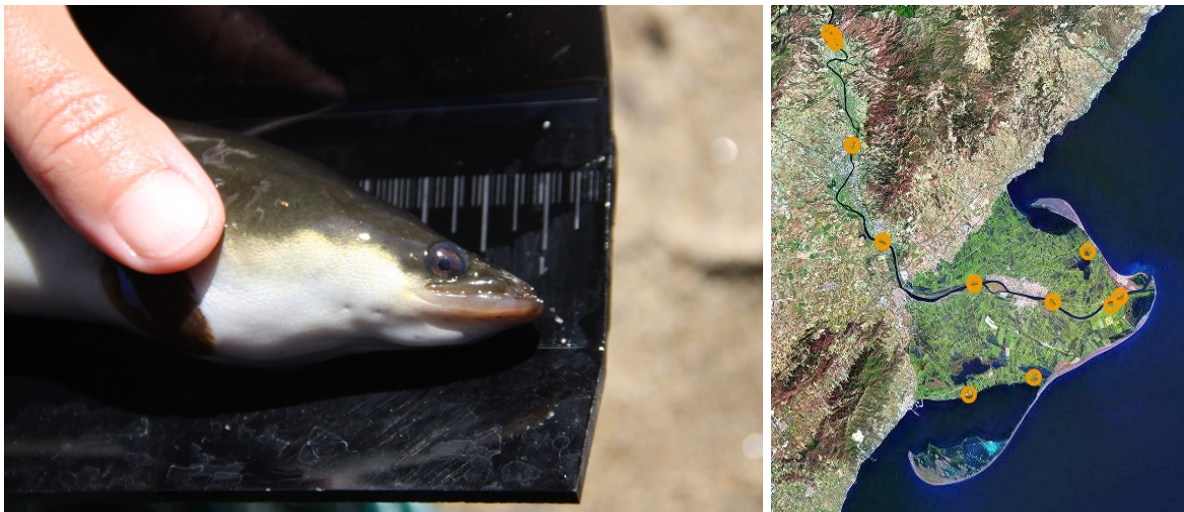


# AVALUACIÓ DE LES PROBLEMÀTIQUES ASSOCIADES A LES MIGRACIONS REPRODUCTIVES DE L'ANGUILA EUROPEA (*ANGUILLA ANGUILLA*), LA SABOGA (*ALOSA FALLAX*) I L'ESTURIÓ EUROPEU (*ACIPENSER STURIO*) AL TRAM FINAL DE L'ÈBRE PER SISTEMES DE MARCATGE I SEGUIMENT.

OCTUBRE DE 2018



Equip redactor:



Amb el suport de la Fundació Barcelona Zoo i l'Ajuntament de Barcelona:





CERM  
Centre d'Estudis  
dels Rius Mediterranis  
UVIC | UVIC-UCC

# AVALUACIÓ DE LES PROBLEMÀTIQUES ASSOCIADES A LES MIGRACIONS REPRODUCTIVES DE L'ANGUILA EUROPEA (*ANGUILLA ANGUILLA*), LA SABOGA (*ALOSA FALLAX*) I L'ESTURIÓ EUROPEU (*ACIPENSER STURIO*) AL TRAM FINAL DE L'ÈBRE PER SISTEMES DE MARCATGE I SEGUIMENT. OCTUBRE DE 2018

## **Equip redactor:**

Marc Ordeix i Rigo, Doctor en Biologia (direcció tècnica dels treballs)

Andrea Cuatrecasas Sánchez, Llicenciada en Biologia

Núria Sellarès i Oró, Llicenciada en Ciències Ambientals

Laia Jiménez Saldaña, Llicenciada en Biologia

Èlia Bretxa i Cunill, Llicenciada en Ciències Ambientals

**Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis** - Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya.

Museu del Ter. Passeig del Ter, 2 - 08560 Manlleu (Osona)

T +34 93 851 51 76 / +34 628 26 83 21

[cerm@uvic.cat](mailto:cerm@uvic.cat)

<http://mon.uvic.cat/cerm>

## **Amb el suport de:**

### **Fundació Barcelona Zoo i Ajuntament de Barcelona**

Ajut econòmic del Programa de recerca i conservació del Zoo de Barcelona 2017

Parc de la Ciutadella, s/n - 08003 Barcelona



CERM  
Centre d'Estudis  
dels Rius Mediterranis  
UVIC | UVIC-UCC

## Índex

1. Introducció i objectius.....	6
2. Àrea d'estudi .....	10
3. Material i mètodes.....	11
4. Resultats obtinguts.....	21
5. Discussió.....	37
6. Conclusions.....	43
7. Bibliografia .....	44

## 1. Introducció i objectius

Aquesta memòria tracta les dades obtingudes en una prova pilot de marcatge de peixos per mitjà de telemetria ultrasònica per avaluar les principals problemàtiques relacionades amb les seves migracions al tram final del riu Ebre: centrals hidroelèctriques i canals de reg presents entre la presa de Flix (la Ribera d'Ebre) i el Delta de l'Ebre. Les espècies objectiu d'aquest estudi són l'anguila europea (*Anguilla anguilla*), la saboga (*Alosa fallax*), l'esturió europeu (*Acipenser sturio*), la llissa calua (*Liza ramada*) i la llissa llobarrera o cabeçut (*Mugil cephalus*).

La recerca que es descriu a continuació és complementària als treballs del projecte LIFE MIGRATOEBRE (LIFE13 NAT/ES/000237; 7/2014-6/2019; [www.migratoebre.eu](http://www.migratoebre.eu)), la direcció científica del qual va a càrrec del Centre d'Estudis dels Rius Mediterranis – Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya (<http://mon.uvic.cat/cerm>). Aquest projecte fomenta la restauració de la connectivitat ecològica del tram final de l'Ebre per mitjà de la interconnexió dels espais naturals inclosos a la Xarxa Natura 2000, amb el propòsit de recuperar-hi el conjunt dels peixos migratoris. No obstant això, es prenen com a espècies objectiu o bandera: l'anguila europea, l'esturió europeu, la saboga i la llamprea marina (*Petromyzon marinus*).

Entre d'altres accions, el projecte Life MigratoEbre preveu millorar els principals obstacles existents (els assuts de Xerta i d'Ascó) per permetre la migració dels peixos riu amunt (tot i que el propòsit és que, a curt o a mitjà termini, també s'impulsin mesures complementàries perquè també ho puguin fer tan aigua amunt com aigua avall).

En el marc del projecte i quan hi hagi exemplars disponibles al centre de cria de Saint Seurin-sur-l'Isle (França), l'any 2020 o més enllà, hi ha previst iniciar una prova pilot d'alliberament d'exemplars juvenils d'esturió europeu al tram final del riu Ebre. Al seu moment se n'estudiarà el comportament al riu i el seu estuari. El seguiment dels individus d'esturió europeu alliberats es farà per mitjà de sistemes telemetria ultrasònica.

Amb caràcter preliminar, l'any 2017 es va iniciar una prova pilot de marcatge i seguiment de peixos per sistemes de telemetria ultrasònica, per avaluar les principals problemàtiques relacionades amb les seves migracions al tram final del riu Ebre. Les espècies objectiu eren, d'una banda, l'anguila europea i la saboga, la conservació de les quals és part de l'objectiu principal del projecte Life MigratoEbre. Com que ara com ara no es disposa d'exemplars d'esturió europeu per al seu alliberament a l'Ebre, també es va decidir fer el marcatge i seguiment d'exemplars de llissa calua (*Liza ramada*) i llissa llobarrera o cabeçut (*Mugil cephalus*), degut a la importància que tenen aquestes espècies en l'ecologia del tram final de l'Ebre i a les semblances del seu comportament migratori amb el de l'esturió (per indicació del

grup d'investigadors liderats per Eric Rochard a la Unitat de Recerca EABX (Ecosistemes Aquàtics i Canvis globals) del Centre de l'IRSTEA (Institut nacional de recerca en ciències i tecnologies per al medi ambient i l'agricultura) a Bordeus (Nova Aquitània, França), que ho han pogut comprovar a la conca de la Garona, l'únic riu europeu on encara conviuen aquestes espècies).

Els períodes migratoris del poblament de peixos del riu Ebre, els seus principals moviments i rutes preferencials en els seus desplaçaments riu avall (sobretot, si sobrepassen l'assut de Xerta pel capdamunt d'aquest obstacle, entren als canals d'irrigació o a les turbines hidroelèctriques) són desconeguts (López i altres, 2012). I aquesta informació és important per endegar mesures de conservació d'aquestes espècies.

L'objectiu genèric d'aquesta proposta consisteix, doncs, en el marcatge i seguiment de tres grups d'espècies de peixos com a estudi previ i complementari del projecte Life MigratoEbre, que bàsicament pretén millorar les possibilitats migratòries cap a riu amunt (per mitjà de l'establiment de diversos dispositius de pas per a peixos), i no entra a treballar en els possibles impactes de la migració riu avall. A més, aquest projecte LIFE aporta el finançament d'equips per a dur a terme el seguiment migratori de peixos però només per a l'alliberament i el marcatge d'uns quants exemplars d'esturió europeu al final del projecte. Es considera important, doncs, conèixer els moviments de les altres espècies autòctones i, així també, poder justificar la necessitat d'endegar possibles millores complementàries en relació a les migracions riu avall, possiblement imprescindibles per a la conservació dels peixos migradors, abans de l'alliberament dels esturions europeus i una vegada se n'alliberin.

Entre el maig i l'octubre de 2017 es van marcar un total de 30 peixos per mitjà d'emissors VEMCO (V9 i V13). Els peixos es van capturar al riu per mitjà de sistemes de pesca elèctrica des d'una embarcació i se'ls va instal·lar els emissors per la boca (en el cas de la saboga) o per mitjà d'una petita incisió a la cavitat peritoneal (en el cas de les altres espècies: anguila, llissa calua i llissa llobarrera), que va cosir personal especialitzat de l'IRTA-Sant Carles de la Ràpita. A tots els peixos també se'ls va inserir un xip (PIT tag, d'Oregon RFID) a la cavitat peritoneal, que en permet la seva identificació individual.

Per conèixer els seus desplaçaments, al tram final de l'Ebre es van instal·lar un total de 38 receptors VEMCO (VR2W-69 kHz), estacats a boies i georeferenciats, amb el propòsit de conèixer amb detall els desplaçaments dels peixos al llarg del riu, l'estuari, les llacunes costaneres i les seves anades i vingudes del litoral del Delta de l'Ebre. Els receptors, distribuïts com s'indica més endavant, es van visitar regularment i se'n va extreure la informació

enregistrada (excepte a uns quants que, com a conseqüència d'un fort aiguat la primavera de 2018, encara no s'han pogut recuperar).

Finalment, es van superposar les dades temporals de presència / absència i dels moviments dels peixos amb els diversos obstacles presents, i d'aquí es van extreure les conclusions oportunes sobre la necessitat de millora de la seva permeabilitat.

A banda del CERM, Centre d'Estudis del Rius Mediterranis – UVic – UCC, les altres institucions involucrades en el projecte Life MigratoEbre són els altres socis del projecte: l'Institut per al Desenvolupament de les Terres de l'Ebre (IDECE), del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya, la Fundació Catalunya – La Pedrera, el Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural de la Generalitat de Catalunya i l'IRTA - Sant Carles de la Ràpita (centre d'aqüicultura adscrit al DAAM de la Generalitat de Catalunya). Així mateix, a banda dels investigadors del CERM, les persones que hi han treballat directament, i amb qui es preveu publicar properament un article científic a partir d'aquesta recerca, són les següents:

**Nati Franch<sup>2</sup>, Enric Gisbert<sup>3</sup>, Karl B. Andree<sup>3</sup>, Josep Maria Queralt<sup>2</sup> i Eric Rochard<sup>4</sup>**

<sup>2</sup>Delta de l'Ebre Natural Park, Area of Protection and Research, Government of Catalonia, Ministry of Territory and Sustainability, Catalonia,

<sup>3</sup>IRTA, Center of Sant Carles de la Ràpita, Unit of Aquatic Cultures, Catalonia,

<sup>4</sup>IRSTEA, Bordeaux Centre, Research Unit EABX - Aquatic ecosystems and global changes. France.

**Pel fet d'haver rebut un ajut econòmic del Programa de recerca i conservació del Zoo de Barcelona l'any 2017, quan es publiqui aquest treball en alguna revista, hi constarà “*Amb el suport de la Fundació Barcelona Zoo i l'Ajuntament de Barcelona*”. S'indicarà igualment quan sigui presentada en alguna jornada o congrés.**



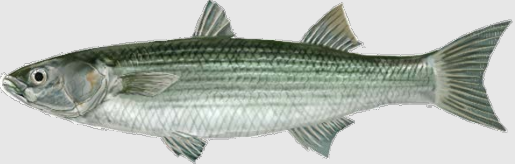

L'**objectiu genèric** d'aquest estudi és fer proves de marcatge i seguiment d'anguiles (*Anguilla anguilla*), llisses (*Liza ramada* i *Mugil cephalus*) i sabogues (*Alosa fallax*) al tram final del riu Ebre, com a estudis complementaris i preliminars als que es duren a terme en el marc del projecte Life MigratoEbre quan es disposi d'exemplars juvenils d'esturió europeu per alliberar al riu.

Els seus **objectius concrets** són els següents:



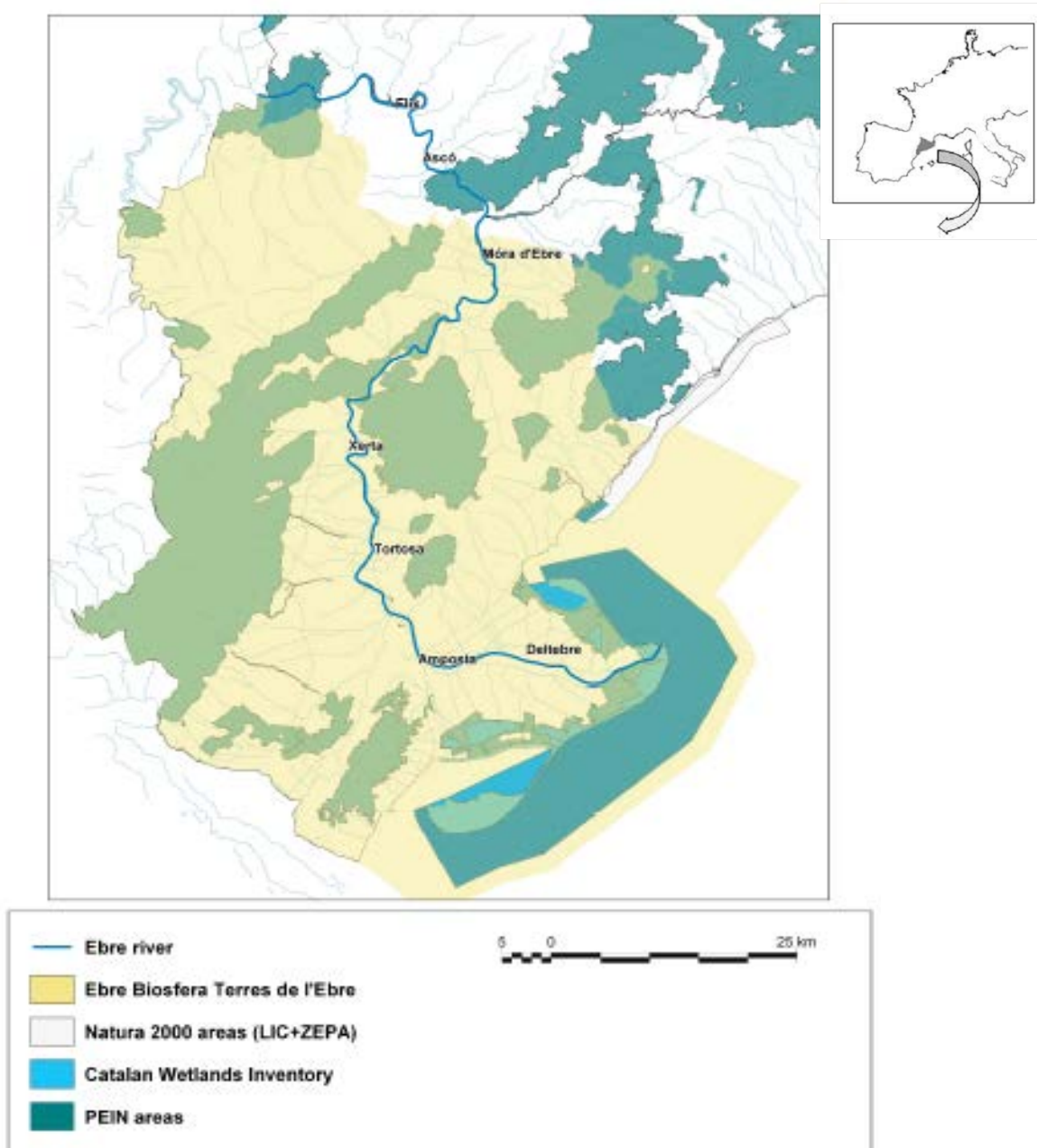
- **Testar el sistema de monitoratge de peixos per mitjà de telemetria ultrasònica al riu Ebre**, per a conèixer-ne les seves particularitats i adaptar-lo a la situació particular d'aquest riu i, en un futur, al seguiment d'exemplars d'esturió europeu.
- **Determinar les problemàtiques associades a la migració dels peixos i la connectivitat fluvial**, especialment riu avall, en relació a les turbines de centrals hidroelèctriques i els canals de reg.
- **Conèixer els patrons de moviment** de l'anguila, la saboga i les llisses (*Liza ramada* i *Mugil cephalus*). Determinar possibles factors desencadenants dels seus moviments i patrons migratoris.

