



Monitoraggio degli stock locali di anguilla presso i laghi costieri di Fogliano e Caprolace – Parco Nazionale del Circeo

*Convenzione tra Dipartimento di Biologia – Università Tor Vergata e ARSIAL - Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione dell'Agricoltura del Lazio.
(Determinazione del Direttore Generale N. 664 del 25 novembre 2015)*

Responsabile Scientifico: D.ssa Eleonora Ciccotti

Dipartimento di Biologia
Università di Roma Tor Vergata

Maggio 2016

Indice

Premessa	pag. 3
Introduzione	pag. 6
# Aspetti generali relativi al reclutamento	pag. 6
# Aspetti generali relativi all'emigrazione	pag. 7
Materiali e metodi	pag. 11
Siti di monitoraggio e stazioni di campionamento	pag. 11
Calendario e metodi di campionamento	pag. 12
Esame dei campioni e elaborazione dei dati	pag. 14
Risultati	pag. 15
# Reclutamento	pag. 15
# Fase adulta, emigrazione	pag. 20
Conclusioni	pag. 23
Bibliografia	pag. 26

ALLEGATO

PROPOSTA DI MONITORAGGIO SPECIFICO PER IL PIANO REGIONALE ANGUILLA – REGIONE LAZIO

Scheda Anguilla anguilla	pag. 32
MONITORAGGIO SPECIFICO PER IL PIANO REGIONALE ANGUILLA – REGIONE LAZIO	pag. 37
1. Scelta dei siti	pag. 37
2. Griglia temporale	pag. 37
3. Modalità operative di campionamento	pag. 38
3.1 Reclutamento	pag. 38
3.2 Fase adulta	pag. 40
4. Protocolli specifici	pag. 43
4.1 Esame istologico delle gonadi	pag. 43
4.2 Otolitometria	pag. 44
4.3 Qualità	pag. 44
5. Elaborazione dei dati, indicatori di abbondanza	pag. 44
# Reclutamento	pag. 45
# Fase in accrescimento	pag. 46
# Emigrazione	pag. 47
6. Dati accessori	pag. 48
7. Restituzione dei dati	pag. 49
8. Indicazioni operative	pag. 49
Bibliografia	pag. 49

Premessa

Nella presente relazione sono riportati i risultati del monitoraggio effettuato nell'ambito della convenzione tra Dipartimento di Biologia – Università Tor Vergata e ARSIAL - Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione dell'Agricoltura del Lazio. L'incarico ha previsto il monitoraggio dello stock locale di anguilla per la stagione 2015-16, da effettuarsi sulla base di quanto previsto dalle linee guida del MIPAAF al fine di predisporre le basi di dati necessarie a condurre le valutazioni della risorsa richieste dal Regolamento 1100/2007. Il monitoraggio è stato condotto presso i laghi costieri di Fogliano e di Caprolace, nel comprensorio del Parco Nazionale del Circeo. Questa azione si inserisce nel quadro delle molteplici azioni condotte a livello Regionale e Nazionale per ottemperare a quanto previsto dal Regolamento Comunitario 1100/2008, che prevede l'attuazione di un piano per la ricostituzione dello stock di *Anguilla anguilla*.

Il quadro di riferimento deriva dunque dall'insieme delle azioni che sono state messe in campo a diverso livello ai fini della tutela dello stock di anguilla e delle attività di sfruttamento ad esso connesse.

L'anguilla è infatti una risorsa per la quale, ormai da lungo tempo, è ampiamente riconosciuta la necessità di intervento e di adozione di misure finalizzate alla gestione dello stock, nonché alla sua conservazione.

Tale necessità è il presupposto del Regolamento CE 1100/2007 del Consiglio del 18 settembre 2007 che istituisce misure per la ricostituzione dello stock di anguilla europea, che ha visto la luce dopo una lunga gestazione.

Esso individua il percorso e gli strumenti per porre rimedio all'attuale situazione di depauperamento dello stock attraverso misure specifiche di ripristino concernenti sia le attività di pesca che gli aspetti ambientali. Il Regolamento stabilisce una metodologia d'intervento che fissa obiettivi di gestione a livello comunitario, lasciando però agli Stati membri la libertà di scegliere le modalità di intervento per conseguire tali obiettivi attraverso la preparazione dei Piani di Gestione Nazionali (PNG). I Piani di Gestione Nazionali rappresentano infatti lo strumento che è stato individuato a livello comunitario affinché tutti gli Stati membri interessati allo sfruttamento della risorsa "anguilla" possano partecipare al processo di ricostituzione dello stock di questa specie.

A seguito della presentazione del Piano di Gestione Anguilla Italiano (PNG), il cui ultimo emendamento è stato presentato alla Comunità Europea il 30 settembre 2010, e della sua approvazione nel Luglio 2011, l'Italia si è dotata dello strumento per partecipare al processo di ripristino dello stock di anguilla, così come previsto dal Regolamento 1100/2007. Il PNG per l'Italia è un Piano misto: è stato previsto infatti un quadro di intervento a livello nazionale per le acque costiere, e per le Regioni (in totale 11) che hanno preferito delegare all'Amministrazione Centrale la gestione della risorsa anguilla. Per queste 11 Regioni, ciò si è tradotto in una chiusura totale della pesca, perché nessuna di loro ha manifestato interesse proattivo a partecipare al processo di ripristino dello stock attraverso Piani di Gestione Regionali. Viceversa, 9 Regioni – e la Regione Lazio è tra queste - hanno elaborato un Piano Regionale di Gestione (PRG) per l'Anguilla, elaborato in modo coordinato.

Le Regioni sono le Unità di Gestione (Eel Management Units, EMU) della risorsa anguilla previste dal Regolamento 1100, che fa riferimento ai bacini fluviali come unità gestionali. L'Italia tuttavia si è avvalsa della possibilità indicata all'art. 2 del Regolamento 1100/2007, in base al quale "se è fornita un'adeguata giustificazione, uno Stato membro può designare l'intero territorio o un'unità amministrativa regionale esistente come bacino fluviale unico dell'anguilla", proponendo le Regioni quali Unità di Gestione (EMU) della risorsa anguilla.

I PRG, elaborati in conformità al Piano Nazionale, e in modo coordinato tra loro, costituiscono parte integrante del PNG, e illustrano in modo dettagliato la situazione ambientale e produttiva, nonché l'obiettivo e le misure previste a livello delle singole Unità di Gestione.

Da un punto di vista della valutazione del conseguimento degli obiettivi previsti dai Piani di Gestione, secondo l'articolo 9 del Regolamento 1100/2007, ogni Stato Membro è tenuto a riferire alla Commissione sullo stato di attuazione del Piano di Gestione Nazionale a scadenza triennale, e il primo di tali rapporti era previsto per il 30 giugno 2012.

Entro il tale data, dunque, gli Stati Membri (SM) hanno riferito per la prima volta riguardo ai risultati relativi all'applicazione delle misure di salvaguardia dell'anguilla delineate nei piani di gestione nazionali (PGN), e poi di nuovo nel giugno 2015. Per fare questo, è stato necessario che gli SM si ponessero degli obiettivi rispetto ai quali valutare l'efficacia delle politiche riportate nei PGN, e il monitoraggio da effettuarsi di conseguenza.

In sede di coordinamento tra MIPAAF e Regioni, sono quindi stati richiesti, proprio per le esigenze di calcolo delle stime richieste dall'art.9, monitoraggi specifici, da effettuarsi in modo coordinato tra le Regioni. Per questi monitoraggi è stata fornita una metodologia standardizzata: lo scopo fondamentale era quello di ottenere dati attendibili di reclutamento in ciascuna EMU, da inserire nel modello usato per le stime. Alcune Regioni hanno provveduto a effettuare tali monitoraggi sin dalla prima annualità, mentre in altre Regioni è stato più difficile dare avvio ai monitoraggi, per motivi di budget o di organizzazione. Al momento i monitoraggi sono in corso in quasi tutte le Regioni, secondo il protocollo standardizzato, ma con risultati variabili.

Più specificamente per il Lazio, la Regione Lazio ha affidato ad Arsial la realizzazione del Piano di Gestione Regionale per la ricostituzione dello stock di anguilla ai sensi del Reg. (CE) n. 1100/2007, approvato con DGR. N. 160 del 5/3/2010 (Determinazione n. A7904 del 1 agosto 2011), e tra le misure previste è previsto un monitoraggio annuale da realizzarsi secondo le specifiche linee guida condivise a livello nazionale. La realizzazione è affidata ad Arsial, sulla base di direttive e coordinamento dei competenti organi regionali di riferimento. I risultati possono rappresentare uno strumento importante per verificare l'efficacia del Piano di gestione stesso, nonché costituire un fondamentale apporto di dati ai fini della valutazione della risorsa. Tra i siti contemplati per il monitoraggio nella Regione, figurano il basso corso del fiume Tevere e la foce del fiume Marta, la cui tipologia è ascrivibile all'habitat fluviale, e il lago di Fogliano, la cui tipologia è ascrivibile alla tipologia lagunare, nell'insieme quindi rappresentativi di strati diversi contemplati dal Piano di Gestione Regionale. Per l'anno in corso, Arsial ha scelto, per motivi tecnici, di affidare il monitoraggio nelle diverse tipologie di habitat a operatori diversi, nonostante che vi sia l'opportunità, da un punto di vista metodologico, che il monitoraggio nei diversi siti sia effettuato da un unico operatore scientifico. Infatti un aspetto importante dell'interpretazione dei dati viene dalla comparazione delle osservazioni tra siti diversi.

Più specificamente, a livello locale nel corso del 2014-2015 è stato realizzato un progetto "Misure per la tutela ed il recupero della risorsa anguilla (Anguilla anguilla) finanziato con fondi FEP - Fondo Europeo per la Pesca 2007-2013- Misura 3.2 "Misure intese a preservare e sviluppare la fauna e la flora acquatiche (Codice Identificativo Progetto 3/BA/12-LA), e tale progetto ha prodotto Piani di Gestione dell'Anguilla su scala di bacino, riguardanti i tre laghi ricadenti nel territorio dell'Ente Parco Nazionale del Circeo (Caprolace, Monaci e Fogliano), evidenziando le misure idonee all'incremento e conservazione dello stock dell'anguilla.

Al fine di rendere sinergiche le attività in campo, e anche in considerazione del fatto che è auspicabile mantenere una serie storica senza interruzioni mediante una raccolta dati continuativa, Arsial ha deciso di realizzare un monitoraggio presso i laghi di Fogliano e Caprolace per la stagione

2015-2016, affidato con Determinazione del Direttore Generale N. 664 del 25 novembre 2015 al Dipartimento di Biologia Università Tor Vergata.

Oltre al monitoraggio su menzionato, l'Università di Tor Vergata ha avuto l'incarico di predisporre una verifica e un aggiornamento del protocollo di monitoraggio annuale, da proporre per il Piano Regionale di Gestione Anguilla nel Lazio, anche sulla base dei più recenti aggiornamenti riguardo alla situazione dello stock di *Anguilla anguilla* a livello globale e in ambito internazionale.

Introduzione

Le attività hanno avuto l'obiettivo di effettuare il monitoraggio degli stadi cruciali del ciclo biologico della specie *Anguilla anguilla*: la ceca, ovvero lo stadio di recluta che colonizza l'ambiente di acque interne dove rimarrà per l'accrescimento fino alla fase pre-riproduttiva, e l'anguilla adulta, sia nella fase di accrescimento (anguilla gialla) che l'anguilla argentina, ovvero lo stadio che ha iniziato la maturazione sessuale e che intraprende l'emigrazione verso il mare, dove effettuerà la riproduzione.

Per ambedue questi stadi, si è scelto di operare con un metodo di monitoraggio basato su metodi di campionamento indipendenti dalla attività di pesca, in quanto nei siti oggetto di monitoraggio non esiste una attività di pesca professionale. Per la pesca delle ceche, tale attività non è mai stata presente, in quanto si tratta di lagune costiere in cui l'entità della rimonta non è mai stata tale da sostenere una attività di pesca, mentre la pesca delle anguille adulte nei laghi di Fogliano e Caprolace, presente fino all'anno 2007, è stata sospesa da parte dell'Ente Parco Nazionale del Circeo, e questo ha determinato la riduzione a zero della mortalità da pesca per questa specie ittica, così come e per tutte le altre, naturalmente. E' stato comunque scelto un metodo di monitoraggio che impiega metodologie di campionamento analoghe alla pesca, ovvero strumenti tipici della pesca professionale adattati ad una scala temporale e spaziale semplificata, che permette di ottenere informazioni sulla presenza e sui movimenti degli stadi della specie oggetto di monitoraggio.

