S.L. (2002). *Cartografia dels espais inundables i patrimoni cultural de les conques internes de Catalunya. Conca del Fluvià, trams 5, 6, 7, 8 i 9*. Barcelona: Document intern ACA
- 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*. Barcelona: ACA
- Agència Catalana de l'Aigua. (2006). *Protocol d'avaluació de la qualitat hidromorfològica dels rius* (1a ed.). Barcelona: ACA.
- Alfredo Salvador. Museo nacional de ciencias naturales. (2009). *Enciclopedia virtual de los vertebrados españoles*. Recuperat 8 abril 2009, des de <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Awise, J.C., Helfman, G.S., Saunders, N.C. and L.S. Hales. 1986. Mitochondrial DNA differentiation in North Atlantic eels: population genetics consequences of an unusual life history pattern. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 83: 4350-4354.
- Banco de datos de la naturaleza, Ministerio de Medio Ambiente (2009). *Peces continentales de Espanya. Anguilla anguilla*. Recuperat 8 abril 2009, des de http://www.mma.es/secciones/biodiversidad/inventarios/inb/atlas_Peces/pdf/anguilla_anguilla.pdf
- Bauchot, M.L. & Pras, A. (2004). *Guía de los peces de mar de España y de Europa* (1a ed.). Barcelona: Omega. 2004.
- Dannewitz, J., Maes, G.E., Johansson, L., Wickström, H., and F. A. M. Volckaert. 2005. Panmixia in the European eel: a matter of time. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272: 1129–1137.
- Dekker, Willem (2004). *Slipping through our hands. Populations dynamics of European eel* (Tesi doctoral Universitat d'Amsterdam). Dissertation of WU staff at other university

- Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural, Generalitat de Catalunya (2008). *Plan de Gestión de la Anguila Europea. Catalunya*. Barcelona: Generalitat de Catalunya
- Donat, L. i Solà, X. (2003). *Els molins*. (Quaderns de la Revista de Girona. Guies). Girona: Diputació de Girona
- Elvira, B., Nicola, G., i Almododóvar, A. (1998). *Impacto de las obras hidráulicas en la ictiofauna: dispositivos de paso para peces en las presas de España* (1a ed.). Madrid: Organisme Autònom Parcs Nacionals. Ministerio de Medio Ambiente
- Food and agriculture of the united nations. (2009). *Fisheries and Aquaculture Department*. Recuperat 18 novembre 2008, des de <http://www.fao.org/fishery/species/2203>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO/DVWK. (2002). *Fish passes: Design, dimensions and monitoring* (1a ed.). Roma: FAO
- Institut cartogràfic de Catalunya i Diputació de Girona. (2000). *Atles comarcal de Catalunya: Alt Empordà* (1a ed.). Barcelona: Generalitat de Catalunya
- Institut cartogràfic de Catalunya i Diputació de Girona. (2001). *Atles comarcal de Catalunya: Garrotxa* (1a ed.). Barcelona: Generalitat de Catalunya
- Institut cartogràfic de Catalunya i Diputació de Girona. (2002). *Atles comarcal de Catalunya: Pla de l'Estany* (1a ed.). Barcelona: Generalitat de Catalunya
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (2009). *The IUCN Red List of Threatened Speaces*. Recuperat 8 abril 2009, des de <http://www.iucnredlist.org/search>
- Kottelat, M. & Freyhof, J (2007). *Handbook of European Freshwater Fishes*. Switzerland: published by the authors.
- Kroes, M. J., Gough, P., Schollema, P.P.& Wanningen, H., (2006). *From sea to source: Practical Guidance for restoration of fish migration in European Rivers* (1a ed.). Holanda: P. Gough

- Mallarach, J. M. i Germain, J. (2006). *Bases per a les directrius de connectivitat ecològica de Catalunya* (1a ed.). Barcelona: Generalitat de Catalunya, Departament de Medi Ambient i Habitatge
- Ministerio de industria turismo y comercio. (2009). *Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna i flora silvestre*. Recuperat 4 febrer 2009, des de www.cites.es/
- Pavón D. (2007). *La gran obra hidràulica a les conques de la Muga i del Fluvià: dels projectes a les realitzacions (1850-1980)*. Tesi doctoral Universitat de Girona. Recuperat maig 2009 des de <http://www.tdx.cat/TDX-1121107-112358>
- Saavedra Bendito, Deli (2002). *Reintroduction of the eurasian otter (*Lutra lutra*) in Muga and Fluvià basins (North-easter Spain): viability, development, monitoring and trends of the new population*. Tesi doctoral Universitat de Girona, 2009, des de www.tesisenxarxa.net/TDX/TDX_UdG/TESIS/AVAILABLE/TDX-0319104-124146//tdsb.pdf
- Tesch, F.-W. (2003). *The eel* (3a ed.). Oxford: Blackwell Publishing.
- van Ginneken, V. & Maes, G.E (2005). *The European eel (*Anguilla anguilla*, Linnaeus), its lifecycle, evolution and reproduction: a literature review*. Rev Fish Biol Fisheries, 15:367-398.
- Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.-L., Hureau, J.-C., Nielsen, J., Tortonese, E. (1986): *Fishes of the North-eastern Atlantic and Mediterranean*. [Vol. II]. París: published by UNESCO.
- Wirth, T. and L. Bernatchez. 2001. Genetic evidence against panmixia in the European eel. Nature 409: 1037-1040. 195

Annexos



ANNEX I: Fitxes obstacles

ANNEX II: Programa d'implementació. Fitxes, cronograma i resum del pressupost.

ANNEX III: Cartografia

- Mapa 1: Localització de la conca del Fluvià
- Mapa 2: Localització del curs principal del riu Fluvià
- Mapa 3: Tipus d'infraestructures transversals al riu Fluvià
- Mapa 4: Nivell de qualitat dels obstacles segons l'ICF
- Mapa 5: Obstacles de la fase prioritària del programa d'implementació

ANNEX IV: Fulls de camp