**Taula 1.** Taula amb la descripció de les espècies de peixos marcades al tram final de l'Ebre l'any 2017. Dibuixos de Toni Llobet.

Nom de l'espècie	Grau de protecció	
<b>Saboga</b> <i>(Alosa fallax)</i>	VULNERABLE segons el "Libro Rojo de los Vertebrados Españoles" i en perill per la CE.  UICN. Preocupació menor	
<b>Anguila europea</b> <i>(Anguilla anguilla)</i>	VULNERABLE segons el "Libro Rojo de los Vertebrados Españoles" i considerada fora dels límits biològics de seguretat.  UICN. Categoria A2bd + 4bd CR, Perill crític d'extinció.	
<b>Llissa calua</b> <i>(Liza ramada)</i>	No es considera amenaçada	
<b>Llissa llobarrera</b> <i>(Mugil cephalus)</i>	No es considera amenaçada	

## 2. Àrea d'estudi

El curs principal del riu Ebre, situat al nord-est de la península Ibèrica, fa un total de 928 km i drena una conca de 85.550 km<sup>2</sup>. L'àrea d'actuació del projecte Life MigratoEbre i d'aquesta recerca és el tram final del riu Ebre, entre la població de Flix (la Ribera d'Ebre) i el delta de l'Ebre, incloent la mar circumdant (vegeu la figura següent).



**Figura 1.** Espais naturals protegits del tram final de l'Ebre, on es desenvolupa el projecte LIFE MIGRATOEBRE.



**Figura 2.** L'assut de Xerta- Tivenys, el principal obstacle per als peixos al tram final de l'Ebre i objecte de millores de connectivitat per als peixos associades al projecte LIFE MIGRATOEBRE.

### 3. Material i mètodes

#### a) Sistema de mostreig i marcatge dels peixos

Les captures de peixos es van fer mitjançant **pesca elèctrica**. Aquesta metodologia estandarditzada és emprada àmpliament i es considera no perjudicial per als peixos si es porta a terme correctament. El personal que fa el treball de camp coneix la fauna piscícola de l'àrea i els principis de la pesca elèctrica, així com els riscos i procediments de la seva pràctica.

La metodologia de mostreig i obtenció de dades per sistemes de pesca elèctrica està d'acord amb els treballs de Lobón-Cerbiá (1991), Pradillo (2009) i, més concretament, la Norma CEN estàndard UNE-EN 14011: 2003 (*Water Quality – Sampling of fish with electricity*). El mostreig es fa amb una embarcació que té incorporats instruments de pesca elèctrica (amb descàrregues de pulsos de 600 volts d'intensitat). Es determinen les espècies capturades i es prenen dades biomètriques de tots els individus. La determinació taxonòmica es fa considerant la informació disponible més recent (Doadrio, 2001; Kotelatt i Freyhoff, 2007; Leunda *i altres*, 2009).

El material emprat per a fer el marcatge i seguiment dels peixos per telemetria ultrasònica és el següent:

- a) 20 etiquetes acústiques V13 (29 mm long. i 9 mm diàmetre -més grosses-).
- b) 10 etiquetes acústiques V9 (36 mm long. i 13 mm diàmetre -més petites-).
- c) 48 receptors VR2W-69Hz (cadascun lligat a un mort de formigó de 500 kg).
- d) 1 hidròfon direccional VH110-10M (directament des d'una embarcació).
- e) 1 receptor acústic VR100 (amb GPS) i 1 kit de comunicació VR2W PC.

El marcatge de les anguilles, llisses i sabogues es fa seguint la metodologia de la Unitat de recerca EABX (Ecosistemes Aquàtics i Canvis globals) del Centre de l'IRSTEA (Institut nacional de recerca en ciències i tecnologies per al medi ambient i l'agricultura) a Bordeus (Nova Aquitània, França), descrita per Le Pichon (2015). Mitjançant personal capacitat i

experimentat i immediatament després de la captura dels peixos, els emissors acústics V9 i V13 s'implanten quirúrgicament, seguint les recomanacions de Bridger i Booth (2003).

Els peixos s'anestésien, es pesen i es mesuren, i es col·loquen en una taula quirúrgica amb circulació d'aigua per les brànquies. S'eixuga la part ventral dels peixos amb una compresa estèril i es desinfecta amb Betadine (10% de povidona-iode). L'emissor, desinfectat prèviament amb etanol i eixugat, s'implanta per incisió a la cavitat intraperitoneal. També se'ls injecta un tractament antibiòtic (amoixicilina, 0,025 ml/individu) a la cavitat abdominal. Seguint les recomanacions de Winter (1996), els emissors no poden pesar més del 2% del pes del peix fora de l'aigua. La incisió es tanca amb dues sutures de monofilament simples amb nus de cirurgia (monofilament Ethicon estèril) i s'hi aplica crema antifúngica hidròfoba. En general, aquest procediment quirúrgic és relativament curt: no sol durar més de 5 minuts per peix. Un cop acabada la cirurgia, els peixos es deixen en un dipòsit amb aigua ben airejada perquè es recuperin de la intervenció i l'anestèsia. Quan s'han recuperat completament (al cap d'uns 20-30 minuts), s'alliberen al riu.

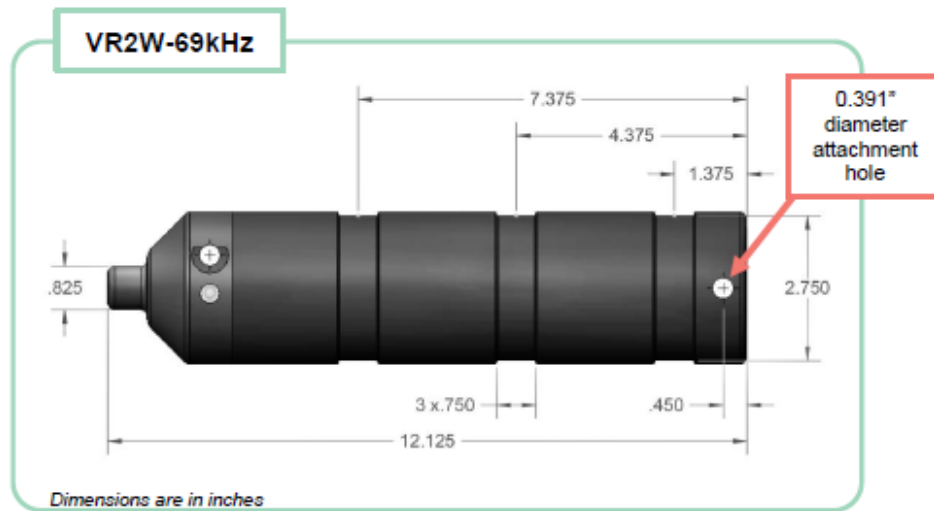
#### **b) Sistema de seguiment dels peixos per telemetria ultrasònica**

Per a fer el seguiment dels peixos marcats amb emissors, es van fer servir receptors acústics VEMCO VR2W-69 kHz, que funcionen a 69 kHz, amb 147 dB de potència de sortida i contenen una bateria de liti amb un mínim de 15 mesos de garantia ([www.vemco.com](http://www.vemco.com)). Cada receptor VEMCO està estacat a un mort, un bloc de ciment de 500 kg.

El període de seguiment dels individus capturats i marcats també està condicionat per la durada de la bateria dels emissors: les etiquetes acústiques VEMCO V9 –més petites- contenen una bateria amb una durada estimada de 270 dies, i les V13 –més grosses- tenen una durada estimada de 471 dies. Cada etiqueta acústica transmet un codi numèric acústic únic que es produeix a l'atzar en intervals (*nominal delay*) de 90 segons (per allargar la seva vida útil, gràcies a la densitat relativament elevada de receptors).

Per definir els llocs on es van col·locar els receptors es van fer servir les distàncies de detecció descrites per Le Pichon (2015), segons la qual la distància màxima en què es detecta un senyal el 50% del temps és d'entre 100 i 150 m respecte de l'emissor.

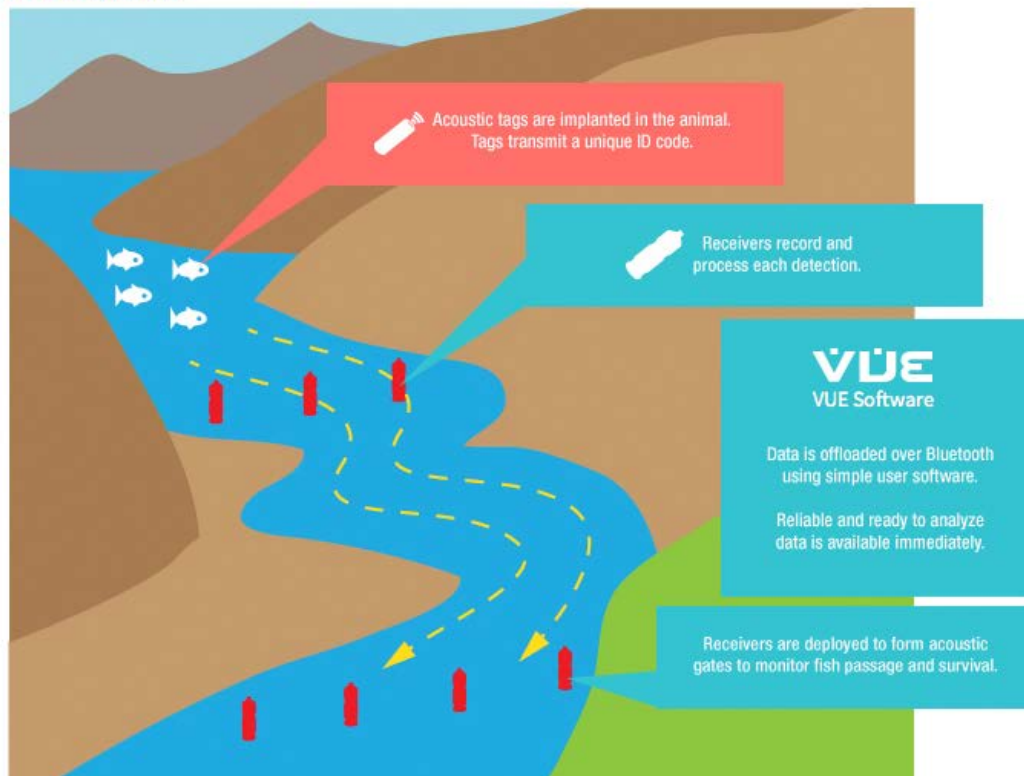
Un total de 47 receptors VEMCO VR2W - 69kHz es van col·locar al llarg de 115 km del riu Ebre i, també, a les entrades dels canals (Dreta i Esquerra) i llacunes del delta de l'Ebre (l'Encanyissada, la Tancada i el Canal Vell/l'Estella). Es van col·locar a sectors de riu sense possibles interferències (illes, ponts, etc.). En alguns dels punts, on l'amplada és més estreta, només s'hi van col·locar un parell de receptors separats uns 100 metres cadascun, en sèrie.



<https://vemco.com/applications/?rivers>

**vemco** HOME APPLICATIONS RESEARCHER RESOURCES PRODUCTS CUSTOMER SERVICE DOWNLOADS NEW!

**APPLICATION**



**Figura 3.** Aspecte extern d'un receptor acústic VEMCO VR2W-69kHz, com els que es van col·locar al tram final del riu Ebre per al seguiment dels peixos, i esquema del seu funcionament. Font: VEMCO

A la figura 4 es mostren les localitzacions dels receptors VR2W-69kHz al tram final de l'Ebre.



**Figura 4.** Distribució de les diverses estacions de receptors VEMCO VR2W-69kHz, de detecció, per mitjà de sistemes de telemetria ultrasònica, del pas dels peixos marcats al tram final del riu Ebre, instal·lades entre el maig de l'any 2017 i el setembre de 2018.



**Figura 5.** Mostra dels morts i com hi van estacats els receptors de VEMCO VR2W-69kHz, de detecció, per mitjà de sistemes de telemetria ultrasònica, del pas dels peixos marcats al tram final del riu Ebre, instal·lats a partir del maig de l'any 2017 i fins al setembre de 2018.

L'any 2017 es van marcar un total de 30 peixos:

- a) A tots els individus se'ls va posar una etiqueta acústica de VEMCO: a través de la boca (a les sabogues, alliberant-les immediatament) o fent-los una incisió a la cavitat peritoneal (les altres espècies, cosint la incisió i alliberant-los al cap de 20-30 minuts de recuperació, seguint els criteris de Le Pichon et al., 2015).
- b) També se'ls va posar un xip (PIT tag de 23 mm, del tipus HDX RFID TAGS d'Oregon RFID) a la cavitat peritoneal.

Els 30 peixos es van marcar amb 5 etiquetes acústiques VEMCO V9-2H pinger (29 mm long. i 9 mm diàmetre –més petites- i amb una bateria amb una durada estimada de 270 dies) i 25 etiquetes acústiques V13-1H (36 mm long. i 13 mm diàmetre –més grosses- i amb una bateria amb una durada estimada de 471 dies):

- **5 sabogues (*Alosa fallax*)** –es van alliberar totes *in situ*, aigua avall de l'assut de Xerta, a 58 km de la desembocadura-
- **11 anguiles (*Anguilla anguilla*)** –adultes i madures, platejades, es van alliberar totes al mateix punt de captura, a l'embarcador de Vinebre, situat a 88 km de la desembocadura-
- **13 llisses llobarreres o cabeçuts (*Mugil cephalus*)** –es van capturar aigua avall de l'assut de Xerta i es van alliberar 52 km riu amunt de Xerta, a l'embarcador de Flix, a 100 km de la desembocadura-

- **1 llissa calua (*Liza ramada*)** –es va alliberar al mateix lloc de captura, riu avall de l'assut de Xerta, a 58 km de la desembocadura-.