Questo metodo consente di ottenere dati indicativi dello stato del reclutamento, della presenza e dei movimenti dell'anguilla gialla in accrescimento, e infine della presenza e del livello indicativo della eventuale emigrazione delle anguille argentine.

Aspetti generali relativi al reclutamento

La "rimonta" delle ceche costituisce il reclutamento della specie ai vari sistemi idrografici (lagune costiere, estuari e fiumi, canali, laghi e bacini artificiali). Il reclutamento è dunque il processo fondamentale che sostiene gli stock locali di anguilla nei singoli sistemi. Come è ben noto, il calo del reclutamento di anguilla in tutto l'areale di distribuzione della specie è stato il segnale che ha inizialmente messo in allarme e posto l'attenzione alla situazione di contrazione dello stock di questa specie, e che ha dunque innescato il processo di valutazione e di riflessione che ha portato all'emanazione del Regolamento CE n. 1100/2007.

Da un punto di vista quantitativo, la conclusione che il reclutamento era in contrazione in tutto l'areale di distribuzione dell'anguilla si è basata su serie temporali di dati, che coprono diversi intervalli di tempo, da un certo numero di bacini fluviali in 12 paesi europei, derivanti sia da monitoraggi di pesca professionale di ceche, sia da monitoraggi indipendenti dalla pesca. Negli ultimi decenni, a partire dagli anni 80, si è osservato ovunque in modo concorde un trend decrescente delle presenze e delle catture di ceche in zone estuarine, dopo gli alti livelli degli anni '70. Quanto osservato in tutta l'Europa è stato confermato per l'area del Mediterraneo, grazie a osservazioni condotte in modo continuativo in un sito di monitoraggio sul fiume Tevere, Lazio, Italia centrale (Ciccotti et al., 2000; Ciccotti, 2002), e poi in altri siti in Italia su base comparativa.

La rimonta avviene con picchi di abbondanza la cui dinamica temporale dipende dalla latitudine e dalle dinamiche in oceano (Harrison et al., 2014). In Italia e nell'Europa meridionale si osservano picchi di abbondanza tra Novembre e Marzo (Ciccotti et al., 1995; Desaunay and Guerault, 1997; de Casamajor et al., 1999). Questo processo di colonizzazione delle acque interne avviene con un meccanismo chiamato "selective tidal stream transport", STST: le ceche in questa prima fase della migrazione utilizzano solo spostamenti verticali per portarsi nella massa d'acqua che entra in estuario, in modo da sfruttare la marea montante (McCleave and Wippelhauser, 1987).

Successivamente, in seguito all'attivazione della vescica natatoria, inizia il nuoto che porta le ceche a colonizzare attivamente gli habitat delle acque interne. A questo stadio larvale l'anguilla è ancora depigmentata. Dopo l'ingresso nei fiumi o nelle lagune, le ceche rimangono in questi ambienti tidali, per un periodo di adattamento che comporta tra le altre cose l'inizio della pigmentazione (Ciccotti et al., 1995; Ciccotti et al., 1998).

Le dinamiche spazio temporali della "rimonta" delle ceche riflettono anche le condizioni locali, in relazione agli aspetti idrologici, morfologici e climatici specifici del sito (Gascuel et al., 1995; Arribas et al., 2012; Harrison et al., 2014; Trancart et al., 2014). Tra i numerosi fattori ambientali che influenzano i movimenti delle ceche in zone estuarine e lagunari, quelli che sono stati identificati come particolarmente influenti sono il vento (Prouzet, 2002; Arribas et al., 2012.), la portata del fiume (Gandolfi et al., 1984; Domingos, 1992), la torbidità delle acque (de Casamajor et al., 1999; Prouzet, 2002; Bouvet et al., 2006; Arribas et al., 2012.), la temperatura dell'acqua e la differenza di temperatura tra mare e fiume (Gandolfi et al., 1984; Gascuel, 1986; Elie e Rochard, 1994; Martin, 1995), la piovosità locale (Jellyman e Ryan, 1983; Arribas et al., 2012.). In ambienti lagunari, Crivelli et al. (2008), Lecomte- Finiger (1977) e Lecomte- Finiger e Razouls (1981) hanno osservato che è il deflusso di acqua dalla laguna, ed il concomitante abbassamento della salinità, a costituire il principale fattore di attrazione delle ceche verso la laguna. Altri fattori che controllano l'entrata delle ceche in estuario sono le maree, e in particolare le maree concomitanti con le fasi lunari, (Gascuel, 1986; Elie e Rochard, 1994; Tesch, 2003). L'influenza dei cicli di marea (e della luna) sui movimenti delle ceche è stato ben documentato da molti ricercatori (Sorensen e Bianchini 1986 Ciccotti et al., 1995; Jellyman e Lambert, 2003; Zompola et al., 2008; Crivelli et al., 2008; Jellyman et al., 2009; Sullivan et al., 2009). Tuttavia, rispetto alle lagune atlantiche, estuari e lagune costiere del Mediterraneo sono meno influenzati dalla marea e qui assumono maggiore importanza le condizioni idrografiche del sistema (Crivelli et al., 2008; Zompola et al., 2009; Elliot e Hemingway, 2002; Ciccotti et al., 1995; Leone et al., 2016).

Il monitoraggio della presenza e dell'abbondanza di ceche è dunque di fondamentale importanza perché consente di seguire l'evoluzione dell'abbondanza e del livello del reclutamento in un momento in cui questo sarà il segnale più importante di una eventuale ripresa dello stock di *Anguilla anguilla* a livello globale. Se le misure di gestione dello stock avranno successo e se l'emigrazione dei riproduttori dalle acque continentali di tutta l'Europa mostrerà un reale incremento, questo si manifesterà con una ripresa del reclutamento, ovvero dell'arrivo di ceche alle coste e agli estuari.

Aspetti generali relativi all'emigrazione

L'obiettivo del regolamento 1100/2007, che è alla base del Piano Nazionale e conseguentemente dei Piani Regionali (per quelle regioni che hanno deciso di presentarne uno), è quello di garantire la fuoriuscita di una biomassa di anguille argentine pari al 40 % della biomassa pristina. Tale obiettivo per l'Italia è stato quantificato in 2.784 t. Tale obiettivo verrà raggiunto nel 2050, attraverso una serie di obiettivi intermedi.

Nell'ambito dell'ampia gamma di misure da adottare per raggiungere l'obiettivo previsto, la più immediata, e dunque quella più universalmente adottata, nei paesi della Commissione Europea interessati dal reg.1100/2007, è quello di ridurre la pressione esercitata dalla pesca, essendo questo uno dei fattori principali che ne hanno causato il declino (Dekker, 2003).

Appare dunque fondamentale disporre di dati precisi sul tasso di sfruttamento da parte della pesca e sulla fuoriuscita di riproduttori dai diversi siti di pesca e dai vari ambienti di accrescimento. Ciononostante, le informazioni dettagliate a livello dei singoli bacini idrografici, laghi e lagune per il momento sono scarse o frammentarie.

L'approccio che l'Italia, così come altri paesi comunitari, ha scelto di utilizzare per la stima della produzione attuale e potenziale (i.e. in assenza di attività antropiche e considerati i livelli attuali di reclutamento), e dunque per la stima della biomassa di anguille argentine che fuoriescono a livello delle singole Unità di gestione, è per il momento puramente di tipo modellistico. La particolare biologia dell'anguilla fa sì che non possano essere applicati i metodi di *stock assessment* comunemente utilizzati per i più comuni stock ittici come le comuni Virtual Population Analyses (VPA) strutturate per età o lunghezza, e gli approcci per questa specie devono tenere conto di mortalità diverse dalla pesca e della migrazione degli individui adulti.

In Italia le valutazioni fino ad oggi condotte, sia nel PNG che per i PR, e anche poi a livello di singoli bacini idrografici nell'ambito di specifici progetti (FEP Lazio, 2016; FEP Toscana, 2016) sono state effettuate attraverso un modello demografico, appositamente sviluppato per l'anguilla, (il modello DemCam; Bevacqua & De Leo, 2006) e poi validato in diverse sedi (Ciccotti et al., 2015; Schiavina et al., 2015; Aalto et al., 2016). A partire da dati –noti o stimati- relativi al reclutamento attuale, si è utilizzato tale modello per valutare l'efficacia di diverse politiche di gestione. In particolare si è valutato l'effetto combinato di una riduzione dello sforzo di pesca e di semine di ceche al fine di aumentare la fuoriuscita di anguille argentine dai diversi bacini idrografici.

Tale approccio è stato considerato valido, a suo tempo, dal comitato di valutazione dei PNG nominato dall'ICES (International Council for the Exploration of the Sea), incaricato dalla Comunità Europea di approvare o meno i Piani Anguilla presentati dai Paesi Membri ai sensi del Regolamento 1100/2007. Il modello utilizzato infatti è stato sviluppato nell'ambito di un progetto Europeo (SLIME) dedicato alla formulazione di modelli demografici per l'anguilla Europea, presentato e discusso in vari incontri del Working Group on Eels dell'ICES/EIFAC, presentato a congressi internazionali (Bevacqua et al., 2006; Bevacqua et al., 2008), validato da diverse pubblicazioni su riviste scientifiche internazionali (Bevacqua et al. 2007, Ciccotti et al., 2015; Schiavina et al., 2015; Aalto et al., 2016). Tuttavia, unitamente all'accettazione dell'approccio proposto e all'approvazione del piano, l'ICES ha presentato una serie di rilevati e commenti, il più importante dei quali concerneva la necessità di impostare programmi di monitoraggio specifici volti a quantificare l'emigrazione effettiva a livello delle singole Unità di gestione.

Emerge dunque chiaramente l'esigenza di disporre di dati di monitoraggio per validare e calibrare i modelli, al fine di verificare l'affidabilità e la riproducibilità di tali approcci. (Bilotta et al., 2011 per una review, sintetizzato in tabella 1).

In quest'ottica, il presente monitoraggio intende proseguire i monitoraggi già condotti negli anni passati nell'ambito del Piano di Gestione Regionale del Lazio, e apportare il dato relativo alla stagione 2015-2016. I risultati relativi alle lagune del Circeo dovranno tuttavia essere integrati con quelli relativi agli altri siti del Lazio, e andrà effettuato un esame comparativo per la stagione considerata, in quanto solo l'integrazione delle osservazioni tra i diversi siti e nel tempo (alla scala pluriennale) consente di interpretare in modo adeguato l'evoluzione della situazione della risorsa.

TABLE I. Monitoring techniques for *Anguilla anguilla*: principles, examples and evaluation of the potential for quantifying the biomass of escapement

Technique	Principle	Example of use	Evaluation
(1) Fyke-nets	A fyke-net is a cylindrical net that is weighted to the river bed and held open by rigid hoops. These may be linked together in long chains, often with wings and leaders, which cross the bed of the habitat. These are typically left <i>in situ</i> for 24 h and are sometimes baited to encourage fish to enter. Upon entry the fish are trapped humanely until collection	Bozeman <i>et al.</i> (1985)	• Can cause stress and lead to mortality and predation
		Laffaille <i>et al.</i> (2006)	• Catch data are usually presented in terms of catch per unit effort (CPUE) (Poole, 1990; Carss <i>et al.</i>, 1999; Matthews <i>et al.</i>, 2003)
		Moriarty (1996)	• Data cannot provide an estimate of population size • This technique cannot be used to quantify the biomass of escapement
(2) Electrofishing	A section of aquatic habitat is bounded by nets at the upper and lower ends. A mild electrical current is then passed through the water, creating an electrical field between an anode and cathode that are attached to either a boat or an electrically insulated person. The electrical field created in the vicinity of the anode temporarily stuns the fish which are then collected with nets and stored prior to analysis. The habitat is systematically sampled by moving upstream while sweeping the anode across the width of the channel or area. Sampling runs, <i>i.e.</i> electrofishing from downstream to upstream, may be repeated until a satisfactory level of depletion is achieved	Aprahamian (1986, 1988)	• Can cause stress, harm and even mortality if not conducted properly
		Feunteun <i>et al.</i> (2000)	• Applicability is limited by environmental factors such as water clarity, conductivity, depth and velocity (Jellyman & Graynorth, 2005)
		Naismith & Knights (1993)	• Higher electrical currents are needed to capture <i>A. anguilla</i>, compared to other fishes, meaning other species must be removed, through the use of lower electrical currents, in advance of the <i>A. anguilla</i> fishing run • Depletion data from repeat surveys can provide an estimate of population size for a single point in time • This technique cannot be used to quantify the biomass of escapement
(3) Mark and recapture	Fish are typically caught through techniques (1) and (2) above. These fish are then marked with a unique identifier such as a paint or ink colour (<i>e.g.</i> using a Panjet inoculator). The marked fish are then released unharmed back into their environment where they will redistribute themselves among the unmarked population. The area is then re-sampled after an appropriate amount of time has elapsed. The population size can be estimated from as few as two mark and recapture cycles, through consideration of the numbers of fish caught in each sample and the proportion of recaptured fish to unmarked fish	Amilhat <i>et al.</i> (2008)	• Incorporates issues inherent with techniques (1) and (2) above

		Breteler <i>et al.</i> (2007)	• Labour intensive and expensive • Provides an estimate of population size • Multiple mark and recapture cycles can be used to study the combined effects of mortality, immigration and emigration • This technique cannot be used to quantify the biomass of escapement
(4) Tagging and telemetry	Similar to above, fish are typically caught through techniques (1) and (2). These fish are then tagged with either passive transponders or acoustic or radio transmitters. These are often surgically implanted into the body cavity painlessly using anaesthetics such as benzocaine. Upon recovery, the fish are released back into their environment, where their migration can be tracked. Some types of tags can simultaneously record location, depth and temperature to aid understanding of the pathways taken during migration	Aarestrup <i>et al.</i> (2008)	• Incorporates issues inherent with techniques (1) and (2) above
		Breteler <i>et al.</i> (2007)	• Can cause stress, harm and even mortality if not conducted properly
		Feunteun <i>et al.</i> (2000)	• Labour intensive and expensive • Can be used to estimate population size • Can be used to study migration behaviour and escapement
(5) Official landing statistics	In the absence of purpose-collected data, attempts have been made to estimate <i>A. anguilla</i> populations through the use of official landing statistics (<i>i.e.</i> fishery records collected by the relevant agencies)	ICES (unpubl. data)	• Indirect technique • Data may be inaccurate and unreliable • Catch return data do not necessarily reflect the status of the <i>A. anguilla</i> population, as fishing effort can be variable and under reporting of catches, as well as illegal catches, are a serious problem in many countries (ICES, unpubl. data; Moriarty & Dekker, 1997) • Questionable technique for estimating population size • This technique cannot be used to quantify the biomass of escapement

TABELLA I

Metodi di stima della biomassa delle anguille argentine attualmente in uso (da Bilotta et al., 2011).

Materiali e metodi

Siti di monitoraggio e stazioni di campionamento

I siti interessati dal monitoraggio sono le lagune di Fogliano ($41^{\circ} 24' 12''$ $54''$) e di Caprolace ($41^{\circ} 21' 12''$ $58''$) (Fig. 1).

Fogliano, con una superficie di 404 ettari, è il più grande dei due laghi, ed è collegato al mare da un canale lungo 270 metri (Foce del Duca) mentre un secondo canale lo collega alla foce del Rio Martino. Tale collegamento, tuttavia, al momento è chiuso da una paratoia. La profondità media è 0,89 m (2,00 m di profondità massima) e la salinità media è di 40 PSU.

Il lago di Caprolace ha una dimensione di 226 ha, è collegato al mare da due canali di marea (Foce Nuova, lunga 250 metri e Foce Lavorazione); la sua profondità media è 1,30 m (profondità massima intorno 2,90 m) e la salinità media è di 39 PSU.

I laghi hanno forma regolare e rettangolare, a seguito degli interventi di bonifica dell'Agro Pontino (1926-1935), e sono orientati lungo la linea costiera.

Oggi ambedue i laghi soffrono di un ridotto scambio con il mare, subendo continui interramenti del canale di collegamento con il mare e per una generale mancanza di significativi apporti di acque dolci. Queste lagune sono un esempio classico di habitat rappresentativo e produttivo per l'anguilla in Italia e nel Mediterraneo. In questi laghi l'anguilla è presente da sempre, e rappresenta una specie importante nell'ambito della comunità ittica (Manzo et al., 2006) anche dal punto di vista della rilevanza commerciale (Fusari et al., 2006). Negli ultimi anni, tra l'altro, gli stock locali di anguilla, dell'uno e dell'altro lago, sono stati oggetto di indagini sia per quanto riguarda aspetti di demografia degli stock sia riguardo ad aspetti di qualità.

Le due lagune sono gestite dall'amministrazione dell'Ente Parco Nazionale del Circeo, unitamente all'Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Fogliano (CFS). La pesca dell'anguilla in queste lagune è stata praticata, in genere nel periodo che va da ottobre ad aprile, fino al 2007. A partire dal 2008 l'Ente Parco non ha più conferito l'asta di appalto annuale del pescato, e la pesca è stata dunque sospesa negli ultimi tre anni. Dunque, per questi stock locali negli ultimi tre anni si è ridotta del 100 % la mortalità da pesca, mentre sono note nel dettaglio sia le caratteristiche della popolazione, in termini di sex-ratio, accrescimento, differenziamento sessuale, che le modalità di prelievo (catture per stadio, stagionalità delle catture, sforzo di pesca) grazie a studi e monitoraggi condotti nell'ambito di diversi progetti.

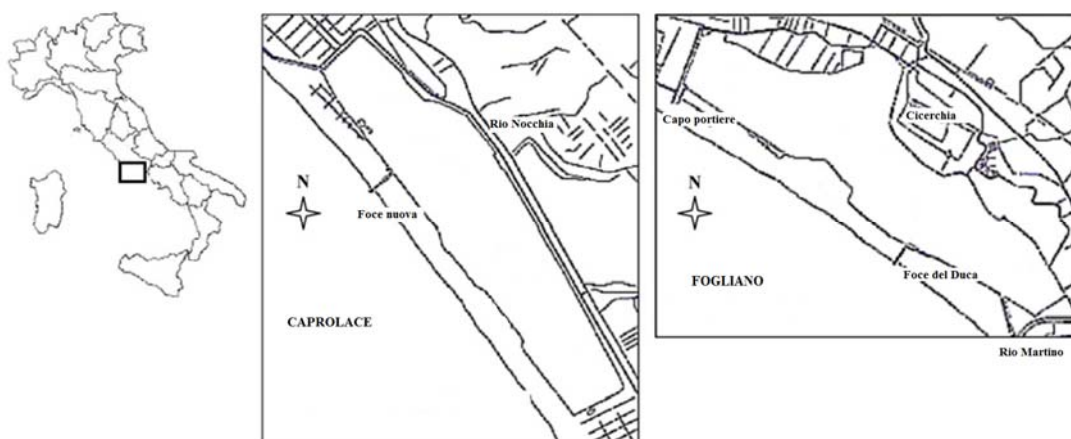


Figura 1: Ubicazione delle lagune di Caprolace e Fogliano, Regione Lazio, cartina delle due lagune e stazioni di campionamento.

Calendario e metodi di campionamento

Le operazioni di monitoraggio del reclutamento si sono svolte tra dicembre 2015 e marzo 2016, su ciascun lago, ed hanno avuto durata settimanale, per un totale di 4 campagne per ciascun lago. L'installazione degli strumenti è avvenuta il pomeriggio antecedente il primo giorno di rilevamento, e poi i rilevamenti si sono protratti per sette giorni (eccezion fatta per la campagna di dicembre a Caprolace dove c'è stato un problema di perdita dello strumento di pesca per le ceche).

Per lo stadio adulto, invece, non è stato possibile protrarre per più giorni il rilevamento, e le pesche sperimentali si sono protratte per un solo giorno, per un totale di 4 campagne per ciascun lago. Per il monitoraggio delle anguille adulte, però, sono stati installati più strumenti, in postazioni diverse all'interno dei due laghi (vedi figura 1), per intercettare momenti diversi dei movimenti degli animali, ovvero sia spostamenti a breve raggio a scopo trofico sia movimenti finalizzati all'emigrazione verso il mare a scopo riproduttivo. A Fogliano le 4 reti sono state installate in 4 stazioni (Figura 1): una sul canale di marea, una sulla foce chiusa di Rio Martino e due sul lato interno della laguna. A Caprolace sono state installate 2 reti, una sul canale di comunicazione con il mare e una sul versante interno.

Per il monitoraggio delle anguille adulte sono stati utilizzati bertovelli dotati di ali (Figura 2), di lunghezza totale di 250 cm, in rete di maglia di 14 mm, con bocca circolare di diametro di 80 cm, e maglia della rete della camera terminale 8 mm. I bertovelli sono stati posizionati, in ciascuna stazione (vedi figura 1), orientati parallelamente alla sponda, con la bocca e le ali verso il canale o la laguna.

Per il monitoraggio delle ceche sono stati utilizzati bertovelli dotati di ali (Figura 3), per una lunghezza totale 4.6 m, apertura 1.2 m, lunghezza delle ali 2 m, cilindro con 2 inganni, maglia 2 mm. Per l'installazione del bertovello viene usato un natante a motore.

I bertovelli sono stati posizionati, presso ciascuna stazione, orientati parallelamente alla riva con l'entrata rivolta verso l'entrata della laguna e comunque verso il flusso di acqua entrante.

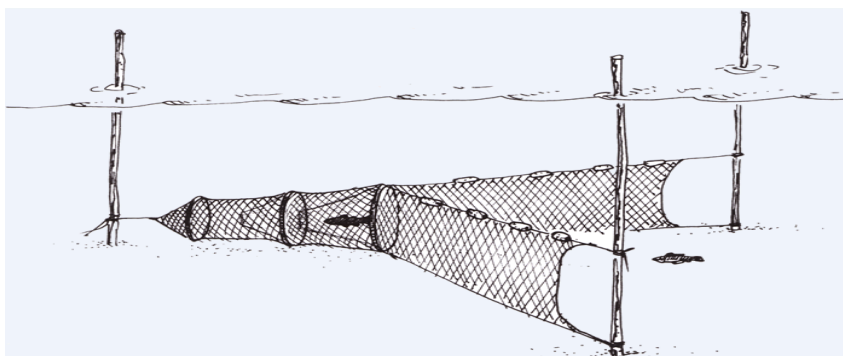


Figura 2 Bertovello da anguilla



Figura 3 Bertovello per la cattura di ceche, dotato di ali. Installazione, svuotamento e catture.



Figura 4: Reti per il monitoraggio dell'anguilla adulta (bertovelli)



Figura 5 Catture del monitoraggio dello stadio adulto: anguille gialle

In tutti i casi, sia di monitoraggio di ceche che di adulte, le reti sono state installate nel pomeriggio, e ispezionate la mattina del giorno successivo. Nel corso delle operazioni di monitoraggio, in particolare in coincidenza di quelle di osservazione del reclutamento, sono state effettuate misurazioni della Temperatura e Salinità dell'acqua, e annotate le condizioni meteo-marine.

Esame dei campioni e elaborazione dei dati

Viste le finalità del monitoraggio, orientato esclusivamente a valutare la presenza dell'anguilla in fase di colonizzazione, in fase stanziale o in emigrazione, si è ritenuto importante non sacrificare individui di questa specie che necessita di tutela. Quindi si è proceduto solo al rilevamento di parametri misurabili *in vivo*, e questo per le adulte ha significato non procedere né rilevamento del sesso degli individui né alla stima dell'età. Del resto non era nelle finalità del lavoro ottenere stime di parametri di popolazione per gli stock locali di anguilla di Fogliano e Caprolace, ormai ampiamente noti da studi e monitoraggi effettuati in anni passati anche recenti, ma solo alla verifica delle presenze.

Per ogni operazione di monitoraggio, lo strumento è stato ispezionato e tutte le catture, sia di ceche che di anguille, sono state contate ed eventualmente pesate con bilancia digitale. *In situ*, presso le strutture alla foce di Fogliano o alla foce di Caprolace, sulla totalità degli animali catturati si è proceduto nel seguente modo: gli animali catturati sono stati blandamente anestetizzati con 2-fenossi-etanolo, e di ogni individuo sono stati rilevati lunghezza totale (precisione al decimo di mm) mediante un calibro e peso mediante una bilancia elettronica (precisione al decimo di grammo). Per quanto riguarda le ceche, si è poi proceduto all'esame microscopico (stereomicroscopio, modello Leika MZ12), per la valutazione dello stadio di pigmentazione, secondo la scala in 5 stadi di Boëtius (1951). Per le anguille adulte, si è proceduto alla valutazione dello stadio (gialla, argentina) attraverso l'esame della livrea e attraverso l'esame della dimensione dell'occhio e della lunghezza della pinna pettorale. Appena terminati i rilievi previsti, le anguille sono state rilasciate.

Tutti i dati, sia relativi alle catture sia relativi ai rilevamenti, sono stati annotati su schede. Successivamente, i dati sono stati archiviati in fogli Excel. Per i campioni di ceche sono stati calcolati:

- catture totali
- lunghezza media

- peso medio
 - frequenza % degli stadi di pigmentazione
- Per i campioni di anguille, sono stati calcolati:
- catture totali
 - lunghezza media
 - peso medio
 - frequenza degli stadi

Tutti i risultati relativi ai vari campionamenti sono stati riportati in grafici e in tabelle.