La metodologia emprada per la captura dels peixos és estandarditzada, emprada àmpliament, i es considera no perjudicial per als peixos (si es porta a terme correctament). El personal que fa el treball de camp coneix la fauna piscícola de l'àrea i els principis de la pesca elèctrica i la captura amb paranys, així com els riscos i procediments de la seva pràctica.



**Figura 6.** Operacions de captura, marcatge i alliberament de peixos al riu Ebre entre el maig i l'octubre de 2017. Imatges: Mariano Cebolla – Life MigratoEbre.



La estacions de seguiment, totes proveïdes de, com a mínim, 2 receptors Vemco VR2W situats en sèrie, estaven distribuïdes majoritàriament a la llera del riu Ebre, però també n'hi havia a les entrades dels canals de la Dreta i l'Esquerra del delta de l'Ebre, i a les sortides de les principals llacunes del delta de l'Ebre: l'Encanyissada, la Tancada, el Canal Vell/l'Estella i les Olles.

Un total de 47 receptors Vemco VR2W-69 kHz (cadascun indicat pel codi d'estació i una lletra: a, b, c...), es van distribuir, començant de riu amunt a riu avall i del marge esquerre al marge dret, georeferenciats, estacats a un mort de formigó d'uns 500 kg (120 cm x 80 cm x 20 cm), per les estacions de seguiment següents:

1. **LME 1 (a i b):** Riu Ebre aigua avall de l'assut d'Ascó
2. **LME 2 (a i b):** Riu Ebre entre Garcia i Vinebre (al Pas de l'Ase)
3. **LME 3 (a i b):** Riu Ebre aigua amunt de Miravet (al Pas de barca)
4. **LME 4 (a, b, c, d, e i f):** Riu Ebre aigua amunt de l'assut de Xerta (incloent les entrades dels canals de la dreta i de l'esquerra)
5. **LME 5 (a, b, c i d):** Riu Ebre a Xerta (aigua avall de la resclosa de navegació de Xerta)
6. **LME 6 (a, b i c):** Riu Ebre entre Jesús i Bitem (aigua amunt de l'illa de Xiquina)
7. **LME 7 (a, b, c i d):** Riu Ebre aigua avall de Tortosa, a Camp-redó
8. **LME 8 (a, b, c i d):** Riu Ebre aigua avall de l'illa de Sapinya i amunt de la de Gràcia, i de Jesús i Maria
9. **LME 9 (a, b, c i d):** Riu Ebre aigua avall de la Cava
10. **LME 10 (a, b, c, d, e i f):** Riu Ebre aigua avall de Riumar
11. **LME 11 (a i b):** Riu Ebre a lo Migjorn (aigua avall del pont d'accés a l'illa de Buda)
12. **LME 12 (a i b):** Canal de Sant Pere (desguàs de l'Encanyissada)
13. **LME 13 (a i b):** El Canalot (desguàs de la Tancada)
14. **LME 14 (a i b):** Canal del Trastellador (desguàs del Canal Vell/l'Estella, aigua amunt del pont de la carretera TV-3451)
15. **LME 15 (a i b):** Gola de les Olles

**Taula 2.** Llistat dels receptors VEMCO, de peixos marcats, i dels punts del tram final del riu Ebre on es van instal·lar entre els dies 23 i 24 de maig de 2017.

<b>Els receptors Vemco (VR2W-69 kHz) i els punts on van estar instal·lats els anys 2017 i 2018</b>					
Receptor	Número de sèrie	Estació	Codi estació	Codi mort	Coodenades (X, Y)
1	102447	<b>Riu Ebre aigua avall de l'assut d'Ascó</b>	LME1	LME1a	41.195539, 0.572286
2	102448			LME 1b	41.194587, 0.571986
3	103883	<b>Riu Ebre entre Garcia i Vinebre (al Pas de l'Ase)</b>	LME 2	LME 2a	41.166307, 0.610660
4	103897			LME2b	41.165273, 0.610574
5	102990	<b>Riu Ebre aigua amunt de Miravet (aigua amunt del Pas de barca)</b>	LME 3	LME 3a	41.032680, 0.612972
6	102992			LME3b	41.032793, 0.611448
7	103895	<b>Riu Ebre aigua amunt de l'assut de Xerta (incloent les entrades dels canals de la dreta i de l'esquerra)</b>	LME 4	LME 4a	40.926989, 0.489360
8	102456			LME4b	40.926813, 0.488266
9	102458			LME4c	40.925605, 0.490315
10	102459			LME4d	40.924981, 0.489285
11	102462			LME4e	40.923400, 0.494091
12	102989			LME4f	40.925654, 0.488609
13	102446	<b>Riu Ebre a Xerta (aigua avall de la resclosa de navegació de Xerta)</b>	LME5	LME5a	40.920188, 0.495039
14	102991			LME5b	40.919961, 0.494068
15	102994			LME5c	40.919126, 0.495807
16	103423			LME5d	40.918891, 0.495270
17	103882	<b>Riu Ebre entre Jesús i Bitem (aigua amunt de l'illa de Xiquina)</b>	LME6	LME6a	40.834893, 0.519468
18	103886			LME6b	40.834787, 0.520230
19	103888	<b>Riu Ebre aigua avall de Tortosa, a Camp-redó</b>	LME7	LME6c	40.834106, 0.519393
20	103896			LME7a	40.755079, 0.551451
21	103899			LME7b	40.754137, 0.551022
22	103900			LME7c	40.754917, 0.552223
23	105075			LME7d	40.753844, 0.552481
24	105076	<b>Riu Ebre aigua avall de l'illa de Sapinya i amunt de la de Gràcia, i de Jesús i Maria</b>	LME8	LME8a	40.719635, 0.659748
25	105078			LME8b	40.718757, 0.659877
26	105079			LME8c	40.719961, 0.660907
27	105082			LME8d	40.718985, 0.661121
28	105083	<b>Riu Ebre aigua avall de la Cava</b>	LME9	LME9a	40.710049, 0.754031
29	105084			LME9b	40.709040, 0.753860
30	105085			LME9c	40.709365, 0.755362
31	105086			LME9d	40.708585, 0.755018
32	105087	<b>Riu Ebre entre Riumar i la gola</b>	LME10	LME10a	40.719958, 0.860247
33	105088			LME10b	40.718852, 0.860440
34	105089			LME10c	40.718006, 0.860762
35	105092			LME10d	40.720685, 0.861491
36	105093			LME10e	40.720100, 0.862693
37	105095			LME10f	40.719710, 0.864238

38	105097	<b>Riu Ebre a lo Migjorn (aigua avall pont accés illa de Buda)</b>	LME11	LME11a	40.703948, 0.825741
39	105098			LME11b	40.701167, 0.826535
40	105099	<b>Canal de Sant Pere (desguàs de l'Encanyissada)</b>	LME12	LME12a	40.628898, 0.661758
41	105100			LME12b	40.627986, 0.662530
42	105101	<b>El Canalot (desguàs de la Tancada)</b>	LME13	LME13a	40.643513, 0.737792
43	105102			LME13b	40.642666, 0.737041
44	105104	<b>Canal del Trastellador (desguàs del Canal Vell /l'Estella, aigua amunt del pont de la TV-3451)</b>	LME14	LME14a	40.759450, 0.792119
45	121881			LME14b	40.759198, 0.792484
46	121882	<b>Gola de les Olles</b>	LME15	LME15a	40.785900, 0.709241
47	112275			LME15b	40.785694, 0.709732

Les dades recollides pels receptors es van extreure per Bluetooth amb un ordinador fent servir el programa VUE 2.4.2 (0003D) d'AMIRIX Systems Inc.

Puntualment, també es va dur a terme un seguiment actiu dels peixos des d'una embarcació, per mitjà d'un receptor acústic (VR100) i un hidròfon direccional (VH110), que va permetre obtenir informació addicional a la del receptors VEMCO fixats a punts concrets del riu i de les llacunes del delta.



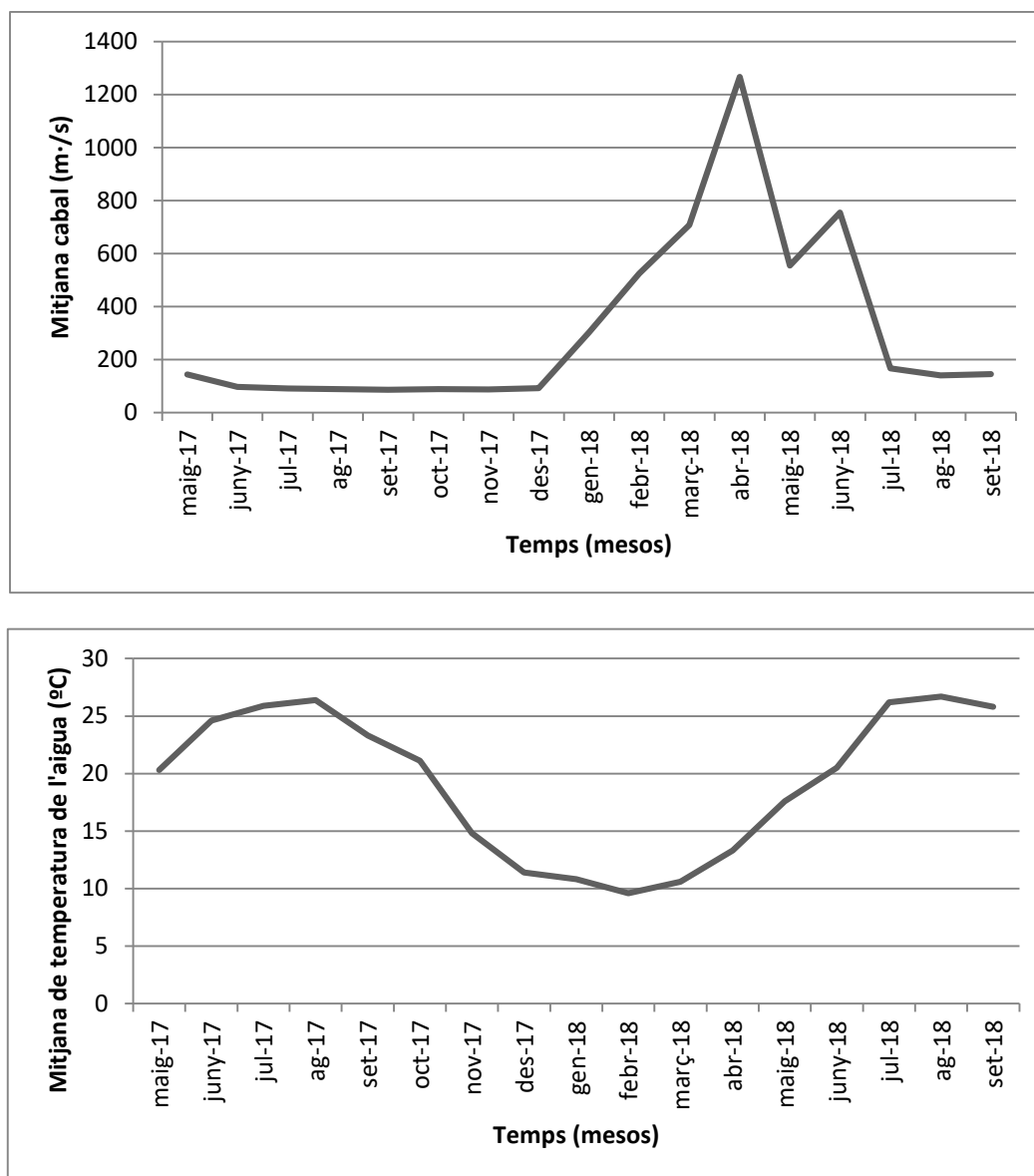
**Figura 7.** Seguiment actiu dels peixos marcats al riu Ebre des d'una embarcació, per mitjà d'un receptor acústic (VR100) i un hidròfon direccional (VH110).



**Figura 8.** Mapa de la zona d'estudi amb indicació dels punts on hi ha els receptors i els llocs de captura i els llocs d'alliberament.  
Legenda: Rodones vermelles: receptors. Estrelles grogues: Lloc de captura i alliberament. Rombe verd: Lloc d'alliberament. Llàgrima blava: Punt on s'ha considerat el km 0 a la desembocadura del riu. Les rodones vermelles són els receptors VEMCO.  
Quan el lloc de captura i el d'alliberament són els mateixos, estan marcats amb estrelles grogues (Xerta i Vinebre). Sinó, el lloc d'alliberament esta marcat amb rombes verds (Flix).

## 4. Resultats obtinguts

La recuperació dels receptors VEMCO al riu Ebre, de seguiment dels peixos per telemetria ultrasònica, va ser molt complexa des de l'hivern de 2017 fins al setembre de 2018: els forts aiguats i els cabals elevats que hi va haver durant tot aquest període (vegeu la gràfica de la figura 9) van impedir o dificultar enormement l'accés al riu, de manera que una part dels receptors VEMCO encara no s'ha pogut recuperar al moment actual (octubre de 2018) i no es descarta que alguns no s'acabin trobant. En aquesta memòria es tracta la informació obtinguda dels 14 receptors recuperats al setembre de 2018.



**Figura 9.** Gràfiques de temperatura de l'aigua i de cabal del riu Ebre a Tortosa (el Baix Ebre) durant el període d'estudi, entre el maig de 2017 i el setembre de 2018. Dades de la Confederación Hidrográfica del Ebro.



**Figura 10.** Operació de recuperació dels receptors VEMCO al riu Ebre amb el suport d'un bus, el setembre de 2018 (a l'esquerra), i procés de descàrrega de dades d'un receptor a un ordinador portàtil per Bluetooth (a la dreta).





Cap peix marcat al riu no va entrar ni sortir de les llacunes costaneres del delta de l'Ebre durant els 15 mesos de seguiment. No es descarta l'impacte de l'incrustant que el recobreix progressivament i que sembla que podria reduir la seva eficàcia de detecció.

Al riu, en canvi, s'ha detectat el moviment de com a mínim 15 peixos dels 30 als que es va posar un emissor Vemco.







**Figura 11.** Extracció per manteniment de receptors VEMCO al desguàs del Canal Vell /l'Estella (a l'esquerra) i a la de la llacuna de l'Encanyissada (a la dreta), al delta de l'Ebre, el març del 2018.

**Taula 3.** Dades biomètriques de tots els peixos marcats al tram final de l'Ebre l'any 2017.  
Llegenda: N= nombre total d'individus. Mitjana TL (mm)= Mitjana de la longitud total. Mitjana (màx-min)= nombre màxim i mínim de longituds totals.

Espècie	N	Mitjana TL (mm)	Mitjana (màx-min)
<i>Liza ramada</i> 	1	470,00	470,00
<i>Mugil cepahlus</i> 	13	493,42	605-380
<i>Alosa fallax</i> 	5	474,20	540-425
<i>Anguilla anguilla</i> 	11	705,27	800-624

**Taula 4.** Dades biomètriques dels peixos marcats al tram final de l'Ebre l'any 2017 i dels que se n'ha pogut recollir informació.