Risultati

Reclutamento

Con monitoraggi come quello effettuato nell'ambito del presente progetto, è possibile fare una valutazione della presenza o meno di rimonta e colonizzazione nel sito studiato, anche sulla base della presenza di impatti di origine antropica o di situazioni ambientali o climatiche anomale che potrebbero compromettere il reclutamento stesso. Non è invece mai possibile risalire al reclutamento effettivo alla laguna, un parametro impossibile da quantificare se non in caso di chiusura completa del canale di entrata e installazione di dispositivi di tipo scale di rimonta o ascensori. Un dispositivo di questo tipo, peraltro, era stato installato anni fa presso la paratoia di chiusura del Lago di Monaci, e consentiva di monitorare e quantificare in modo completo il reclutamento di ceche a questo lago. Purtroppo tale apparato è stato nel tempo dismesso, non è più in funzione e la serie storica di dati di reclutamento non è stata raccolta con continuità, e un preziosa opportunità di monitorare lo stock di anguilla a livello locale, contribuendo così alla conoscenza dell'andamento a livello globale, è stata perduta.

Quel che interessa qui, comunque, è comprendere le dinamiche relative al reclutamento nelle due lagune interessate, anche con approccio comparativo. Per questo è importante poter combinare i dati quantitativi di presenza o di catture di ceche, alla luce dei dati che caratterizzano la situazione ambientale (aspetti idrologici e morfologici, catture), con i dati relativi ai descrittori morfo-ecologici degli animali stessi.

Nelle Tabelle II e III sono riportati i risultati delle campagne di monitoraggio del reclutamento ai due laghi.

Nelle Tabelle sono riportati anche i dati ambientali rilevati in concomitanza con le operazioni di monitoraggio, e si può osservare come i valori di temperatura dell'acqua registrati per tutto l'arco del periodo di monitoraggio, in ambedue le lagune, siano nettamente superiori ai valori stagionali. Questo può aver certamente influenzato l'andamento del reclutamento, in quanto i movimenti delle ceche tra mare e ambienti estuarini sono influenzati, tra le molte variabili ambientali, innanzi tutto dal gradiente di temperatura tra mare e acque interne.

Si può osservare che per quanto riguarda Fogliano in una sola occasione in dicembre, si è verificata una ondata di rimonta più consistente, con 70 individui, mentre nelle campagne dei mesi successivi in questo lago le presenze sono state assolutamente modeste. Nel lago di Caprolace, il reclutamento è stato ancora più ridotto, anche se apparentemente più costante. Le catture hanno raggiunto i 10-12 individui per notte solo nel mese di dicembre, mentre nei mesi successivi si sono mantenute intorno a valori davvero molto esigui.

Nelle figure 4 e 5, i risultati dei monitoraggi nei due laghi in termini di catture giornaliere sono riportati in istogramma. L'esame comparativo delle due situazioni evidenzia come a Fogliano il reclutamento si sia concentrato nel primo periodo di monitoraggio, in dicembre con qualche entrata ancora in gennaio, e poi mostri solo presenze sporadiche, mentre a Caprolace si sono verificate

entrate più continuative per tutto il periodo di monitoraggio. In ambedue i casi, l'entità del fenomeno è stata modestissima.

TABELLA I

Monitoraggio reclutamento -Stagione 2015- 2016						
Laguna di Fogliano						
Data	Temperatura	Salinità	Stato mare	Meteo	Note	Catture N.
10 dic 15	12,1	36,8	calmo	sereno	ventoso	10
11 dic 15	12,7	36,8	calmo	sereno		17
12 dic 15	12,4	36,8	calmo	sereno		23
13 dic 15	12,1	36,8	calmo	sereno		0
14 dic 15	12,3	36,8	calmo	nuvoloso		20
15 dic 15	12,4	36,8	calmo	sereno		0
16 dic 15	12,8	36,8	calmo	sereno		0
15 gen 16	9,5	32,5	calmo	sereno		0
16 gen 16	10,5	32,5	calmo	sereno		6
17 gen 16	10,1	31,8	calmo	sereno	ventoso	0
18 gen 16	10,1	31,7	calmo	sereno	ventoso	0
19 gen 16	9,5	32,4	calmo	sereno		5
20 gen 16	9,3	33,1	calmo	sereno		0
21 gen 16	9,4	32,5	calmo	sereno		10
06 feb 16	12,7	35,9	poco mosso	nuvoloso		0
07 feb 16	12,7	35,6	calmo	variabile	pioggia	0
08 feb 16	12,9	35,6	calmo	nuvoloso		4
09 feb 16	12,9	35,6	calmo	nuvoloso		0
10 feb 16	12,8	35,6	calmo	variabile		0
11 feb 16	13,1	35,7	calmo	variabile		0
12 feb 16	12,5	35,6	poco mosso	variabile		0
04 mar 16	12,9	34,6	calmo	nuvoloso	pioggia	1
05 mar 16	12,9	35,2	calmo	nuvoloso		0
06 mar 16	13,1	35,1	calmo	nuvoloso	pioggia	0
07 mar 16	12,8	34,6	calmo	variabile		0
08 mar 16	12,6	34,8	calmo	variabile		0
09 mar 16	12,7	34,7	calmo	sereno		0
10 mar 16	12,9	34,6	calmo	sereno		0

TABELLA II

Monitoraggio reclutamento - Stagione 2015- 2016						
Laguna di Caprolace						
Data	Temperatura	Salinità	Stato mare	Meteo	Note	Catture N.
12 dic 15	13,1	39,4	calmo	sereno		0
13 dic 15	12,8	39,4	calmo	sereno		10
14 dic 15	12,8	39,4	calmo	sereno		12
15 dic 15	13,1	39,4	calmo	sereno		5
16 dic 15	12,9	39,4	calmo	sereno		6
17 gen 16	11	39,8	calmo	sereno		2
18 gen 16	10,5	39,8	calmo	sereno		4
19 gen 16	10,5	39,9	calmo	sereno		3
20 gen 16	10,8	39,8	calmo	sereno	ventoso	0
21 gen 16	11,2	40,1	calmo	sereno		1
22 gen 16	11,3	40,0	calmo	variabile		0
23 gen 16	11,2	39,8	poco mosso	variabile		2
09 feb 16	9,5	38,8	poco mosso	variabile		1
10 feb 16	9,9	39,3	calmo	pioggia		0
11 feb 16	10,2	39,9	calmo	variabile		1
12 feb 16	11,2	38,7	calmo	variabile		2
13 feb 16	10,1	37,7	calmo	variabile		0
14 feb 16	10,5	38,8	poco mosso	pioggia		0
15 feb 16	11,3	39,4	poco mosso	pioggia		2
04 mar 16	13,2	37,7	calmo	nuvoloso	pioggia	0
05 mar 16	13,1	38,8	calmo	nuvoloso	pioggia	2
06 mar 16	12,8	38,7	calmo	variabile		3
07 mar 16	13,2	38,8	calmo	variabile		2
08 mar 16	12,9	38,8	calmo	variabile		0
09 mar 16	12,8	38,7	calmo	variabile		0
10 mar 16	12,7	37,7	calmo	sereno		0

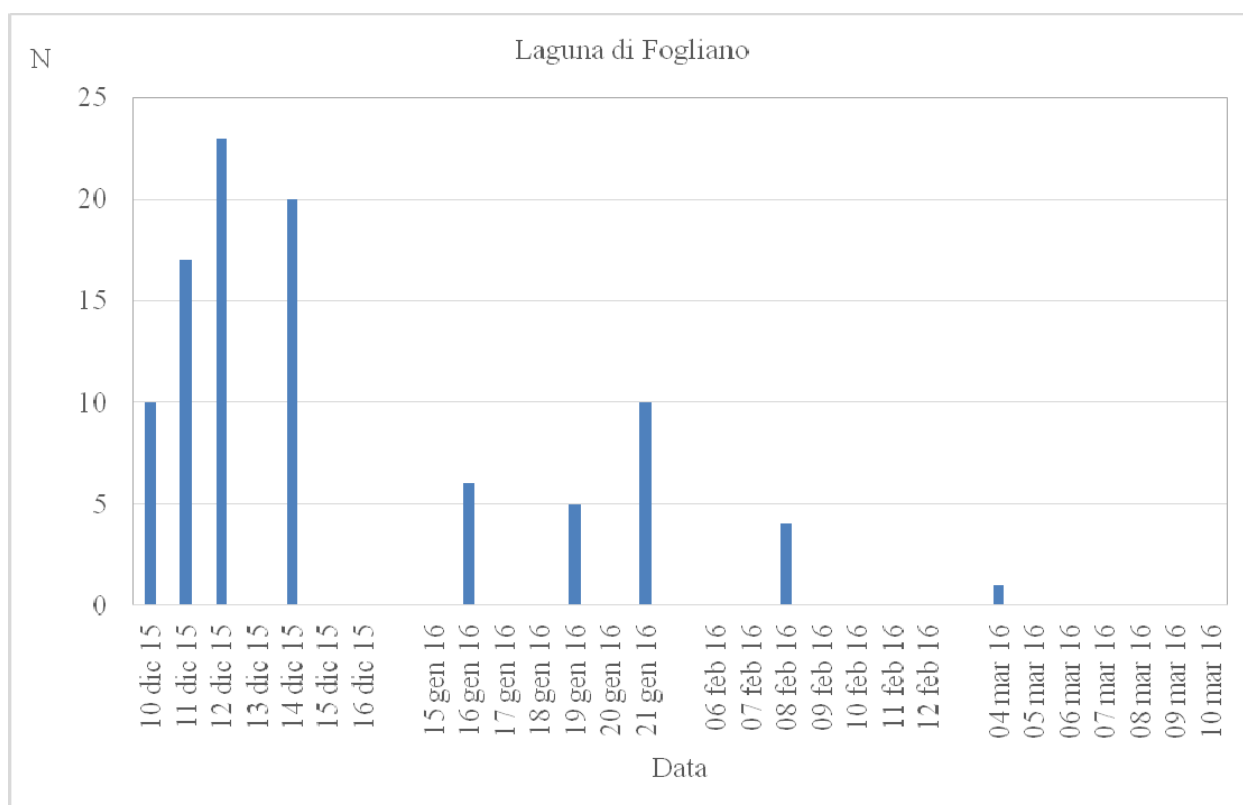


Figura 6 Monitoraggio del reclutamento stagione 2015-2016, Laguna di Fogliano (catture/rete/ giorno)

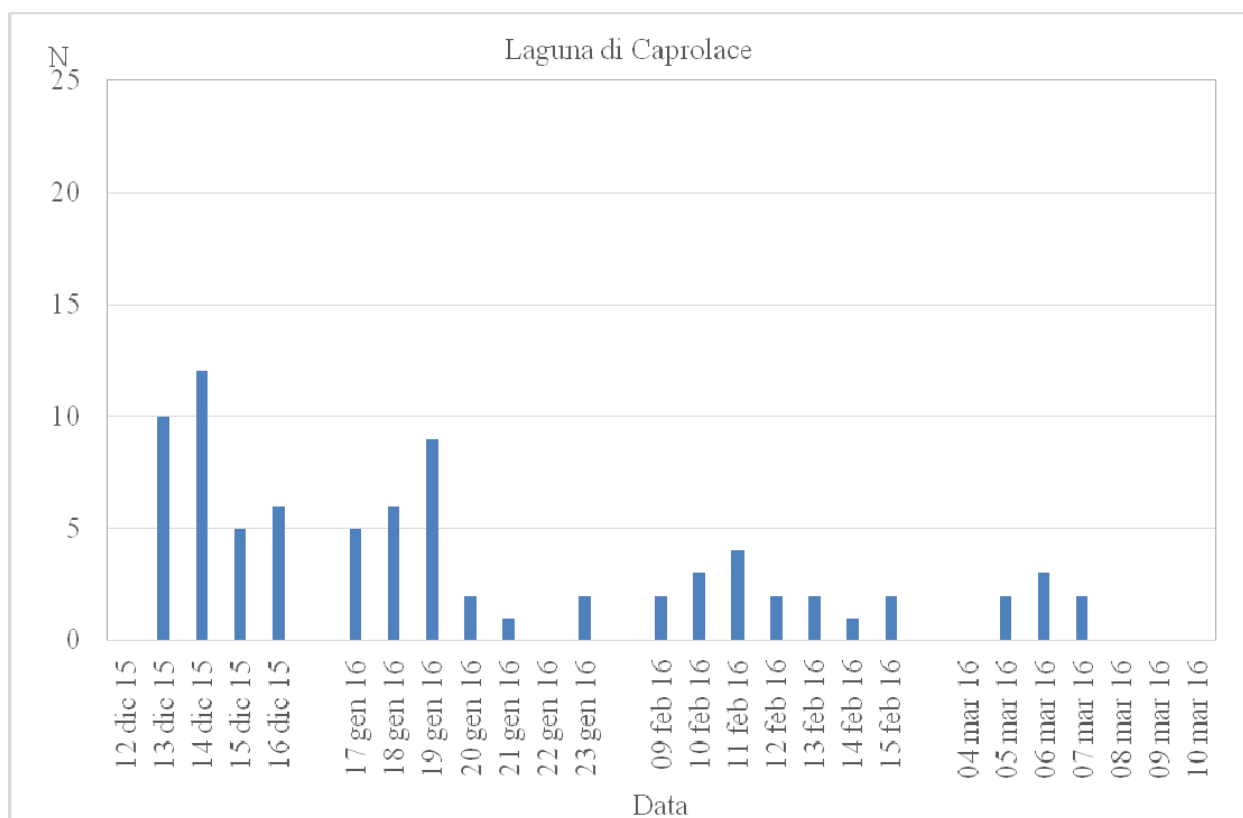


Figura 7 Monitoraggio del reclutamento stagione 2015-2016, Laguna di Caprolace (catture/rete/ giorno)