Llegenda: N= nombre total d'individus. Mitjana TL (mm)= Mitjana de la longitud total. Mitjana (màx-min)= nombre màxim i mínim de longituds totals. Índex de recuperació (%) = percentatge d'individus dels que s'han obtingut dades respecte dels individus totals marcats.

Espècie	N	Mitjana TL(mm)	Mitjana (màx-min)	Índex de recuperació (%)
<i>Liza ramada</i> 	1	470,00	470,00	<b>100,00</b>
<i>Mugil cepahlus</i> 	9	490,67	605-380	<b>69,23</b>
<i>Alosa fallax</i> 	4	465,25	540-425	<b>80,00</b>
<i>Anguilla anguilla</i> 	2	647,00	670-624	<b>18,18</b>







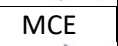







En general, hi ha un bon índex de recuperació per a tots els peixos marcats, excepte en el cas de l'anguila (vegeu la taula 4): de les 11 anguiles marcades i alliberades al mateix lloc de captura, només es va detectar el moviment de 2. La longitud total de les anguiles marcades era de 800-624 mm. Totes eren platejades, aparentment madures sexualment (tot i que no se'ls va calcular l'índex de platejament), però també podria ser que encara no ho fossin del tot i per això s'esperessin a migrar cap a la mar a l'any següent. Els individus detectats migrant riu avall justament eren els de mida més petita, però això no vol dir que no fossin madurs i femelles: les anguiles capturades es van caracteritzar en funció de la coloració del cos (grogues, les joves, i platejades les adultes amb capacitat reproductiva). Degut a la diferència de mida que assolixen mascles i femelles, si es combina amb la coloració, se'n pot determinar el sexe d'alguns exemplars. Les anguiles amb una longitud furcal inferior a 350 mm, grogues o amb coloració intermèdia, es consideren immadures i no se'n pot determinar el sexe *in vivo*, fàcilment. Les anguiles de mides situades entre 350 i 500 mm es consideren femelles si són grogues i mascles si estan platejades (indicant que ja han assolit la maduresa sexual i poden retornar a la mar per reproduir-se, per fresar). Finalment, les anguiles més grosses, les que fan més de 500 mm, es consideren sempre femelles; a partir d'aquesta mida sempre adquireixen la coloració platejada (Durif *i altres*, 2005).






**Taula 5.** Característiques dels individus dels que se n'han obtingut dades als receptors VEMCO.

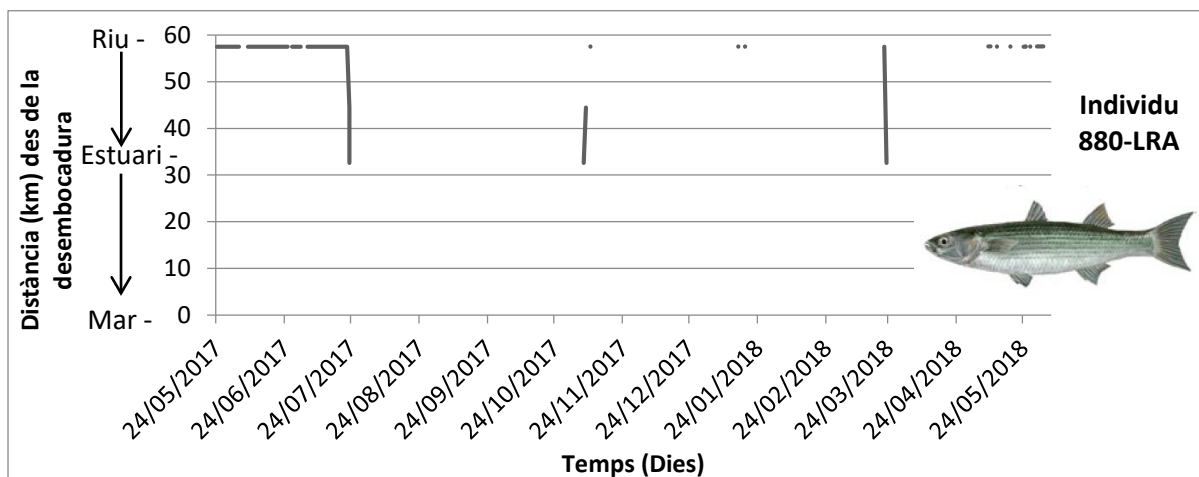
Llegenda: LRA: *Liza ramada*, MCE: *Mugil cepahlus*, AFA: *Alosa fallax*, AAN: *Anguilla anguilla*.

IR: Índex de residència. TRC: Temps de retorn el lloc de captura.

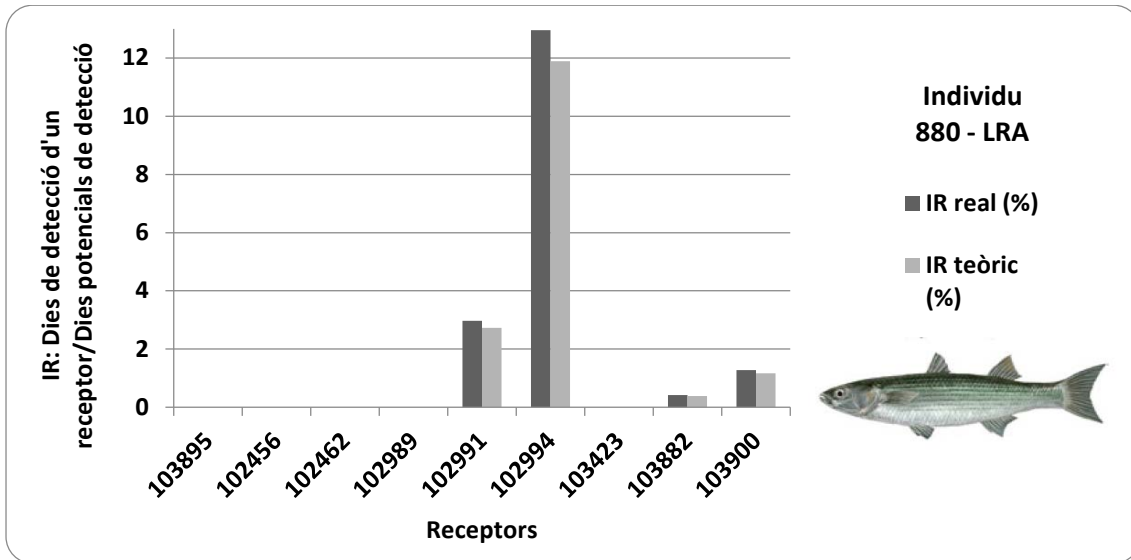
Codi de l'individu	Espècie	Longitud Total	Dies de seguiment de l'individu	Lloc de captura	Lloc d'alliberament	Data d'alliberament	Data de recollida dels receptors	Km riu amunt	Km riu avall	Dies de detecció	IR del s dies totals (%)	TRC (dies)
880	LRA 	470	471	XERTA	XERTA	24/5/17	6/9/18	50,5	75,4	77	16,35	-
900	MCE 	530	471	XERTA	XERTA	24/5/17	6/9/18	24,9	24,9	15	3,18	-
898	MCE 	555	471	XERTA	XERTA	24/5/17	6/9/18	24,9	49,8	9	1,91	-
881	MCE 	605	471	XERTA	FLIX	24/5/17	6/9/18	36,9	90,5	2	0,42	1
879	MCE 	576	471	XERTA	FLIX	24/5/17	6/9/18	11,6	65,1	1	0,21	1
877	MCE 	510	471	XERTA	FLIX	24/5/17	6/9/18	83,4	136,9	2	0,42	1
897	MCE 	430	471	XERTA	FLIX	24/5/17	6/9/18	0,8	54,4	1	0,21	2
891	MCE 	390	471	XERTA	FLIX	24/5/17	6/9/18	2,3	55,9	1	0,21	1
895	MCE 	380	471	XERTA	FLIX	24/5/17	6/9/18	8,0	61,6	1	0,21	1
890	MCE 	440	471	XERTA	FLIX	24/5/17	6/9/18	23,4	91,1	2	0,42	1
902	AFA 	540	471	XERTA	XERTA	24/5/17	6/9/18	0,0	24,9	19	4,03	-
903	AFA 	438	471	XERTA	XERTA	24/5/17	6/9/18	0,0	24,9	4	0,85	-
904	AFA 	425	471	XERTA	XERTA	24/5/17	6/9/18	0,0	24,9	10	2,12	-
905	AFA 	458	471	XERTA	XERTA	24/5/17	6/9/18	0,0	0,0	9	1,91	-

												
896	AAN 	670	288	VINE BRE	VINEBR E	23/11/1 7	6/9/ 18	1,7	70, 5	1	0,3 5	-
882	AAN 	624	288	VINE BRE	VINEBR E	23/11/1 7	6/9/ 18	0,7	69, 5	3	1,0 4	-

### Individu 880: LRA

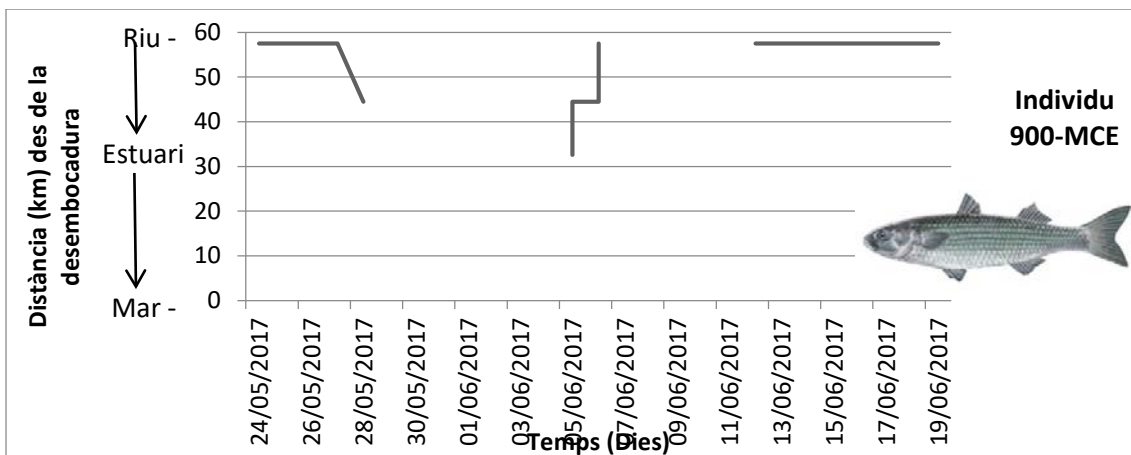


**Figura 12.** Individu 880: Llissa calua (*Liza ramada*). Recorregut estimat des de riu amunt de l'assut de Xerta fins a l'estuari de l'Ebre, durant el període en què s'ha detectat.



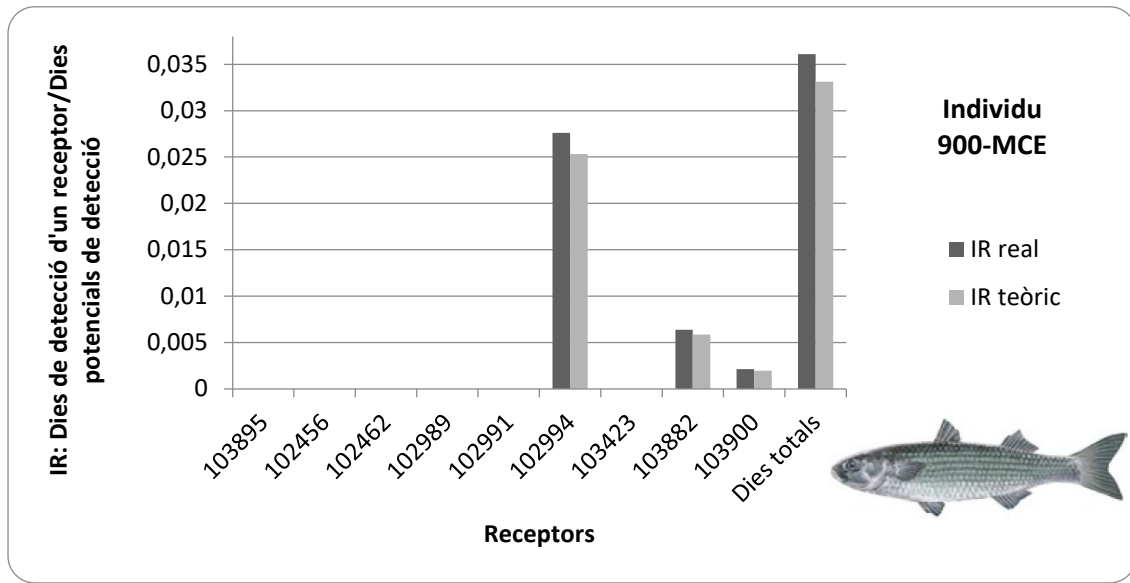
**Figura 13.** Individu 880: Llissa calua (*Liza ramada*). Càlcul de l'Índex de residència (IR), en tant per cent, que es calcula dividint els dies de detecció pels dies potencials de detecció. És representat per cada receptor VEMCO, ordenats d'esquerra a dreta: des dels que hi ha situat més riu amunt, aigua amunt de l'assut de Xerta, fins als que hi ha més riu avall, a partir del qual ja comença l'estuari de l'Ebre.

### Individu 900: MCE



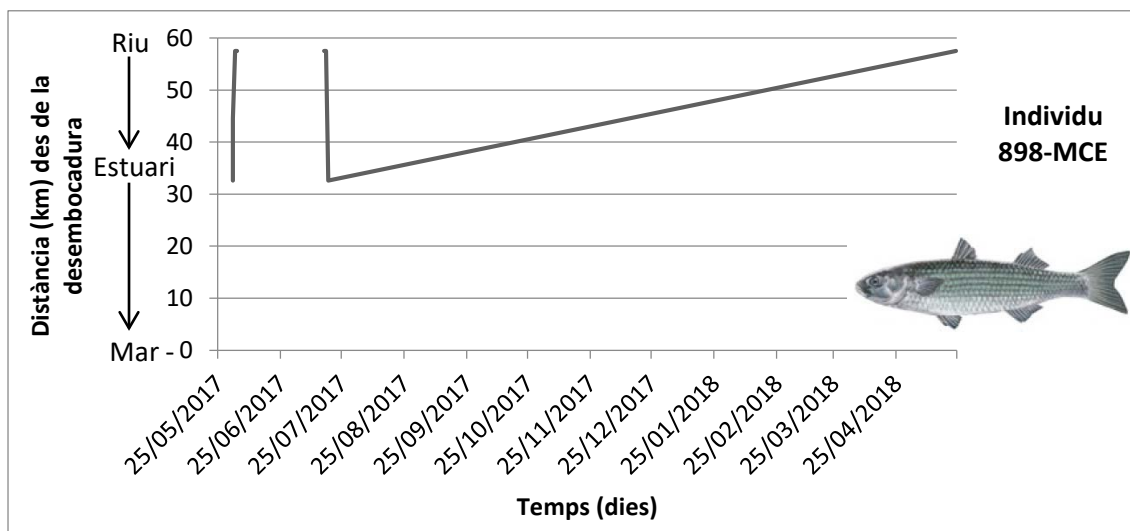
**Figura 14.** Individu 900: llissa llobarrera o cabeçut (*Mugil cephalus*). Recorregut estimat des de riu amunt de l'assut de Xerta fins a l'estuari de l'Ebre, durant el període en què s'ha detectat.