In ambedue i casi, dunque, da un punto di vista il monitoraggio ha fornito un risultato inaspettato, nel senso che non si sono mai osservate catture rilevanti, in nessuno dei due siti di rilevamento, ma solo presenze comunque intermittenti nonostante il fatto che il monitoraggio sia stato condotto con estrema scrupolosità. Tuttavia, ad una più attenta analisi il risultato non si discosta da quello dei monitoraggi condotti nelle stagioni precedenti, condotti per un arco di tempo più esteso nella stagione (ottobre-marzo) e con due reti installate. I risultati dei monitoraggi presso queste lagune, nelle stagioni passate e in quella appena trascorsa, trovano spiegazione probabilmente nel fatto che la dinamica di rimonta e colonizzazione in laguna potrebbe essere diversa rispetto a quella estuarina, e lo è anche in relazione ad un diverso richiamo che i canali lagunari esercitano rispetto ad una foce di fiume o canale d'acqua dolce. E' probabile cioè che la rimonta avvenga alla "spicciolata", con ingresso più modesti ma continui e protratti nel corso dell'intera stagione, che probabilmente si stende per un arco di tempo più lungo.

Indubbiamente, poi, tra siti ci saranno differenze legate a condizioni ambientali locali, che condizionano sia il richiamo, sia in modo diretto l'entrata in estuario e dunque l'entità delle catture o delle presenze. Quindi un contributo ulteriore che realmente permette di valutare l'evoluzione del fenomeno migratorio può venire dall'esame diretto delle ceche. Il descrittore più importante della dinamica della migrazione a livello degli individui è lo stadio di pigmentazione, in quanto il processo di pigmentogenesi, che avviene in concomitanza con la migrazione, è indicativo sia dell' "età" degli animali rispetto all'entrata in estuario, sia del loro successivo sviluppo.

Nella Tabella III sono riportati, unitamente alle catture, i risultati relativi all'esame dei campioni.

TABELLA III

Sito	Campagna	N. giorni	Catture totali (N)	Frequenza stadi	LT media
Fogliano	Dicembre	7	70	A: 100 %	61,19
	Gennaio	6	21	A: 62, B: 34, C: 4 %	60,58
	Febbraio	7	4	A: 25, B: 75 %	62,76
	Marzo	7	1	A: 100 %	64,28
Caprolace	Dicembre	5	13	A:76 B: 24 %	63,12
	Gennaio	7	12	A: 88, B: 22%	64,56
	Febbraio	7	6	A: 80, B:15, C: 5 %	65.78
	Marzo	7	7	A: 35, B: 60, C: 5 %	61.23

Dall'esame della pigmentazione si evidenzia che il campionamento di dicembre ha permesso di catturare animali appena entrati dal mare, in quanto in ambedue i siti gli animali osservati sono prevalentemente depigmentati (Fogliano) o ad uno stadio precoce di pigmentazione.

I campioni successivi, a scadenza mensile, distribuiti nell'arco dell'intero periodo di monitoraggio, sono costituiti in prevalenza da individui a stadio depigmentato (A, B), Non si osserva un incremento consistente della pigmentazione degli animali, probabilmente da ricondurre al fatto che le ceche tendono a spostarsi nella parte centrale della laguna e che nei campioni si rinvenivano sempre prevalentemente ceche di prima entrata. Tuttavia, tra febbraio e marzo a Caprolace si osservano anche campioni allo stadio successivo di pigmentazione (C), mentre l'unico individuo di Fogliano allo stadio A non permette di evidenziare se si tratti di un ulteriore picco di entrata.

Fase adulta, emigrazione

In questa sezione è riportato il risultato del monitoraggio rivolto alla fase adulta. Sono riportati in modo congiunto i risultati relativi allo stadio in accrescimento (anguilla gialla), e allo stadio pre-riproduttivo in emigrazione (anguilla argentina), sebbene si tratti di due stadi diversi per la stagionalità dei movimenti e le dinamiche comportamentali. In effetti la finalità del monitoraggio è un po' diversa per i due stadi, e sostanzialmente diversa dovrebbe essere l'impostazione della strategia di campionamento.

Per l'anguilla gialla la finalità è quella di avere informazioni sulle dinamiche di colonizzazione e sedentarizzazione dello stadio sub-adulto, e per condurre valutazioni di parametri di popolazione a livello locale, anche per stabilire se vi sono squilibri e disfunzioni alla scala del bacino idrografico (Adam et al., 2008).

Il monitoraggio delle anguille in emigrazione è importante in quanto questo stadio è quello più interessato dalle variazioni di produzione a livello dei singoli stock locali, che influenzano la emigrazione dai bacini idrografici corrispondenti, da un anno all'altro. Inoltre questo stadio è direttamente interessato dalle misure di gestione, che dovrebbero o dovranno tradursi in un aumento del tasso di fuoriuscita delle anguille argentine dai singoli bacini, che andrebbe così a contribuire allo stock di riproduttori a livello globale.

La metodologia di monitoraggio che, per l'impegno economico a disposizione e per la situazione logistica e organizzativa esistente *in loco*, è stata adottata è una metodologia stratificata che consente di monitorare la presenza degli stadi dell'anguilla adulta nei vari momenti della stagione, e di paragonare la situazione tra i due laghi.

Nelle figure 5 e 6 sono riportati i risultati del monitoraggio, ovvero le catture/giorno riscontrate nelle 4 campagne mensili, espresse rispettivamente come numero di individui e come peso complessivo, a Fogliano e a Caprolace.

Le presenze di anguilla sono più cospicue a Fogliano che a Caprolace, risultato solo in parte dovuto al fatto che a Caprolace le catture provengono da 4 stazioni (4 reti) e a Caprolace da 2. Tra i due laghi, Fogliano è quello che ha sempre mostrato rendimenti migliori, per la pesca di anguille (Fusari et al., 2006), e comunque condizioni più idonee all'accrescimento di questa specie, mentre Caprolace si presenta come una laguna più marinizzata.

Nella Tabella IV sono riportate le catture rilevate separatamente per le singole stazioni di monitoraggio presso il lago di Fogliano, e nella Tabella V quelle relative al lago di Caprolace.

Pur non essendovi differenze statisticamente significative tra stazioni, nelle maggior parte dei casi le catture più rilevanti sono state effettuate in prossimità del canale di marea, sia a Fogliano che a Caprolace.

Ciò stupisce, tuttavia, in quanto le anguille catturate non sono mai allo stadio di argentina, ovvero anguille allo stadio pre-riproduttivo in emigrazione verso il mare, come era atteso, ma sempre anguille gialle allo stadio sedentario. Fa eccezione un caso singolo di anguilla argentina catturata a Fogliano presso la stazione di Rio Martino in dicembre e un'altra cattura sporadica a Caprolace in gennaio.

In effetti la smontata, ovvero la fuoriuscita di anguille argentine da fiumi e lagune per portarsi in mare e intraprendere la migrazione riproduttiva in oceano, avviene, in area Mediterranea, tra novembre e dicembre, ma inizia molto spesso già a fine ottobre, in coincidenza con le prime precipitazioni autunnali. Questa specie, infatti, spesso mostra una maggiore attività in coincidenza con l'arrivo di perturbazioni. Può darsi quindi che il fatto che il monitoraggio avviato con ritardo, in dicembre, non abbia permesso di intercettare il passaggio di una parte delle anguille argentine in fuoriuscita dalle lagune.

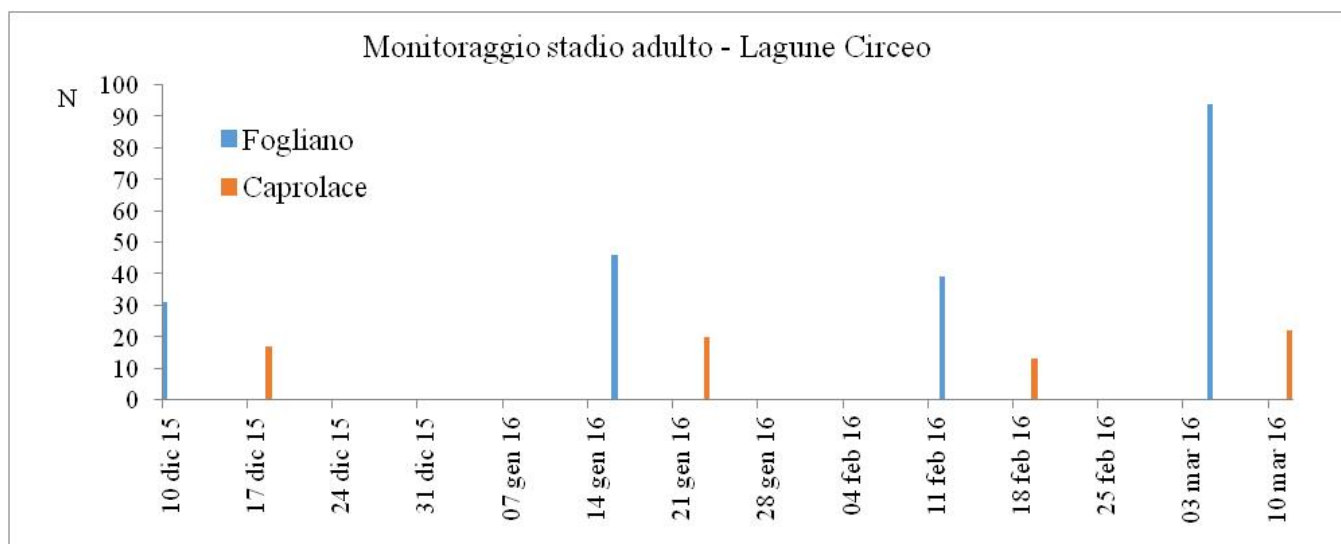


Figura 8 Monitoraggio dello stadio adulto stagione 2015-2016, Lagune di Fogliano e Caprolace (individui /giorno)

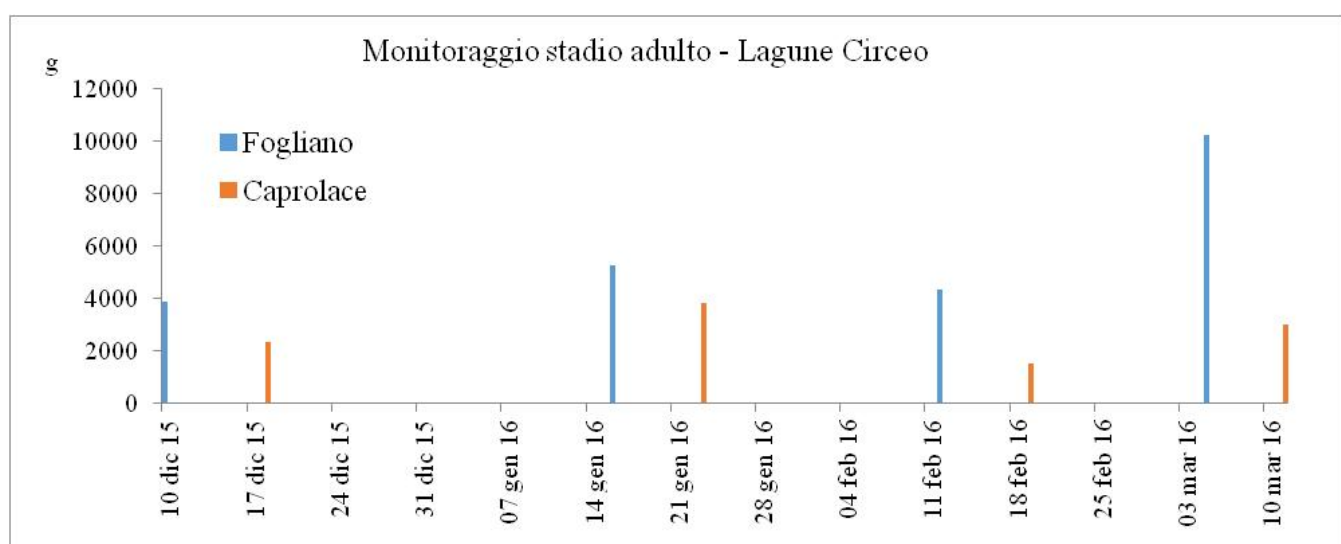


Figura 9 Monitoraggio dello stadio adulto stagione 2015-2016, Lagune di Fogliano e Caprolace (grammi /giorno)