Llissa calua (*Liza ramada*) **900** té un comportament que fa pensar que està associat a l'heu desplaçament riu avall forçat per un cop de riu que es va produir a finals de maig de 2017. Al cap d'una setmana, a primers de juny, retorna al seu domini vital, situat aigua avall de l'assut de Xerta. S'està allà fins al 19 de juny riu avall de l'assut de Xerta. A l'estiu desapareix, possiblement, per anar a reproduir-se a la mar.



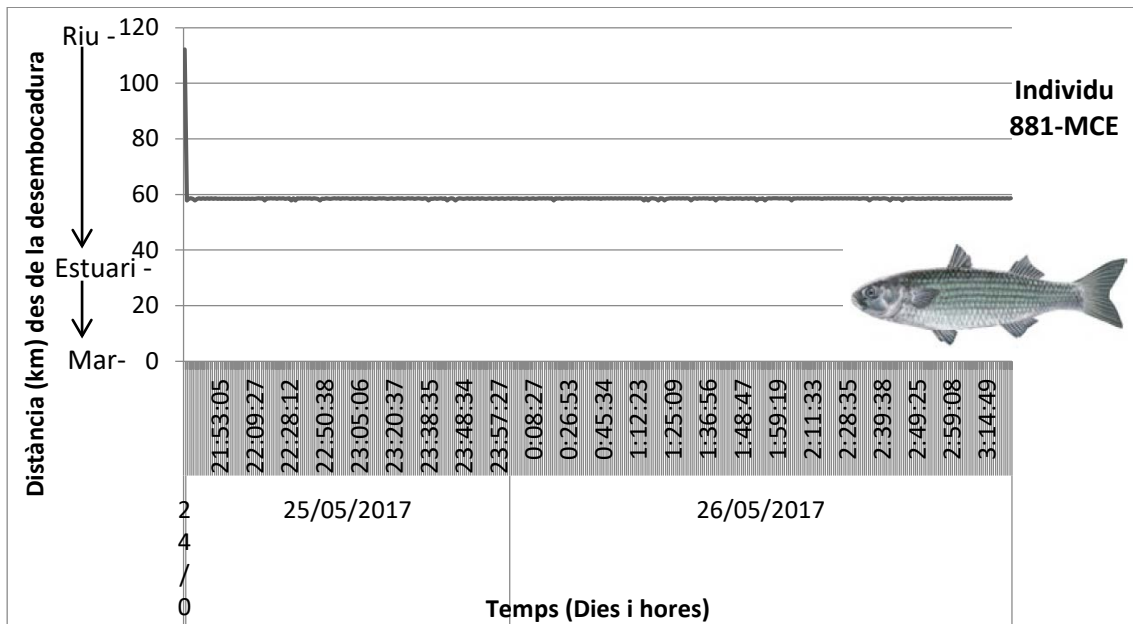
**Figura 15.** Individu 900: Lissa calua (*Liza ramada*). Càlcul de l'índex de residència (IR), en tant per cent, que es calcula dividint els dies de detecció pels dies potencials de detecció. És representat per cada receptor VEMCO, ordenats d'esquerra a dreta: des dels que hi ha situat més riu amunt, aigua amunt de l'assut de Xerta, fins als que hi ha més riu avall, a partir del qual ja comença l'estuari de l'Ebre.

### Individu 898: MCE



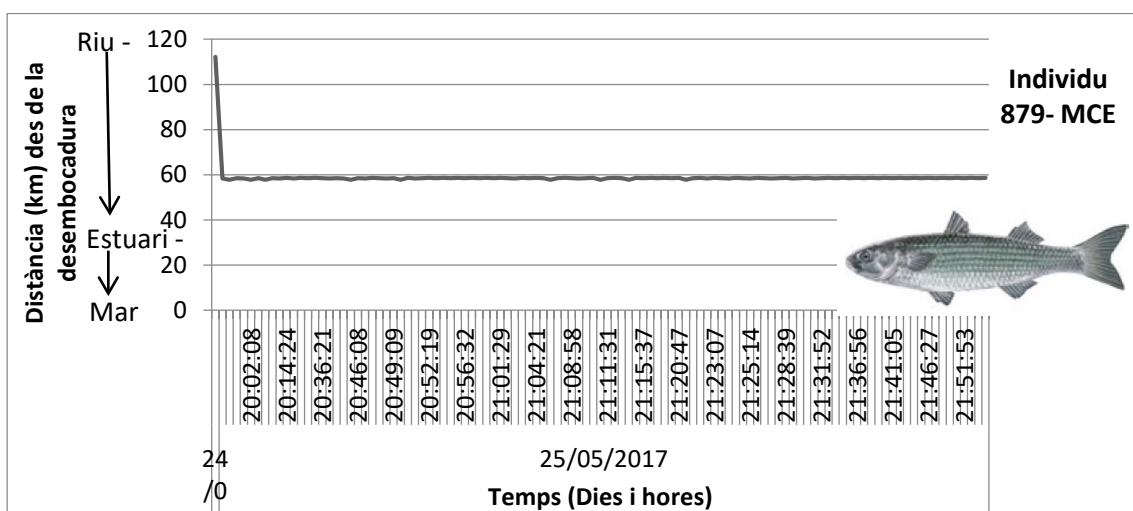
**Figura 16.** Individu 898: lissa llobarrera o cabeçut (*Mugil cephalus*). Recorregut estimat des de riu amunt de l'assut de Xerta fins a l'estuari de l'Ebre, durant el període en què s'ha detectat.

### Individu 881: MCE



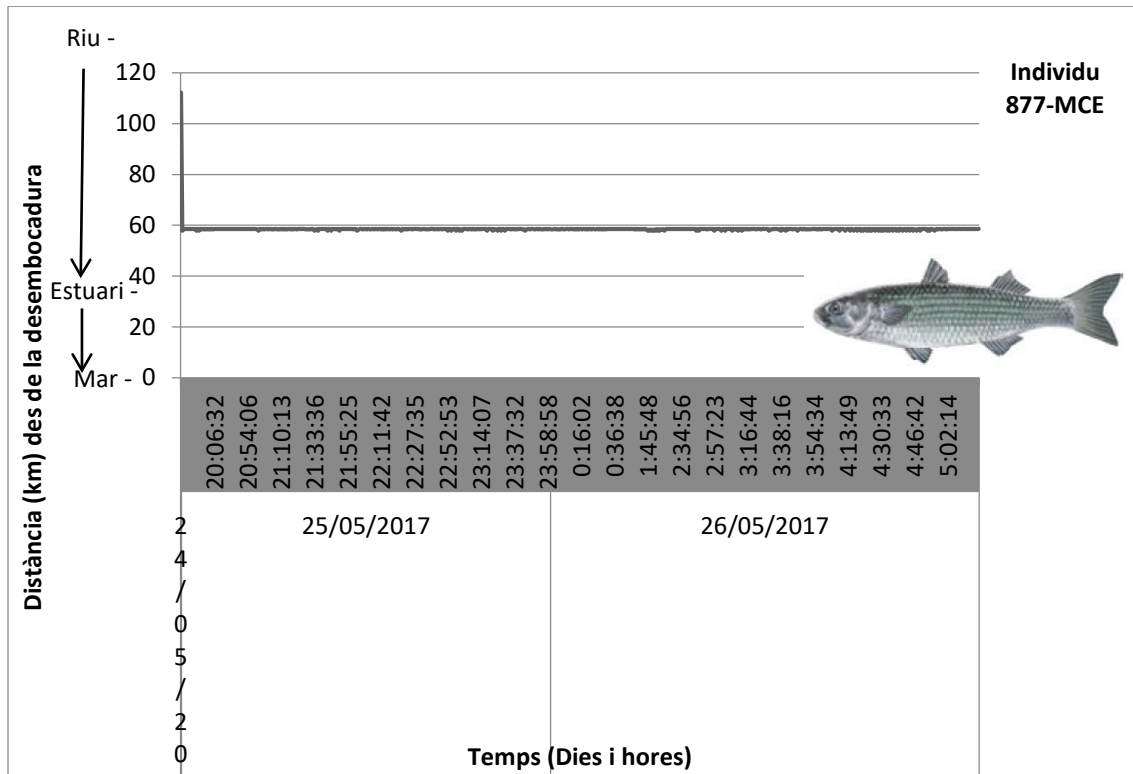
**Figura 17.** Individu 881: llissa llobarrera o cabeçut (*Mugil cepahlus*). Recorregut estimat des de riu amunt de l'assut de Xerta fins a l'estuari de l'Ebre, durant el període en què s'ha detectat.

### Individu 879: MCE



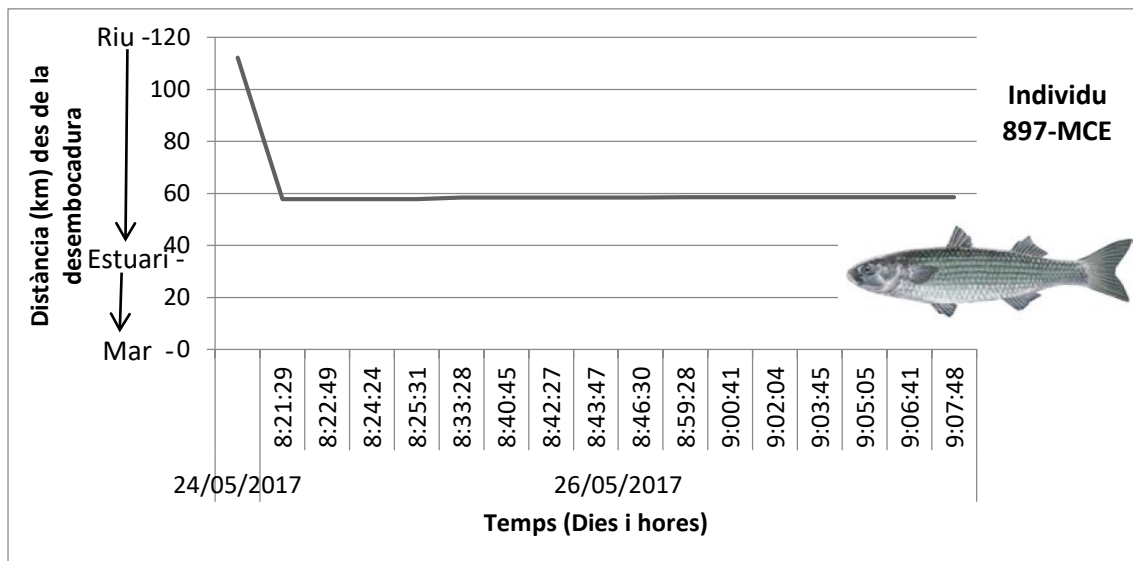
**Figura 18.** Individu 879: llissa llobarrera o cabeçut (*Mugil cepahlus*). Recorregut estimat des de riu amunt de l'assut de Xerta fins a l'estuari de l'Ebre, durant el període en què s'ha detectat.

### Individu 877: MCE



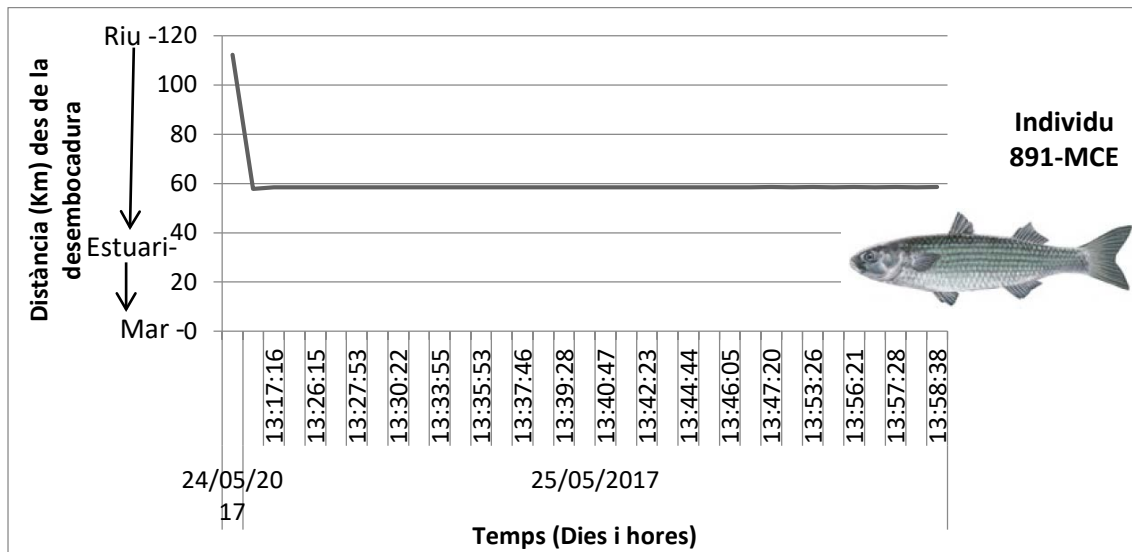
**Figura 19.** Individu 877: llissa llobarrera o cabeçut (*Mugil cephalus*). Recorregut estimat des de riu amunt de l'assut de Xerta fins a l'estuari de l'Ebre, durant el període en què s'ha detectat.

### Individu 897: MCE



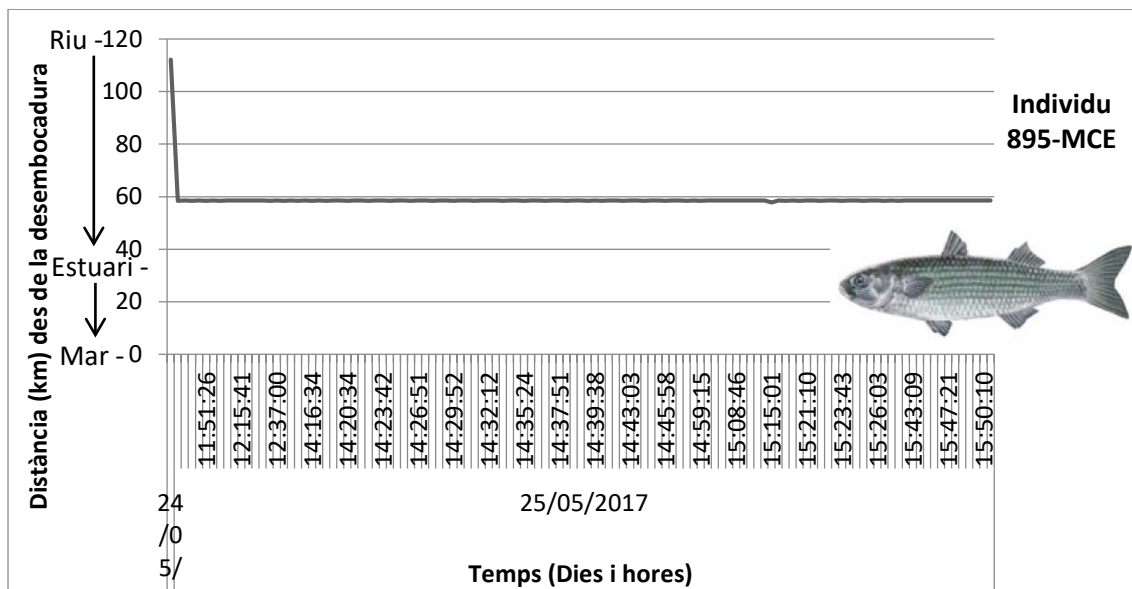
**Figura 20.** Individu 897: llissa llobarrera o cabeçut (*Mugil cephalus*). Recorregut estimat des de riu amunt de l'assut de Xerta fins a l'estuari de l'Ebre, durant el període en què s'ha detectat.

### Individu 891: MCE



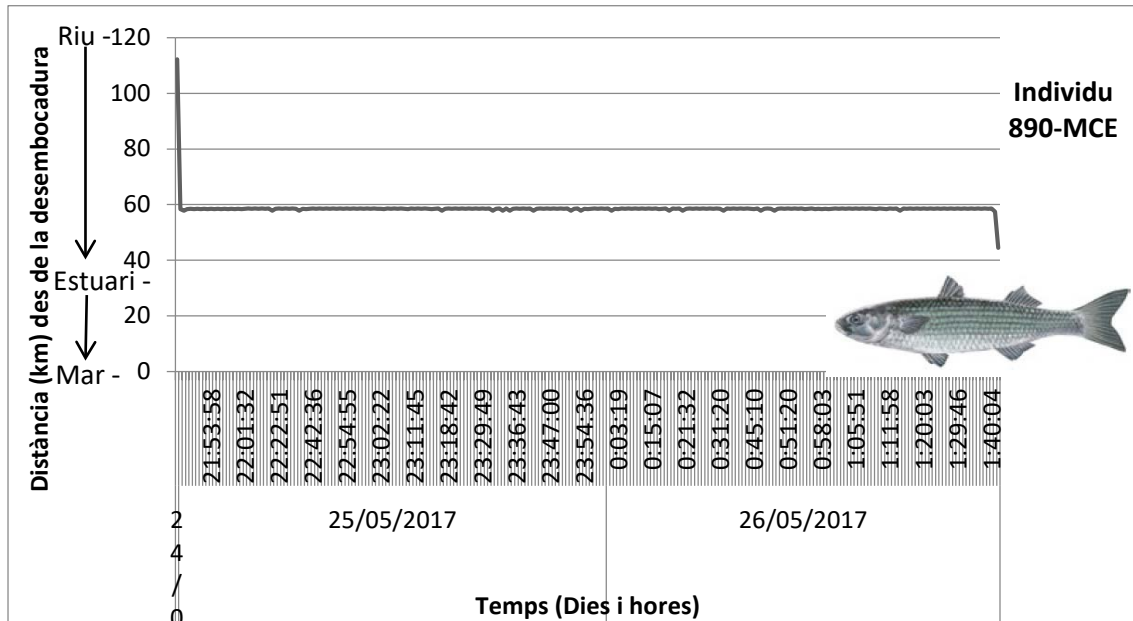
**Figura 21.** Individu 891: llissa llobarrera o cabeçut (*Mugil cephalus*). Recorregut estimat des de riu amunt de l'assut de Xerta fins a l'estuari de l'Ebre, durant el període en què s'ha detectat.

### Individu 895: MCE



**Figura 22.** Individu 895: llissa llobarrera o cabeçut (*Mugil cephalus*). Recorregut estimat des de riu amunt de l'assut de Xerta fins a l'estuari de l'Ebre, durant el període en què s'ha detectat.

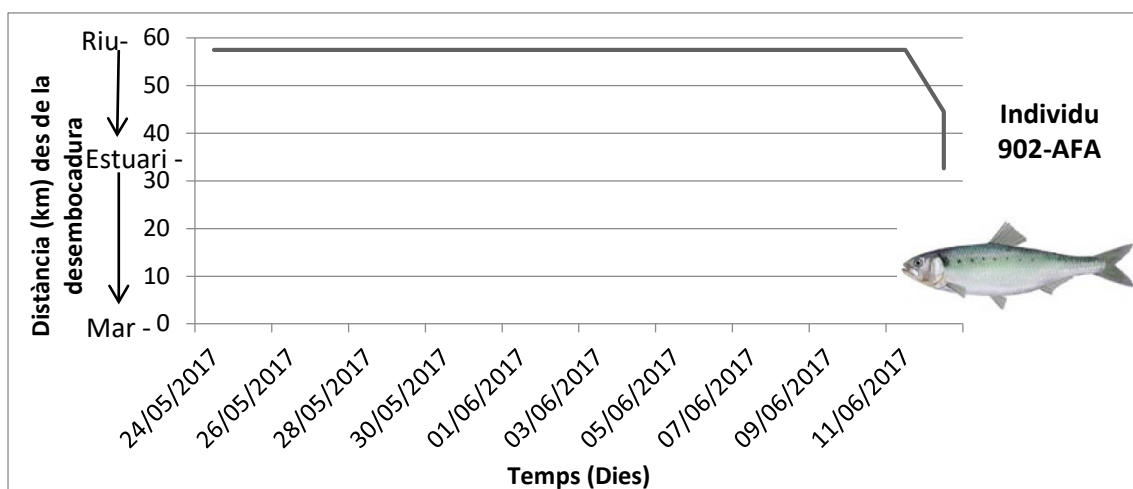
### Individu 890: MCE



**Figura 23.** Individu 890: Ilissa llobarrera o cabeçut (*Mugil cephalus*). Recorregut estimat des de riu amunt de l'assut de Xerta fins a l'estuari de l'Ebre, durant el període en què s'ha detectat.

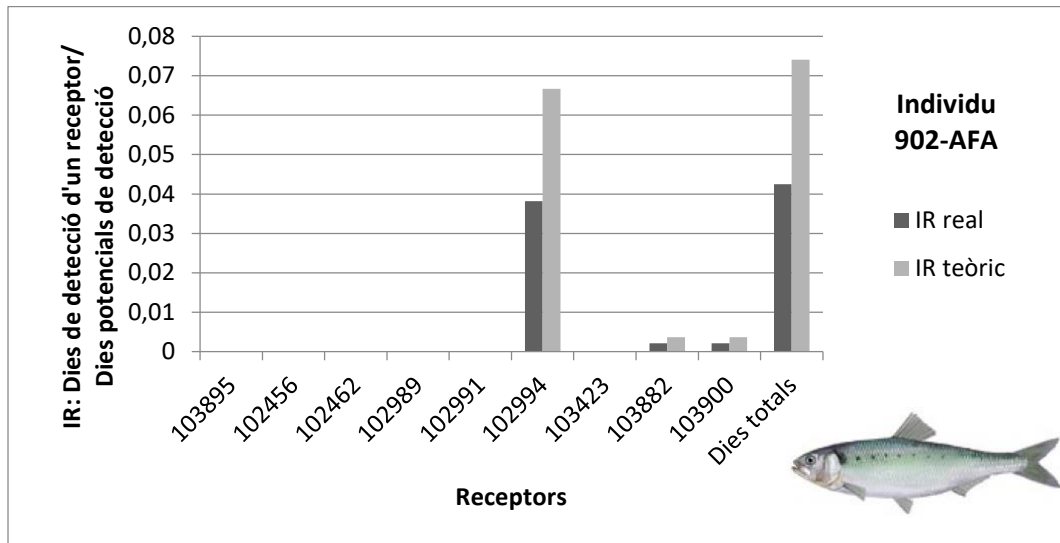
Les sabogues s'estan a la primavera riu avall de l'assut de Xerta. Tot i haver fresat (ja ho havien fet quan es van marcar) s'estan al riu entre maig i juny. Totes, entre el 2 i l'11 de juny de 2017, amb una punta de cabal, se'n va cap a l'estuari i possiblement a la mar, per alimentar-se.

### Individu 902: AFA



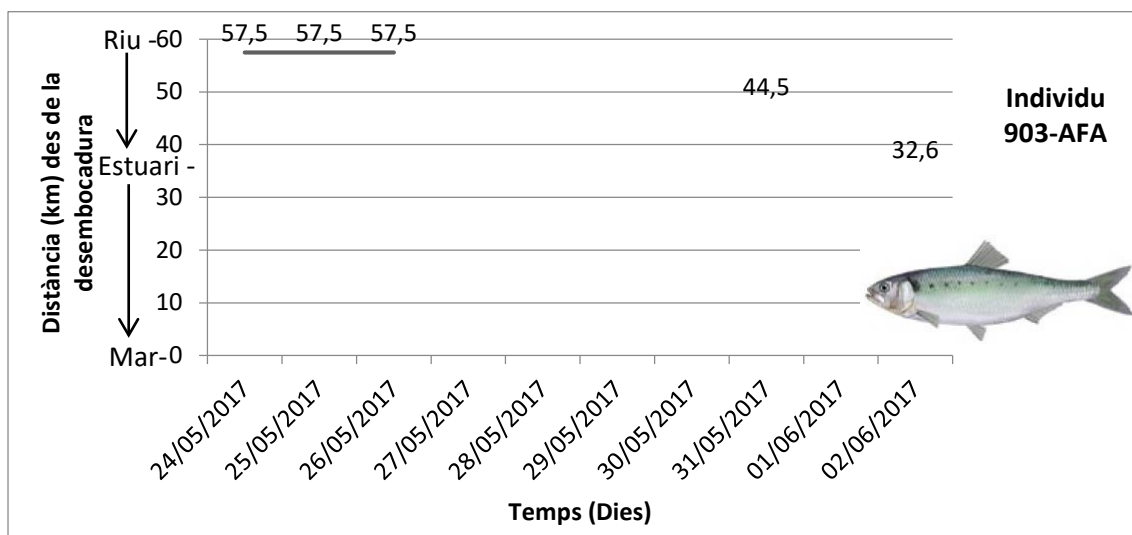
**Figura 24.** Individu 902: saboga (*Alosa fallax*). Recorregut estimat des de riu amunt de l'assut de Xerta fins a l'estuari de l'Ebre, durant el període en què s'ha detectat.





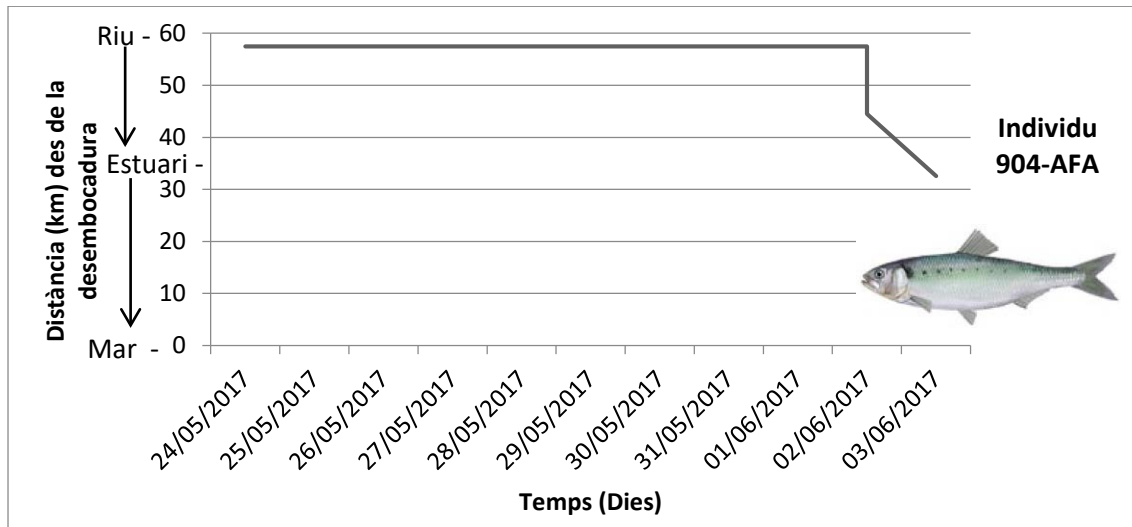
**Figura 25.** Individu 902: saboga (*Alosa fallax*). Càlcul de l'índex de residència (IR), en tant per cent, que es calcula dividint els dies de detecció pels dies potencials de detecció. És representat per cada receptor VEMCO, ordenats d'esquerra a dreta: des dels que hi ha situat més riu amunt, aigua amunt de l'assut de Xerta, fins als que hi ha més riu avall, a partir del qual ja comença l'estuari de l'Ebre.

### Individu 903: AFA



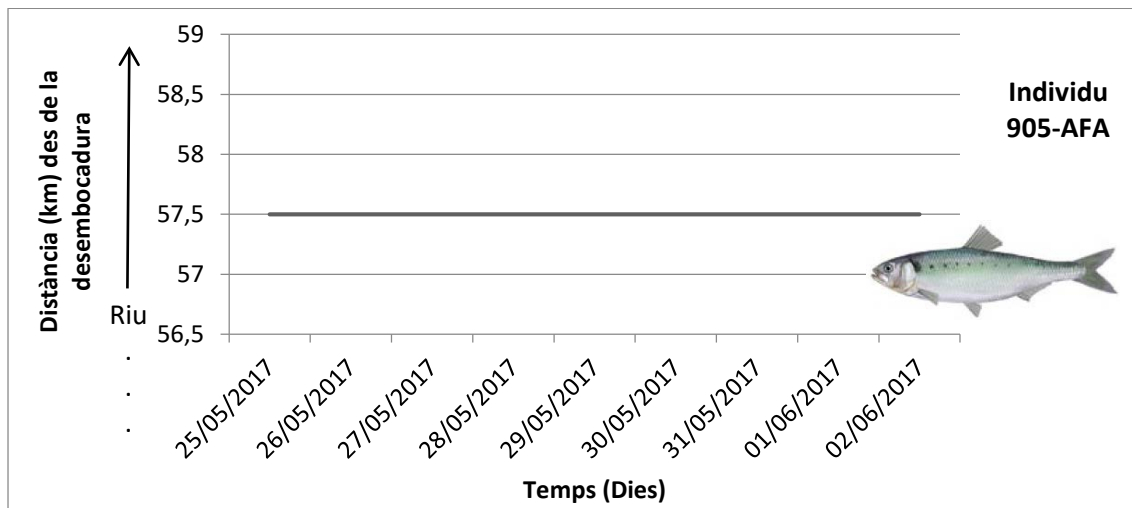
**Figura 26.** Individu 903: saboga (*Alosa fallax*). Recorregut estimat des de riu amunt de l'assut de Xerta fins a l'estuari de l'Ebre, durant el període en què s'ha detectat.

### Individu 904: AFA



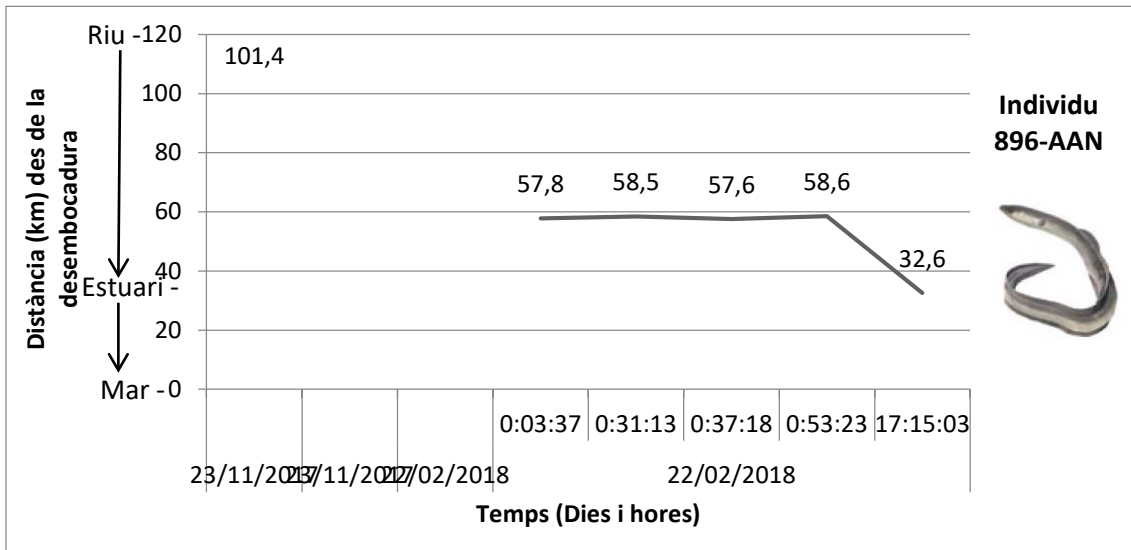
**Figura 27.** Individu 904: saboga (*Alosa fallax*). Recorregut estimat des de riu amunt de l'assut de Xerta fins a l'estuari de l'Ebre, durant el període en què s'ha detectat.