TABELLA IV

Monitoraggio adulte - Stagione 2015-2016						
Laguna di Fogliano						
Campagna	Stazione	Catture totali (N)	Catture totali (P, g)	Stadio (Gialla, Arg)	LT media (cm)	P medio (g)
10 dic 15	Foce del Duca	6	84	G: 100 %	50,75	216,17
	Capo Portiere	18	3157	G: 100 %	46,58	175,39
	Rio Martino	4	510	G: 90, A: 10 %	42,25	127,5
	Cicerchia	3	99	G: 100 %	61	61,00
16 gen 16	Foce del Duca	24	2818	G: 100 %	40,58	50,00
	Capo Portiere	9	1024	G: 100 %	35,00	113,78
	Rio Martino	2	247	G: 100 %	47,75	123,50
	Cicerchia	11	1150	G: 100 %	39,78	113,78
12 feb 16	Foce del Duca	22	1883	G: 100 %	35,83	85,59
	Capo Portiere	7	899	G: 100 %	40,71	128,43
	Rio Martino	7	1103	G: 100 %	46,00	157,57
	Cicerchia	3	411	G: 100 %	40,33	137,00
05 mar 16	Foce del Duca	50	4483	G: 100 %	38,74	89,66
	Capo Portiere	8	1226	G: 100 %	45,06	153,25
	Rio Martino	23	2317	G: 100 %	39,83	100,74
	Cicerchia	13	2209	G: 100 %	50,08	169,92

TABELLA V

Monitoraggio adulte - Stagione 2015-2016						
Laguna di Caprolace						
Campagna	Stazione	Catture totali (N)	Catture totali (P, g)	Stadio (Gialla, Arg)	LT media (cm)	P medio (g)
18 dic 15	Foce	14	2012	G: 100 %	39,81	143,71
	Interno	3	319	G: 100 %	37,89	106,33
23 gen 16	Foce	11	1972	G: 65, A: 35 %	49,61	179,27
	Interno	9	1810	G: 100 %	51,31	201,11
19 feb 16	Foce	7	688	G: 100 %	34,92	98,35
	Interno	6	793	G: 100 %	41,61	131,32
11 mar 16	Foce	9	1007	G: 100 %	39,23	111,89
	Interno	13	1992	G: 100 %	48,23	153,25

Tuttavia, è più probabile che in quest'annata 2015-2016 il particolare andamento climatico, con temperature superiori alla media in novembre e dicembre, e poi ancora in gennaio e febbraio, abbia condizionato in qualche modo i movimenti migratori di questi pesci. In effetti le catture in percentuali prossime al 100 % di anguille allo stadio di gialla anche nei mesi più centrali dell'inverno, indicano che i movimenti di natura trofica delle anguille sub-adulte non si sono mai interrotti, come invece di solito accade in coincidenza con le basse temperature, sia in laguna che in ambienti fluviali. Del resto nel corso dell'intero periodo di monitoraggio le temperature non sono mai scese al di sotto dei 10 °C, né a Fogliano né a Caprolace.

Per quanto riguarda le biomasse catturate, contrariamente alle attese non si osservano differenze sostanziali tra Fogliano (range 0,9-2,5 kg/rete/giorno) e Caprolace (1,4-2,9 kg/rete/giorno). Anche le taglie degli animali non ostrano sostanziali differenze, sono comprese tra 35,0 e 50,08 cm a Fogliano, e 34,92 51,31 cm a Caprolace, senza differenze statisticamente significative né tra stazioni all'interno di ciascun lago né tra laghi.

Conclusioni

Il monitoraggio degli stock locali di anguilla condotto presso i laghi costieri di Fogliano e Caprolace (Parco Nazionale del Circeo) nella stagione 2015-2016 ha permesso di ottenere informazioni concernenti il reclutamento delle ceche alle due lagune, la presenza e i movimenti dello stadio in accrescimento (anguilla gialla) e l'emigrazione delle anguille argentine. La stagione considerata ha presentato alcune peculiarità, e vanno fatte pertanto alcune premesse importanti che riguardano sia la situazione meteo-climatica che si è verificata sia la tempistica del monitoraggio.

L'andamento climatico di questo anno è stato senza dubbio anomalo, con temperature dell'aria in novembre e dicembre molto superiori alla norma stagionale, in Italia e in Europa e in tutto l'emisfero Nord, situazione che si è protratta anche in gennaio e febbraio. Le previsioni per il 2016 erano quelle di un anno anomalo, (Mc Phaden 2016, NOAA, 2016), con conseguenze a tutti i livelli, e questo si sta già verificando in molte aree del globo.

Le cause sono attribuite in parte ai cambiamenti climatici a livello globale, e in parte al fenomeno naturale chiamato ENSO (El Niño Southern Oscillation), che nel 2015 si è manifestato con forza particolare, comportando drastiche conseguenze sul clima in varie parti del pianeta, compresa l'Europa settentrionale.

La seconda premessa riguarda la tempistica del monitoraggio. Questo è iniziato in dicembre per esigenze contrattuali, e quindi non ha contemplato rilevamenti nei mesi di ottobre e novembre, due mesi cruciali per l'osservazione di reclutamento e emigrazione, la cui stagionalità si estende appunto per tutto l'autunno e l'inverno. La dinamica intra-stagionale specifica dipende poi da fattori specifici, già menzionati nelle sezioni precedenti. Il primo e più importante è senza dubbio il fattore termico: nel caso del reclutamento è importante la differenza di temperatura tra mare e laguna, che induce la scelta di entrare in laguna da parte delle ceche appena metamorfosate (Leone et al., 2016). Nel caso delle argentine il raggiungimento di una soglia di temperatura sufficientemente bassa è importante, ma sono importanti anche eventi meteorologici, in particolare perturbazioni e precipitazioni, che determinano spostamenti degli animali entro la laguna, anche se poi in ultima analisi sono fattori interni quelli che innescano i comportamenti migratori.

Queste due premesse devono essere tenute in conto nell'interpretazione dei risultati, in quanto ambedue hanno certamente influenzato i risultati osservati, che forniscono una visione solo parziale di come sono andati reclutamento ed emigrazione nel corso della stagione 2015-2016 presso i due laghi.

Per quanto concerne il *reclutamento*, è stato possibile osservare rimonta di ceche per tutto il periodo, tra dicembre e marzo, in ambedue le lagune. Le presenze, che ad un primo esame appaiono esigue, sono in realtà del tutto congruenti con le catture osservate in monitoraggi e studi condotti in anni precedenti. Le catture per unità di sforzo, espresse come numero di individui/rete/giorno, sono infatti sempre dell'ordine di decine di individui nei momenti di massima rimonta nella stagione, e di poche unità negli altri momenti, verso la fine della stagione. A Fogliano, a dicembre e fino a marzo, l'esame dei descrittori morfo-ecologici degli individui dimostra che si tratta di individui appena entrati dal mare, a Caprolace almeno a marzo sono presenti soggetti a stadio di sviluppo più avanzato.

E' probabile che nell'ambito di questa stagione, il picco di reclutamento sia avvenuto, in ambedue i laghi, prima dell'inizio del monitoraggio, tra ottobre e novembre al primo verificarsi di una significativa differenza di temperatura tra mare e laguna.

Una importante conferma verrebbe, o meglio verrà, dal confronto con quanto osservato con il monitoraggio condotti presso gli altri osservatori della regione Lazio. A questo proposito, è rilevante osservare che i monitoraggi in più siti hanno senso se è lo stesso operatore scientifico a condurli, in quanto un aspetto importantissimo è il confronto su base comparativa dei risultati conseguiti tra siti: solo così si può avere un quadro integrato, ad esempio interpretando correttamente il ruolo dell'andamento climatico anomalo nella stagione, o dinamiche intrastagionali sito-specifiche.

Il risultato del monitoraggio per questa stagione 2015-2016 presso le lagune del Circeo conferma l'importanza di condurre i monitoraggi in modo esteso per tutto l'arco della stagione di rimonta, sia alla scala spaziale che alla scala temporale. Per la scala spaziale, è importante che siano scelti più siti, ascrivibili a tipologie di habitat diverse, che per la regione Lazio sono già stati identificati (Lagune del Circeo, in particolare Fogliano, estuario del Tevere, foce del fiume Marta). Per tali siti, si deve mantenere la serie storica, e sarà quindi importante mantenere la continuità dei monitoraggi nel tempo.

Per avere, tuttavia, dati rappresentativi del reale andamento stagionale del reclutamento annuale, sarebbe importante riuscire a condurre il monitoraggio con una griglia temporale più fitta, in quanto con il monitoraggio su base mensile, anche con una settimana di monitoraggio nel mese, può sfuggire il flusso di reclutamento delle ceche in entrata, che può avvenire in maniera discontinua in determinati momenti.

Per l'ambiente lagunare, infine, potrebbe essere utile un metodo di monitoraggio che anziché usare reti, usa substrati lasciati *in situ*, del tipo di quelli descritti da Leone et al. 2106, che permettono di esaminare non solo il reclutamento ma anche le dinamiche di colonizzazione e sedentarizzazione, attraverso l'esame più dettagliato degli stadi di sviluppo degli animali che si ritrovano nelle catture. L'ideale è la combinazione tra i due metodi di monitoraggio usati, in siti di tipologia diversa, basati sul monitoraggio di realtà di pesca laddove questa è ancora presente o impostate con metodi analoghi alla pesca (quindi di tipo fishery-dependent) in ambiente fluviale, e basati sull'uso di dispositivi fissi in laguna.

Non va dimenticato che la finalità più importante che sottende al monitoraggio del reclutamento riguarda l'esigenza di disporre di un dato affidabile sulla rimonta di ceche, in quanto l'arrivo di giovanili dal mare costituisce l'indicazione più significativa della ripresa o meno dello stato dello stock della specie a livello globale, obiettivo generale di tutte le azioni che riguardano la specie *Anguilla anguilla* e che sono inquadrati nell'ambito delle necessità imposte dal Regolamento 1100/2007, che impone misure per il ripristino dello stato dello stock. Una metodologia che permetta di cogliere l'aspetto qualitativo del fenomeno della rimonta costituisce un punto di riferimento importante per costruire un monitoraggio di lungo termine. Un monitoraggio del reclutamento su base continuativa, inoltre, costituisce lo strumento indispensabile per gestire la risorsa su base locale, in quanto può dare indicazioni sul verificarsi di ulteriori decrementi del reclutamento, oppure eventi di interruzione o problemi di altro tipo. Allo stesso tempo, questo potrà contribuire a comprendere se vi siano o meno segnali di ripresa dello stock a livello locale, che potranno riflettere a loro volta una ripresa o meno dello stock globale di anguilla.

Nel caso del monitoraggio condotto sullo stadio adulto, invece, è stato possibile osservare la presenza dello stadio di anguille in accrescimento per tutta la durata del periodo di osservazione, mentre non è stato intercettato in alcun momento il flusso in uscita delle anguille argentine.

Le catture di adulte, non abbondanti né a Fogliano né a Caprolace, sono state sempre composte per la (quasi) totalità da anguille in accrescimento.

Non è possibile dire, sulla base di questo monitoraggio, se l'emigrazione delle argentine si è verificata precocemente nella stagione 2015-16, perché i rilevamenti sono iniziati in dicembre. Certo è che in dicembre, e di solito anche a gennaio, le argentine sono ancora in movimento in ambiente lagunare, dove le catture sono di solito costituite per lo più proprio da questo stadio. L'assenza completa di riproduttori fa propendere per l'ipotesi di una anomalia del comportamento migratorio, con una possibile interruzione del comportamento migratorio dovuta alla peculiare situazione meteo-climatica a cui si è accennato sopra.

Questa ipotesi è del resto confermata da risultati preliminari del progetto *"Valutazione della capacità restituiva degli ambienti lagunari a sostegno di stock ittici locali costieri: aspetti quantitativi e qualitativi nei siti pilota dei laghi costieri di Fogliano e Caprolace (Parco Nazionale del Circeo, Lazio)."* (Ricerca condotta da Dipartimento di Biologia Università Tor Vergata e da CREA, su finanziamento del Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali - Direzione Generale della Pesca e dell'Acquacoltura). Questo progetto ha previsto, per la stagione 2015-16, un monitoraggio in continuo del passaggio di pesci presso il canale di marea della laguna di Fogliano, per effettuare una stima, attraverso metodi diretti automatizzati di video-acquisizione acustica, della biomassa delle principali tipologie di specie ittiche eurialine in uscita/entrata dalla laguna stessa. Nonostante l'impegno in termini di giorni di osservazione, oltre 15 giorni al mese da settembre a marzo, i

risultati preliminari hanno mostrato che per questa stagione la fuoriuscita di riproduttori di specie ittiche eurialine, anguilla compresa, è stata praticamente nulla (Ciccotti e Capoccioni, com. pers.).

Anche per l'anguilla adulta allo stadio di argentea, dunque, sarà molto importante il confronto comparativo con quanto si è verificato negli altri siti del Lazio interessati dal monitoraggio. Questo risultato inatteso di una assenza, interruzione o riduzione dell'emigrazione di anguilla dai laghi di Fogliano e Caprolace per la stagione considerata conferma quanto già detto per il reclutamento, ovvero che è importante condurre il monitoraggio ad una scala temporale adeguata. Le osservazioni dovranno essere condotte alla scala più ravvicinata, anche giornaliera, nell'ambito della stagione di smontata, per non perdere l'informazione, in quanto l'informazione, in quanto l'emigrazione può avvenire in picchi in coincidenza con eventi meteo-climatici momentanei come perturbazioni o piogge. Sarà quindi necessario, per il monitoraggio dell'emigrazione, uno sforzo di indagine ulteriore, per acquisire una base di dati più consistente riguardo alla biomassa di riproduttori emigranti dai singoli bacini. Del resto, la biomassa di anguille argentine è il parametro direttamente interessato dalle misure di gestione, e dunque deve essere oggetto prioritario di valutazione.

Bibliografia

Aalto, E., Capoccioni, F., Terradez Mas, J., Schiavina, M., Leone, C., De Leo, G., Ciccotti, E. 2015. Quantifying 60 Years Of Declining European Eel (*Anguilla Anguilla* L., 1758) Fishery Yields In Mediterranean Coastal Lagoons. *Ices Journal Of Marine Science*.

Arribas, C., Fernández-Delgado, C., Oliva-Paterna, F. J. And Drake, P, 2012. Oceanic And Local Environmental Conditions As Forcing Mechanisms Of The Glass Eel Recruitment To The Southernmost European Estuary. *Estuarine, Coastal And Shelf Science*, 107, 46-57.

Bevacqua, D., G. De Leo, M. Gatto, and P. Melià. (2008) Size selectivity of fyke nets for European eel *Anguilla anguilla*. *Journal of Fish Biology*, 74:2178-2186.

Bevacqua, D., Melià, P., Crivelli, A.J., De Leo, G.A. and Gatto, M. (2006) Timing and rate of sexual maturation of European eel in brackish and freshwater environments. *Journal of Fish Biology*, 69 supp C:200–208.

Bevacqua, D., P. Melià, A. Crivelli, M. Gatto, and G. De Leo. (2007) Multi-objective assessment of conservation measures for the European eel (*Anguilla anguilla*): an application to the Camargue lagoons. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 64:1483- 1490.

Bilotta, G. S., Sibley, P., Hateley, J., & Don, a. (2011). The decline of the European eel *Anguilla anguilla*: quantifying and managing escapement to support conservation. *Journal of fishbiology*, 78(1), 23–38.

Bono P, 1985. Seminario informativo sui risultati del Progetto “Laghi Costieri”. Amministrazione Provinciale di Latina – università La Sapienza di Roma, 1, 157 pp.

Bouvet, J.C., Prouzet, P., Bru, N., de Casamajor, M.N., Lissardy, M. and Sanchez, F. (2006) Quantification de la biomasse saisoniere de civelles (*Anguilla anguilla*) dans l'estuaire de l'Adouret estimation du taux d'exploitation saisonnier de la peche professionnelle au tamis pousse'.

Caillart, B. & Morize, A., 1991 - Potentiel halieutique d'un atoll de l'archipel des Tuamotu (Polynésie française): méthodologie d'étude. In: Durand J. R., Lemoalle J., Weber J., La recherche face la peche artisanale, Symp. Int. Orstom-Ifremer, Montpellier, 1989.

Cataudella S., Franzoi P., Mazzola A. e Rossi R., 1999 – Pesca del novellame da allevamento: valutazione di una attività e sue prospettive. In: La pesca del novellame, Laguna (suppl.) 6/99: 129-135.

CE 2007. European Council Regulation Ec No 1100/2007 Of 18 September 2007 Establishing Measures For The Recovery Of The Stock Of European Eel. Official Journal Of The European Union L248/17-23 Of 22.9.2007.

Ciccotti E, Busilacchi S & S. Cataudella , 2000. Eel, *Anguilla anguilla* (L.), in Italy: recruitment, fisheries and aquaculture. Dana, 12: 7-15

Ciccotti, E. and Poole, R., 2015. Towards a stock-wide assessment of the European eel: status of the advise and of the management framework in Europe, and evidence for the need of a contribution from the Mediterranean area. In Mediterranean coastal lagoons: sustainable management and interactions among aquaculture, capture fisheries and environment. Eds. General Fisheries Commission for the Mediterranean. Studies and Reviews N. 95. Rome, FAO. 2014. 288 pp.

Ciccotti, E., 2002. Monitoring of glass eel recruitment in Italy. In: Monitoring of glass eel recruitment, W. Dekker ed., Netherlands Institute of Fisheries research, Ijmuiden, The Netherlands, report C007/02 WD: 227-236.

Ciccotti, E., Ricci T., Scardi M., Fresi E. And Cataudella S., 1995. Intraseasonal Characterization Of Glass Eel Migration In The River Tiber: Space And Time Dynamics. Journal Of Fish Biology, 47, 248–255.

Commission of the European Communities, 2003. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. Development of a Community Action Plan for the Management of European Eel. COM (2003) 573 Final, 15 pp.

Crivelli, A.J., Auphan, N., Chauvelon, P., Sandoz, A., Menella, J.Y. And Poizat, G., 2008. Glass Eel Recruitment, *Anguilla Anguilla* L., In A Mediterranean Lagoon Assessed By A Glass Eel Trap: Factors Explaining The Catches. Hydrobiologia 602, 79–86.

Dannewitz, J., Maes, G-E., Johansson, L, Wickström, H, Volckaert, F.,A., M. and T. Järvi. 2005. Panmixia in the European eel: a matter of time Proc. R. Soc. London Ser. B.

Davoust, O., Elie, P., Fontenelle, G., 1981 - Mise au point d'une méthode d'analyse des captures de civelles d'*Anguilla anguilla* L. dans les estuaries de la Loire et de la Villaine. CIEM, CM 1981/M: 34, 9 pp.

de Casamajor, M.N., Bru, N. and Prouzet, P. (1999) Influence de la luminosité nocturne et de la turbidité sur le comportement vertical de migration de la civelle d'anguille (*Anguilla anguilla* L.) dans l'estuaire de l'Adour. Bull.Fr. Pe che Piscic 355:327–347.

Dekker, W. 2003. Did lack of spawners cause the collapse of the European eel, *Anguilla anguilla*? Fisheries Management and Ecology, 10: 365–376.

Dekker, W. 2003. On the distribution of the European eel (*Anguilla anguilla*) and its fisheries. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 60: 787–799.

Desaunay Y, Guérault D (1997) Seasonal and long-term changes in biometrics of eel larvae: a possible relationship between recruitment variation and North Atlantic ecosystem productivity. J Fish Biol 51:317–339.

Desaunay, Y., Gerault, D., Bellois P., (1987). Dynamique de la migration anadrome de la civelle (*Anguilla anguilla*) dans l'estuaire de la Loire: rôle des facteurs climatiques vis-à-vis de la pêche et du recrutement. Cons. Int. Explor. Mer CM 1987/M: 18, 22PP.

- Domingos, I.M., 1992. Fluctuation of glass eel migration in the Mondego Estuary (Portugal) in 1988 and 1989. Irish Fisheries Investigation, Series A 36, 1-4.
- Elie, P. And Rochard E., 1994. Migration Des Civelles D'anguilles *Anguilla Anguilla* L. Dans Les Estuaires, Modalities Du Phenomene Et Caracteristiques Des Individus. Bulletin Francais De Peche Et De Pisciculture, 335, 81-98.
- Elliot, M. And Hemingway, K.L., 2002. Fishes In Estuaries. Blackwell Science.
- Feunteun E., 2002. Management and restoration of European eel population (*Anguilla anguilla*): An impossible bargain. Ecological Engineering, 18: 575-591.
- Fusari, A., Cecchetti, M., De Angelis, P. (2006). La Pesca Nei Laghi Costieri: Aspetti Storici E Situazione Attuale. In: Zerunian S. (Ed.), Pesci E Pesca Nei Laghi Costieri. Ufficio Territoriale Per La Biodiversità Di Fogliano – Parco Nazionale Del Circeo, Pp. 89-104.
- Gandolfi, G., M. Pesaro And P. Tongiorgi. 1984. Environmental Factors Affecting The Ascent Of Elvers *Anguilla Anguilla* (L.), Into The Arno River. Oebalia 10: 17-35.
- Gascuel, D., (1987). Captures, C.P.U.E., abundances et dynamique de migration des civelles, dans l'estuaire de la Sèvre Niortaise: 1961-1983 - FAO/EIFAC Working Party on Eel, Bristol 1986, 12 pp.
- Gascuel, D., 1986. Flow Carried And Active Swimming Migration Of The Glass Eel (*Anguilla Anguilla*) In The Tidal Area Of A Small Estuary On The French Atlantic Coast. Helgolander Meeresunters, 40, 321-326.
- Gascuel, D., Feunteun, E., Fontenelle, G., 1995 - Seasonal dynamics of estuarine migration in glass eels (*Anguilla anguilla*). Aquat. Living Resour., 8: 123-133.
- Guerault, D., Beillois, P., Desaunay, Y., Dorel, 1985 - Variation de l'abondance de la civelle au travers des donnees de production - secteurs Loire et Vilaine. Cons. Int. Explor. Mer, CM 1985/M: 26.
- Harrison, A. J., Walker, A. M., Pinder, A. C., Briand, C., And Aprahamian, M. W., 2014. A Review Of Glass Eel Migratory Behaviour, Sampling Techniques And Abundance Estimates In Estuaries: Implications For Assessing Recruitment, Local Production And Exploitation. Reviews In Fish Biology And Fisheries, 1-17.
- Hickman, R. A. (1981). Densities and swimbladder development of juvenile American eels *Anguilla rostrata* (Le Sueur) as related to energetics of migration. Journal of Fish Biology 18, 507-517.
- ICES, 1999 - Report of the eleventh session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eel, Silkeborg, Denmark, 20-24 september 1999. ICES CM 2000/ACFM 6, 28 pp.
- ICES, 2001. Report of the ICES/EIFAC Working Group on Eels. ICES C.M. 2002/ACFM:03.
- ICES, 2002. Report of the ICES/EIFAC Working Group on Eels. ICES C.M. 2003/ACFM:06.
- Jellyman, D. J., And Lambert, P.W., 2003. Factors Affecting Recruitment Of Glass Eels Into The Grey River, New Zealand. Journal Of Fish Biology, 635, 1067-1079.
- Jellyman, D.J., Ryan, C.M., 1983. Seasonal migration of elvers (*Anguilla* spp.) into lake Pounui, New Zealand, 1974e1978. New Zealand Journal of Marine and Fresh- water Research 17, 1-15.
- Lambert, P., 1994 - Synthèse des concepts de modélisation du phénomène de migration des civelles d'*Anguilla anguilla* (L., 1758) en estuaire. Bull. F. Pêche Piscic., 335: 99-110.