### Individu 905: AFA

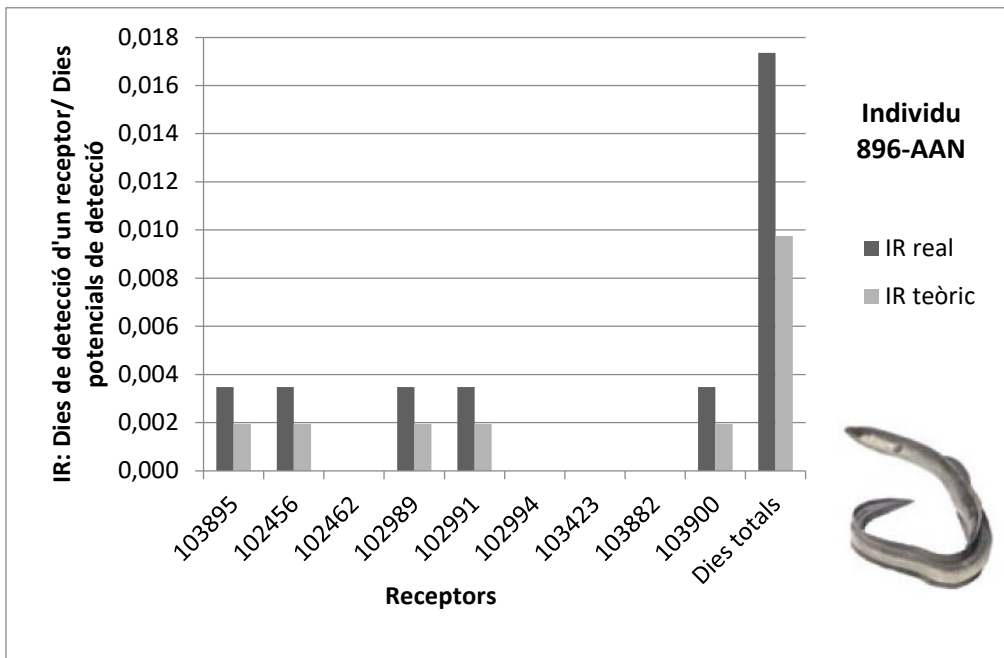


**Figura 28.** Individu 905: saboga (*Alosa fallax*). Recorregut estimat des de riu amunt de l'assut de Xerta fins a l'estuari de l'Ebre, durant el període en què s'ha detectat.

### Individu 896: AAN



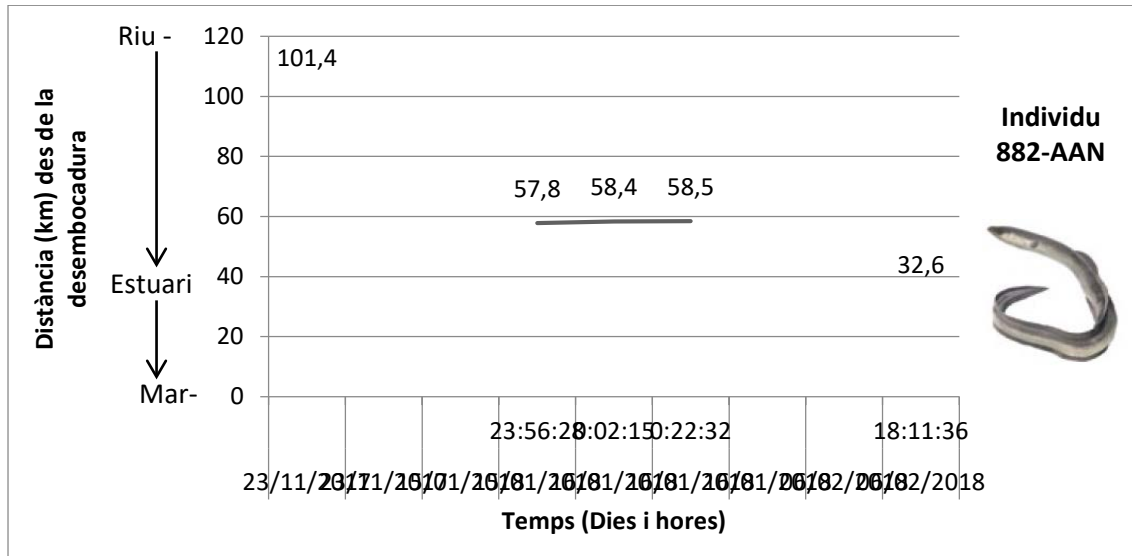
**Figura 29.** Individu 896: anguila europea (*Anguilla anguilla*). Recorregut estimat des de riu amunt de l'assut de Xerta fins a l'estuari de l'Ebre, durant el període en què s'ha detectat.



**Figura 30.** Individu 896: anguila europea (*Anguilla anguilla*). Càlcul de l'índex de residència (IR), en tant per cent, que es calcula dividint els dies de detecció pels dies potencials de detecció. És representat per cada receptor VEMCO, ordenats d'esquerra a dreta: des dels que hi ha situat més riu amunt, aigua amunt de l'assut de Xerta, fins als que hi ha més riu avall, a partir del qual ja comença l'estuari de l'Ebre.

S'observa el cas de l'anguila **896** i l'anguila **882**, alliberades a l'embarcador de Vinebre el 22 de novembre del 2017, que va passar per davant del punt de captació transvasament Sénia (uns 500 m riu amunt assut de Xerta) el 22 de febrer del 2018 a les 12.53 de la matinada i el 16 de gener del 2018 a les 12.28 de la matinada, respectivament. Sempre, de nit.

### Individu 882: AAN



**Figura 31.** Individu 882: anguila europea (*Anguilla anguilla*). Recorregut estimat des de riu amunt de l'assut de Xerta fins a l'estuari de l'Ebre, durant el període en què s'ha detectat.

## 5. Discussió

És ben sabut que els obstacles a la connectivitat -estructures transversals respecte de l'eix fluvial, de caràcter antròpic, que generen un desnivell- han de ser eliminats o s'han d'adaptar per a ser respectuosos amb els peixos -i altra fauna aquàtica- (Marmulla & Welcomme, 2002; Armstrong i altres, 2005; Kroes i altres, 2006; Gough i altres, 2012). Les solucions per al pas dels peixos als rius han de ser funcionals per a totes les espècies autòctones presents potencialment a cada conca i sector fluvial, i s'han de poder avaluar i monitoritzar per constatar-ho. Això es desprèn de les indicacions de l'annex V de la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/EC), de la implementació del *Pla Sectorial de Cabals de Manteniment de Catalunya* (2005) i del *Pla Europeu de Recuperació de l'anguila europea* (Regulation 1100/2007; EC, 2007).

La connectivitat dels rius per als peixos és indispensable per restaurar o reforçar el poblament propi o natural -autòcton- de peixos d'una conca, permetre la dispersió d'alevins i juvenils i la recolonització d'àrees que es puguin trobar afectades per cops de riu, abocaments o altres alteracions del medi, naturals o antròpiques.

Els peixos, doncs, s'haurien de poder desplaçar, de migrar, tant riu amunt com riu avall dels obstacles existents al llarg del riu. El projecte Life MigratoEbre es basa essencialment en millorar les possibilitats de migració riu amunt, per mitjà de la construcció de dispositius de pas per a peixos (establir una rampa per a peixos a l'assut d'Ascó i una altra a l'assut de Xerta) i ajustar el funcionament de l'enclusa de navegació de Xerta. Riu avall, hipotèticament, el moviment acostuma a ser el més fàcil que riu amunt, però el detall i les limitacions de les migracions riu avall, en general, es desconeix.

De fet, la fenologia dels moviments reproductors de les 4 espècies estudiades coincideix amb les dades bibliogràfiques disponibles:

- **Anguila europea (*Anguilla anguilla*)**, d'adult, fa de 20 a 100 cm de llargada, però, excepcionalment, si per diferents circumstàncies queda reclosa en espais tancats d'aigua (com pot ser un embassament), arriba —sobretot les femelles— fins a una llargada de 200 cm (Kottelat & Freyhof, 2007) i un pes de més de 10 kg (Sostoa i altres, 1990). És d'activitat més aviat nocturna i es desplaça més de 6.000 km per l'oceà Atlàntic fins a la mar dels Sargassos i les illes Bermudes per reproduir-se, i mor després de la posta. Els seus alevins fan aquest llarg viatge de tornada, que es pot perllongar d'un a set anys, fins a arribar a les costes d'Europa, la mar Bàltica, la mar

Negra i el nord d'Àfrica. Ho fan en forma d'angules, i penetren als aiguamolls, rieres i rius; de vegades fan centenars de quilòmetres fins a les capçaleres fluvials. Quan maduren sexualment, entre els 3 i els 9 anys (20-45 cm, els mascles) i els 5-18 anys (35-100 cm, les femelles), es dirigeixen una altra vegada a la mar per procrear (Feuteun i altres a Keith i altres, 2011). L'entrada de les angules als rius, llacunes costaneres i aiguamolls litorals de Catalunya es produeix des d'octubre fins a la primavera, amb un màxim de novembre a desembre.

La seva alimentació varia segons la seva mida i el lloc on viu. En aigües dolces menja principalment insectes aquàtics (quironòmids, efemeròpters i tricòpters), mol·luscs, crustacis i peixos. En aigües salabroses prefereix crustacis i peixos. A la mar, aquest ordre s'inverteix (Sostoa i altres, 1990).

La seva distribució als rius i estanys avui dia està limitada sobretot per l'existència de grans embassaments, rescloses i comportes, a més d'altres infraestructures, que impedeixen la seva migració cap a les aigües dolces, i molt sovint també el seu retorn a la mar. Fins a mitjan segle xx, a Catalunya es distribuïa per la majoria de conques fluvials i fins a una altitud d'uns mil metres per damunt del nivell de la mar. Actualment, reduïda la seva àrea de distribució en més del 90%, només resisteix a les conques o els sectors on no hi ha obstacles intercalats, com és el cas de diverses rieres litorals, bona part del Fluvià i la Muga i els trams més baixos de l'Ebre, el Gaià, el Francolí, el Foix, el Llobregat, el Besòs, la Tordera i el Ter. Es troba molt afectada per la sobrepesca, tant d'alevins (angules) com d'adults, per la contaminació orgànica i de metalls pesants i també, molt greument, per un nematode paràsit (*Anguillocola crassus*) que va arribar a Europa per contacte amb anguilles japoneses (*Anguilla japonica*) en piscifactories. Les densitats d'anguiles són generalment baixes, excepte al baix Ebre i altres trams inferiors de rius i rieres costaneres. Es considera una espècie en perill crític d'extinció (Freyhof & Brooks, 2011; IUCN, 2011). Per tot plegat, i havent patit un declivi del 99% dels estocs europeus des dels anys 1980, actualment existeix un Pla europeu de recuperació de l'anguila (Regulació 1100/2007; EC, 2007), que ha portat a l'elaboració per part dels Estats de plans de gestió de l'anguila per a les principals conques.

- La **saboga (*Alosa fallax*)** fa de 25 a 40 cm de llargada mitjana, 55 cm com a màxim, i un pes de 500 grams de mitjana, fins a 3 kg com a màxim (Doadrio, 2001). Passa la major part de la seva vida al medi marí, en àrees costaneres del litoral mediterrani. Penetra als trams baixos dels rius a la primavera, al mes d'abril. Forma esbarts nombrosos, on fresa de maig a juny en àrees de corrent fort i fons sorrencs i pedregosos (Doadrio, 2001) quan la temperatura de l'aigua supera els 18°C (Queral i

altres, 1999). Es considera que molts adults moren a conseqüència de l'esforç de la posta; ben pocs retornen a la mar. S'alimenta de larves d'insectes, crustacis petits, cucs i macròfits. L'assut de Xerta no la deixa desplaçar riu amunt, com havia fet fins a la primera meitat de segle xx, quan encara es pescava amb finalitats comercials a la Ribera d'Ebre: a Tivenys, Miravet i Xerta (Queral i altres, 1999). Deixant de banda la sobrepesca i la contaminació (Doadrio, 2001), la seva població ibèrica va disminuir considerablement a partir de la construcció de preses i rescloses als rius, que li impedeixen a anar a fresar als hàbitats més idonis. Tot i que els darrers decennis sembla haver augmentat lleugerament, les seves densitats encara són més aviat baixes i es considera en un estat de conservació vulnerable (Freyhof i Brooks, 2011; IUCN, 2011).

- **Llissa llobarrera o cabeçut (*Mugil cephalus*)** té una mida relativament gran, de 30 a 50 cm de llargada, i un pes mitjà de 1,5 kg (Sostoa i altres, 1990), però pot arribar a pesar-ne 6 (Queral i altres, 1999). Presenta un cap prominent molt característic i una membrana adiposa àmplia que li cobreix els ulls. Viu principalment en aigües salabroses, però en fase d'aleví pot entrar a les aigües dolces i formar esbarts nombrosos. Fa migracions estacionals entre la mar i les llacunes litorals o els estuaris dels rius, on entra de setembre a desembre, però en arribar l'època reproductiva, de juliol a octubre, torna a la mar per fresar (Sostoa i altres, 1990). Als aiguamolls litorals s'hi pot estar des dels 2 fins als 9 anys, i només en surt per a anar a reproduir-se a la mar (Sostoa i altres, 1990). Els alevins penetren als estuaris i les llacunes litorals al cap de poc temps de néixer. És detritívora: es nodreix d'algues, matèria orgànica en suspensió i invertebrats. És present a la costa atlàntica d'Europa i Amèrica del nord i a les mars Mediterrània i Negra (Kottelat & Freyhof, 2007). A Catalunya és comuna als trams baixos dels eixos principals dels rius i molt abundant a les llacunes litorals (Sostoa i altres, 1990). A la desembocadura de l'Ebre tradicionalment se'n fa pesca comercial, però actualment està poc valorada.
- La **llissa calua (*Liza ramada*)** pot arribar a fer fins a 50 cm de longitud furcal i fins a 2 kg de pes (Sostoa i altres, 1990). És d'origen marí, litoral, però fa incursions als aiguamolls i les parts baixes dels rius, on sol passar una gran part del seu cicle biològic (Sostoa *i al.*, 1990). Es reproduïx els mesos de setembre a novembre, i fins i tot al desembre (Sostoa i altres, 1990). La migració dels exemplars que des de la mar colonitzen les aigües continentals és esglaonada; s'estén d'octubre a febrer. No les abandonen fins que han arribat a la maduresa sexual, per tornar a la mar a reproduir-se d'agost a desembre (Sostoa i altres, 1990). Com la llissa llobarrera, als aiguamolls

litorals s'hi pot estar fins als 8 o 9 anys, i només en surt per a anar a fresar (Sostoa i altres, 1990). Un cop ha fresat, retorna al riu i als aiguamolls. S'alimenta d'algues epífites, detritus i alguns organismes del fons, bentònics.

És present a tota la costa atlàntica, mediterrània i de la mar Negra (Kottelat & Freyhof, 2007). A Catalunya és una espècie molt comuna als trams baixos dels eixos principals de les conques fluvials.

La posada en pràctica d'aquest sistema de seguiment de peixos, la telemetria ultrasònica, al riu Ebre s'ha trobat amb la impossibilitat de recuperar una part dels receptors instal·lats al riu, degut als forts aiguats de l'hivern i la primavera de 2018, i els cabals elevats de l'estiu, que no van permetre buidar-ne les dades fins al setembre de 2018. D'altra banda, tot i no poder disposar de la informació de la totalitat dels receptors del riu i les llacunes costaneres, les dades aportades pels receptors recuperats són consistents i molt valuoses, suficientment rellevants dels moviments i patrons migratoris de les espècies estudiades, per poder determinar factors que desencadenen els seus moviments.

En relació a la millora del **coneixement dels moviments i patrons migradors de les espècies** marcades, de l'anguila, la saboga i les llisses (*Liza ramada* i *Mugil cephalus*), i dels factors que desencadenen els seus moviments, s'observa el següent:

- Coincidències dels moviments migratoris, sobretot, amb la fenologia reproductiva de les espècies avaluades. Així, la llissa calua (*Liza ramada*) marcada amb l'emissor 900, capturada i alliberada riu avall de l'assut de Xerta el 24 de maig del 2017, es detecta el riu fins al juliol de 2017 i llavors aparentment marxa cap la mar a reproduir-se. Al novembre es torna a detectar entrant altra vegada al riu.
- També s'observen moviments associats al retorn després d'un fort aiguat, com sembla ser el cas d'una llissa calua (*Liza ramada*) que té un comportament que fa pensar que està associat a un desplaçament riu avall forçat per un cop de riu que es va produir a finals de maig de 2017. Al cap d'una setmana, a primers de juny, retorna al seu domini vital, situat aigua avall de l'assut de Xerta. S'està allà, riu avall de l'assut de Xerta, fins al 19 de juny. A l'estiu desapareix, possiblement, per anar a reproduir-se a la mar.
- Les sabogues s'estan a la primavera riu avall de l'assut de Xerta. Tot i haver fresat (ja ho havien fet quan es van capturar i marcar) s'estan al riu entre maig i juny. Totes, amb una punta de cabal, entre el 2 i l'11 de juny de 2017, se'n van anar riu avall, cap a l'estuari i, possiblement, a la mar, per alimentar-se.
- Les anguilles només s'observen migrant de nit. Ara bé, les dues anguilles detectades migrant ho fan en uns moments una mica tardans per a aquesta espècie, cosa que es



podria relacionar amb una primera meitat d'hivern de 2017 (desembre-febrer) relativament càlid.

**En relació a la migració riu avall, s'han pogut identificar problemes concrets** per a aquestes espècies:

- Totes les llisses marcades i alliberades molt lluny de la seva àrea d'origen, en el seu retorn ràpid riu avall no detecten el perill i entren als canals de reg. A partir de llavors se'ls perd el senyal. En canvi, els individus marcats i alliberats al mateix punt de captura no es mouen fins a l'època de reproducció o, aparentment, com a conseqüència d'un cop de riu molt fort.
- Les dues anguiles que efectuen la migració reproductiva riu avall, cap a la mar, superen l'assut de Xerta i arriben com a mínim riu avall de Tortosa, a Camp-redó. No entren ni als canals ni a les turbines hidroelèctriques. Reconeixen el recorregut que varen fer quan van entrar al riu, travessant-lo per damunt de l'assut?

S'han observat, també, algunes **limitacions de la metodologia de mostreig i seguiment**, que els propers anys s'haurien de poder resoldre per adaptar-se millor a les dinàmiques d'aquest riu. Així també s'asseguraria la recuperació del material instal·lat i es faria un seguiment correcte dels exemplars d'esturió europeu (*Acipenser sturio*) que s'alliberin en un futur pròxim. Es tracta dels punts següents:

- Per reduir les possibilitat de pèrdua d'equips receptors, es preveu lligar els morts de formigó amb una cadena que vagi pel fons del riu i fina a un arbre o altre element fix de la riba més propera.
- El buidatge de les dades dels receptors VEMCO, tot i haver de necessitar en algun cas el suport d'un submarinista, s'hauria de fer, com a molt tard, cada 3 mesos. Així es redueix el risc de possibilitat de pèrdua de la informació recollida per als equips. També, en el cas de les llacunes del delta, es redueix el volum d'incrustant, que també sembla que podria reduir la seva eficàcia de lectura.
- Caldria, amb un emissor, testar la distància real amb què els receptors Vemco capten el seu senyal (100-200 m o superior?), i provar-ho tant des de riu amunt com des de riu avall. Cal assegurar que com a mínim es detecti un peix dues vegades a cada receptor. Això potser permetrà redissenyar la xarxa de seguiment.
- Es considera interessant fer una recerca activa dels peixos marcats, complementària de les estacions fixes, amb barca, a ser possible, 1 vegada al mes.
- Tot i que cap peix marcat al riu no va entrar ni sortir de les llacunes costaneres del delta de l'Ebre durant els 15 mesos de seguiment, per augmentar la probabilitat de

captura, es considera interessant mantenir en un futur el monitoratge dels peixos a les sortides de les principals llacunes del Delta de l'Ebre, i afegir-hi la llacuna de l'illa de Buda. Aquesta llacuna està connectada directament amb l'estuari de l'Ebre i està situada entre les dues goles del riu, molt a prop del punt per on passen possiblement la majoria de peixos migradors quan entren o surten del riu i /o l'estuari.

- Per millorar la recuperació dels peixos marcats, força baixa pel que fa a l'anguila, es preveu introduir el càlcul de l'índex de platejament (Durif et al. 2005; Durif et al. 2009) de tots els exemplars (amb un peu de rei electrònic, preferiblement amb recàrrega solar, es mesurarà el diàmetre interior d'un ull (primer, horitzontal i, seguidament, vertical) i la longitud (superior) d'una aleta pectoral, preferentment, la dreta). El propòsit és identificar i marcar només les anguilles que, segons aquest índex, i no únicament perquè ja hagin agafat una coloració platejada, es considerin madures sexualment i, per tant, a punt d'iniciar el seu viatge reproductor riu avall i cap a la mar.
- Per millorar la recuperació de la saboga i comprovar si alguna és capaç d'anar riu amunt, passant per la resclosa de navegació de Xerta, abans de tornar cap a la mar (i si ho fan pels canals o per damunt de l'assut de Xerta), caldria modificar, lleugerament, el sistema de marcatge: fer-ho a l'interior d'un dipòsit, mantenint una regla mil·limetrada fixa al fons, per reduir el mínim de temps amb el peix a fora de l'aigua i obtenir dades de longituds, furcal i total. L'aigua hauria de contenir una concentració d'anestèsic molt lleugera, inferior a  $\frac{1}{4}$  part de l'habitual. També s'haurien de prendre 3-4 escates de cadascuna (per sota de l'aleta dorsal i per damunt de la línia lateral), per determinar l'edat de cada individu. I se'ls hauria de posar PIT tags.



**Figura 32.** Procés de presa de dades morfomètriques d'un ull i una aleta pectoral d'una anguila, per avaluar-ne el seu estat de maduració per mitjà del càlcul de l'índex de platejament. Imatges: Marc Ordeix – CERM.

## 6. Conclusions

A partir de l'experiència de marcatge i seguiment de peixos del tram final de l'Ebre per sistemes de telemetria ultrasònica duta a terme entre el maig de 2017 i el setembre de 2018, es conclou el següent:

- ✓ Les dades obtingudes són prou rellevants per millorar el coneixement dels moviments i patrons migratoris de les espècies marcades.
- ✓ La metodologia de mostreig i seguiment dels peixos de l'Ebre haurà de fer alguns canvis, com és lligar els morts amb els receptors Vemco, pel fons, a algun arbre o objecte fix situat a la ria més propera, per assegurar la recuperació del material instal·lat i les dades obtingudes.
- ✓ S'han identificat problemes concrets per a aquestes espècies en la seva migració riu avall, com a mínim, en els peixos (les llisses) traslladats lluny del seu domini vital, que van efectuar una migració riu avall molt ràpida (van recórrer 52 km en un sol dia) i van desaparèixer a l'assut de Xerta, possiblement anant cap als canals d'irrigació del delta de l'Ebre. D'altra banda, tot i disposar encara de poques dades, podria ser que l'impacte d'aquest obstacle no fos tan important per a altres espècies o individus, com l'anguila: els pocs exemplars migradors marcats, en la seva migració reproductiva cap a la mar, van superar aquest obstacle passant pel seu damunt.
- ✓ Tot plegat permet disposar d'una bona base informativa per millorar l'execució del final del projecte Life MigratoEbre i, també, per a l'elaboració d'una proposta de projecte europeu que doni continuïtat al projecte Life MigratoEbre. Aquesta nova proposta possiblement s'elaborarà la primavera de 2019, i s'hi definirà un pla de reintroducció de l'esturió europeu al tram final de l'Ebre i es proposaran actuacions de reducció de l'impacte dels canals de reg i els salts hidroelèctrics en la migració riu avall dels peixos.



**Figura 33.** Procés de marcatge i alliberament d'esturions europeus a l'estuari de la Garona i la Gironda (Nova Aquitània, França) l'abril del 2018. Imatges: Marc Ordeix – CERM.

## 7. Bibliografia

- AMSTRONG, G.S.; APHRAMIAN, M.W.; FEWINGS, G.A.; GOUGH, P.J.; READER, N.A. & VARALLO, P.V. 2004. *Environment Agency Fish Pass Manual: Guidance Notes on the Legislation, Selection and Approval of Fish Passes in England and Wales*. Environment Agency, Wales, 313 pàg.
- BAUDOIN, J.M., V. BURGUN, M. CHANSEAU, M. LARINIER, M. OVIDIO, W. SREMSKI, P. STEINBACH & B. VOEGTLE. 2014. *Assessing the passage of obstacles by fish. Concepts, design and application*. Onema. France. Disponible a: [www.onema.fr/sites/default/files/CPA-ICE-integralite-juillet2014.pdf](http://www.onema.fr/sites/default/files/CPA-ICE-integralite-juillet2014.pdf)
- BRIDGER CJ & BOOTH RK. 2003. The effects of biotelemetry transmitter presence and attachment procedures on fish physiology and behavior. *Rev Fish Sci.*,11(1):13–34
- BRINK, K., P. GOUGH, J. ROYTE, P.P. SCHOLLEMA & H. WANNINGEN, 2018. *From Sea to Source 2.0. Protection and restoration of fish migration in rivers worldwide*. World Fish Migration Foundation. Groningen, The Netherlands. 360 pp. Disponible a: [www.fromseatosource.com](http://www.fromseatosource.com)
- CEN. 2003. CEN EN 14011:2003. *Water quality- Sampling of fish with electricity*.
- DOADRIO, I. (ed). 2001. *Atlas y libro rojo de los peces continentales de España*. CSIC-Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- DURIF, C., S. DUFOU & P. ELIE. 2005. The silvering process of *Anguilla anguilla*: a new classification from the yellow resident to the silver migrating stage. *Journal of Fish Biology*, 66, 4: 1025-1043.
- DURIF, C., GUIBERT, A. & ELIE, P. 2009. Morphological discrimination of the silvering stages of the European eel. In *Eels at the edge: science, status, and conservation concerns* (Casselman, J.M. & Cairns, D.K., eds.), pp. 103-111. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society Symposium 58.
- ELVIRA, B., NICOLA, G.G. i ALMODÓVAR, A. 1998a. *Sistemas de paso para peces en presas*. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.
- ELVIRA, B., NICOLA, G.G. i ALMODÓVAR, A. 1998b. *Impacto de las obras hidráulicas en la ictiofauna. Dispositivos de paso para peces en las presas de España*. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Madrid. 208 pp.

- GOSSET, C., LARINIER, M., PORCHER, J.P. i TRAVADE, F. 1994. *Passes à poissons: expertise conception des ouvrages de franchissement*. Conseil supérieur de la pêche.
- KROES, M. J.; GOUGH, P.; WANNINGEN, H.; SCHOLLEMA, P. P.; ORDEIX, M., I D. VESELÝ. 2006. *From sea to source. Practical guidance for the restoration of fish migration in European Rivers. Projecte Interreg III C "Community Rivers"*. Hunze en Aa's Water Board. Groningen (Holanda).
- LE PICHON, J COUSTILLAS & E ROCHARD. 2015. Using a multi-criteria approach to assess post-release recovery periods in behavioural studies: study of a fish telemetry project in the Seine Estuary. *Anim. Biotelemetry*, 3:30.
- LÓPEZ V., N. FRANCH, Q. POU, M. CLAVERO, N. GAYA & J.M. QUERAL. 2012. *Atlas dels peixos del delta de l'Ebre*. Col·lecció tècnica, 3. Generalitat de Catalunya, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Medi Natural. Parc Natural del Delta de l'Ebre. 1a edició. 224p.
- LUCAS, M.C. & BARAS, E. 2001. *Migration of Freshwater Fishes*. Blackwell Science. Oxford, United Kingdom. 420 pp.
- MARMULLA, G. & WELCOME, R. (eds.). 2002. *Fish passes. Design, dimensions and monitoring*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) i Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturland (DVWK). Roma, Itàlia. 118 pp.
- ORDEIX, M.; POU-ROVIRA, Q.; SELLARÈS, N.; BARDINA, M.; CASAMITJANA, A.; SOLÀ, C. & MUNNÉ, A. 2011. Fish pass assessment in the rivers of Catalonia (NE Iberian

- Peninsula). A case study of weirs associated with hydropower plants and gauging stations. *Limnetica*, 30 (2): 405-426.
- ORDEIX, M., SOLÀ, C., BARDINA, M., CASAMITJANA, A. & MUNNÉ, A. (editors) 2014. *Els peixos dels rius i les zones humides de Catalunya. Qualitat biològica i connectivitat fluvial*. Agència Catalana de l'Aigua – Museu del Ter – Eumo editorial. Vic. 172 pàg.
- RODRIGUEZ-RUIZ, A. i GRANADO-LORENCIO, C. 2006. Spawning period and migration of three species of cyprinids in a stream with Mediterranean regimen (SW Spain). *Journal of Fish Biology*, 41 (4): 545 – 556.
- RONI, P. (Ed.). 2005. *Monitoring Stream and Watershed Restoration*. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland, EUA. 350 pp.
- SANTO, M. 2005. *Dispositivos de passagem para peixes em Portugal*. Direcção-Geral dos Recursos Florestais. Editideias – Edição e Produção, Lda. Lisboa. 137 pp.
- SOLÀ, C.; ORDEIX, M.; POU-ROVIRA, Q.; SELLARÈS, N.; QUERALT, A.; BARDINA, M.; CASAMITJANA, A. i MUNNÉ, A. 2011. Longitudinal connectivity in hydromorphological quality assessments of rivers. The ICF index: A river connectivity index and its application to Catalan rivers. *Limnetica*, 30 (2): 273-292.
- SOSTOA, A. DE. SOSTOA, A. DE; ALLUÉ, R.; BAS, C.; CASALS, F.; CASAPONSA, J.; CASTILLO, M. & DOADRIO, I. 1990. Peixos. *Història Natural dels Països Catalans*, 12. Enciclopèdia Catalana, SA. Barcelona. 487 pàg.
- TRAVADE, F. & LARINIER, M. 2002. Monitoring techniques for fishways. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 346 suppl.: 166-180.
- WINTER JD. 1996. Advances in underwater biotelemetry. In: MurphyBR, Willis DW (eds) *Fisheries techniques*. American Fisheries Society, Bethesda, pp 555–590