- Lecomte-Finiger, R. And Razouls, C., 1981. Influence Des Facteurs Hydrologiques Et Météorologiques Sur La Migration Anadrome Des Civelles Dans Le Golfe Du Lion. Cahiers Du Laboratoire Ed'hydrobiologie De Montereau 12, 13-16.
- Lecomte-Finiger, R., 1977. Homogénéité du stock de Civelles. Vie Milieu 27, 411-423.
- Leone, C., Zucchetta, M., Capoccioni, F., Gravina, M. F., Franzoi, P., Ciccotti, E. 2016. Stage-Specific Distribution Models Can Predict Eel (*Anguilla Anguilla*) Occurrence During Settlement In Coastal Lagoons. Estuarine, Coastal And Shelf Science 170.
- Manzo, C., Lupini, G., Gravina, M.F., Ciccotti, E. (2006). Relazioni Trofiche Tra Le Specie Ittiche Residenti In Tre Laghi Costieri Del Parco Nazionale Del Circeo. In: Zerunian S. (Ed.), Pesci E Pesca Nei Laghi Costieri. Ufficio Territoriale Per La Biodiversità Di Fogliano – Parco Nazionale Del Circeo, Pp. 167-190.
- Manzo, C., Scalchi, E., Fusari, A., Ciccotti, E. (2006). Struttura E Dinamiche Spazio- Temporali Delle Comunità Ittiche Di Due Laghi Costieri Del Parco Nazionale Del Circeo. In: Zerunian S. (Ed.), Pesci E Pesca Nei Laghi Costieri. Ufficio Territoriale Per La Biodiversità Di Fogliano – Parco Nazionale Del Circeo, Pp. 143-165.
- McCleave, J.D. & G.S Wippelhauser. 1987. Behavioural aspects of selective tidal stream transport in juvenile American eels. Amer. Fish. Soc. Symp. 1: 138–150.
- Moriarty C. & Dekker W., 1997 - Managemento of the European eel. Fisheries Bulletin, Ireland, 110 pp.
- Moriarty, C., 1996. The European eel fishery in 1993 and 1994. First report of a working group funded by the Europea Union Concerted Action AIR A94-1939. Fisheries Bulletin (Dublin), 14, 52 pp.
- Pettine M., Puddu A., La Noce T. & Pagnotta R., 1987 - Behaviour of organic carbon and nutrients in estuarine waters of the Tiber River. SCOPE/UNEP Sonderband, 64: 407-416.
- Prouzet (2003) Historique des captures de civelles, intensité' actuelle de leur exploitation, variation de leur capturabilité' par la pêche professionnelle maritime et indices de colonisation sur le bassin versant de l'Adour.
- FEP 2007/2013 Reg. (CE) n. 1198/2006. "Misure per la tutela ed il recupero della risorsa anguilla (*Anguilla anguilla*) nella Regione Lazio" (3/BA/12-LA) 2016 - Misura 3.2 "Misure intese a preservare e sviluppare la fauna e la flora acquatiche".
- FEP 2007/2013 Reg. (CE) n. 1198/2006. "Misure per la tutela ed il recupero della risorsa anguilla (*Anguilla anguilla*) nella Regione Toscana" 2016 - Misura 3.2 "Misure intese a preservare e sviluppare la fauna e la flora acquatiche".
- Rossi R., Cataudella S., Ciccotti E., Franzoi P., Maio G., Pellizzato M. Trisolini R., 2000. Valutazione degli stock naturali di pesce novello destinabili all'allevamento. Ministero per le Politiche Agricole e Forestali, IV Piano Triennale della Pesca e dell'Acquacoltura.
- Schiavina, M., Bevacqua, D., Melia, P., Crivelli, A. J., Gatto, M., & De Leo, G. A. (2015). A User-Friendly Tool To Assess Management Plans For European Eel Fishery And Conservation. *Environmental Modelling & Software*, 64, 9-17.
- Sorensen, P.W. And Bianchini M.L., 1986. Environmental Correlates Of The Freshwater Migration Of Elvers Of The American Eel In A Rhode Island Brook. Transactions Of The American Fisheries Society, 1152, 258-268.

Sullivan, M.C., Wuenschel, M.J. And Able, K.W., 2009. Inter- And Intra-Estuary Variability In Ingress, Condition And Settlement Of The American Eel *Anguilla Rostrata*: Implications For Estimating And Understanding Recruitment. *Journal Of Fish Biology*, 74, 1949–1969.

Tesch, F.W. 2003. *The Eel*. Blackwell Science.

Trancart, T., Lambert, P., Daverat, F. And Rochard, E., 2014. From Selective Tidal Transport To Counter-Current Swimming During Watershed Colonisation: An Impossible Step For Young-Of-The-Year Catadromous Fish? *Knowledge And Management Of Aquatic Ecosystems*, 412, 04.

Wirth T. & L. Bernatchez (2000) Genetic evidence against panmixia in the European eel. *Nature*, 409: 1037-1040.

Zompola, S., Katselis, G., Koutsikopoulos, C. And Cladas, Y., 2008. Temporal Patterns Of Glass Eel Migration *Anguilla Anguilla* L. 1758 In Relation To Environmental Factors In The Western Greek Inland Waters. *Estuarine, Coastal And Shelf Science*, 80, 330-338.

ALLEGATO

*PROPOSTA DI MONITORAGGIO SPECIFICO PER IL PIANO REGIONALE
ANGUILLA – REGIONE LAZIO*

- ***Anguilla anguilla*** (Linnaeus, 1758)
(Anguilla Europea)



(Foto archivio LESA – Univ. Roma “Tor Vergata”)

Classificazione: Classe Actinopterygii - Ordine Anguilliformes - Famiglia Anguillidae

Categorie IUCN Italia (2013): CR Globale (2009): CR
CITES – Appendice II Reg. 338/97 CE – Allegato B Convenzione di Washington sul commercio internazionale delle specie di fauna e flora selvatiche minacciate di estinzione
EU Reg. CE 1100/2007 che istituisce misure per la ricostituzione dello stock di anguilla europea

Il Regolamento 1100/2007/CE è finalizzato al ripristino dello stock globale dell'anguilla europea. Il Regolamento ha imposto agli Stati Membri che vogliano continuare lo sfruttamento della specie stock attraverso le attività di pesca, l'adozione di piani di gestione nazionali, che prevedano misure specifiche di tutela tese al sostegno e alla ricostituzione degli stock a livello locale. L'obiettivo comune a tutti i piani è consentire una quota minima di emigrazione (ridiscesa al mare) delle anguille argentine, in termini di biomassa, pari almeno al 40% del livello pristino di emigrazione, ovvero quello prossimo allo stato originario dello stock e coincidente con i livelli storici di elevato reclutamento, in assenza di mortalità antropogeniche (ICES, 2008; Dekker, 2003). La valutazione dei livelli di emigrazione (secondo specifici Reference Points) viene effettuata in modo autonomo dagli Stati Membri, che sono tenuti a riferire alla Comunità Europea (DG Mare) a scadenza triennale. In Italia è in vigore un Piano (PNG Anguilla) misto, con un quadro di intervento a livello nazionale per le acque costiere, e con 9 Regioni che hanno elaborato un proprio Piano Regionale di Gestione (PRG), in cui è quindi contemplata la presenza sia della pesca commerciale sia della pesca ricreativa. Le restanti 11 Regioni che non hanno presentato un Piano hanno provveduto alla chiusura, per il momento, di qualsiasi attività di pesca per questa specie, inclusa la pesca a scopo ricreativo.

Corotipo. Autoctono in Italia, come nel resto dei paesi Europei e del Mediterraneo

Tassonomia e distribuzione. L'Anguilla Europea è una specie ittica migratrice catadroma, il cui ciclo biologico è considerato unico in relazione alla natura e all'ampiezza delle migrazioni riproduttive e al fatto che tutti gli individui della specie costituiscono un'unica popolazione potenzialmente interfeconda (van Ginneken & Maes, 2005, Dannewitz et al., 2005, Palm, et al., 2009, Ciccotti et al., 2013). Oggi, grazie a numerosi studi genetici, l'ipotesi della panmissia è universalmente accettata e include le anguille di origine Mediterranea (Pujolar et al., 2009). La distribuzione dell'Anguilla è una diretta conseguenza delle caratteristiche correntometriche, responsabili del trasporto delle larve (leptocefali) attraverso l'Oceano Atlantico (Tesch 2003). La specie è diffusa dai Paesi Scandinavi e dall'Islanda fino alle coste mediterranee del Nord Africa e del Medio Oriente, ma anche nel versante Atlantico del Marocco, comprese le isole Azzorre. Per quanto riguarda il margine orientale dell'areale di distribuzione, la regione intorno al Mar Nero costituisce l'estremo limite dell'areale geografico originario della specie, come è stato definitivamente stabilito nel 2007 in seguito ad una consultazione di esperti (ICES 2008). In Italia è presente in tutte le acque dolci e salmastre della penisola.

Ecologia. Il ciclo biologico dell'anguilla fu chiarito già negli anni '20 dallo studioso danese Johannes Schmidt (Schmidt, 1922). Dopo la schiusa, le larve (leptocefali), sono trasportate attraverso l'Atlantico dalla Corrente del Golfo: questa migrazione, passiva, ha una durata presunta di circa due anni, anche se studi più recenti compiuti sulla microstruttura degli otoliti di ceche suggeriscono che la migrazione possa avvenire anche in meno di un anno (Lecomte-Finiger 1992, Desaunay e Guérault 1997, Arai et al. 2000). Al limite della piattaforma continentale europea, i leptocefali compiono una metamorfosi, divenendo ceche, piccole anguilline trasparenti. A questo stadio le anguille colonizzano le acque costiere e continentali di tutto l'Atlantico e il Mediterraneo. In queste acque le anguille si accrescono per un periodo di durata estremamente variabile (6-10 anni, Tesch 2003) e iniziano la maturazione sessuale, che si accompagna a modificazioni a carico di vari organi e della livrea, tanto è vero che l'anguilla in questa fase è detta argentina. A questo stadio viene intrapresa la migrazione di ritorno verso il mare, la cosiddetta "smontata". L'Anguilla è specie eurialina e euriterma, presente in una ampia gamma di ecosistemi acquatici, sia delle acque dolci (fiumi, canali, laghi), sia di transizione (estuari, stagni e lagune costiere). E' in grado di resistere a lungo fuori dall'acqua grazie alla respirazione cutanea e all'ampia vascolarizzazione della pelle (Tesch 2003). Predilige i fondali caratterizzati da sedimenti fini sabbiosi-fangosi, nei quali si infossa nei periodi invernali, ma vive anche sui fondali duri. La densità di popolazione nei diversi habitat continentali, almeno in condizioni naturali, è dovuta essenzialmente alle modalità di penetrazione e colonizzazione da parte delle ceche, che a loro volta dipendono prima di tutto dalla distanza dal mare. In Italia, le lagune e le aree estuarine dei maggiori fiumi sono le aree in cui si osservano le densità più elevate. Nei corsi d'acqua, la densità decresce in funzione della distanza dalla foce, fino a diventare estremamente bassa ad altitudini superiori ai 900-1.000 m slm (Ciccotti et al., 2013).

Criticità e impatti. Le minacce sono molteplici e complesse in relazione al possibile effetto combinato di impatti antropici, diretti e indiretti, incidenti sui diversi sistemi acquatici, oceanico e continentale, nei quali si svolge parte del ciclo vitale della specie. Tra le possibili spiegazioni del declino della specie l'ipotesi più accreditata è che vi sia una dipendenza tra il declino del reclutamento e un cambiamento nei pattern di circolazione oceanica (Knights, 2003; Friedland et al., 2007). Probabilmente, la specie risente comunque di una combinazione di cause che hanno compromesso la dimensione dello stock dei riproduttori emigranti dalle acque continentali. Possibili cause di riduzione dello stock sono infatti la predazione da parte di uccelli ittiofagi, soprattutto cormorani le cui popolazioni in Europa sono notevolmente incrementate, e la diffusione del nematode *Anguillicoloides crassus*. L'infestazione da *Anguillicoloides crassus*, come anche

l'infezione da rhabdovirus EVEX sono cause importanti di riduzione dell'efficienza natatoria delle argentine, e quindi delle loro capacità migratorie e riproduttive (Székely et al., 2003, 2004). Per quanto riguarda specificamente la situazione italiana, le cause del declino coincidono con quelle ipotizzabili per il resto dell'areale e cioè: i) pesca eccessiva soprattutto sugli stadi giovanili (cieche e ragani); ii) contrazione dell'habitat per l'alterazione delle caratteristiche idromorfologiche dei sistemi acquatici continentali e impedimento alla colonizzazione naturale delle acque interne da parte dei giovanili in "montata" per la presenza di sbarramenti sui corsi d'acqua insormontabili; iii) grosse perdite di esemplari adulti in migrazione catadroma ("smontata"), dai tratti fluviali posti a monte degli sbarramenti idroelettrici, per i danni subiti nell'attraversamento delle turbine delle stesse centrali; iv) diffusione del parassita *Anguillicoloides crassus*, rinvenuta nella maggior parte degli stock locali di anguilla in Italia; v) inquinamento delle acque interne con possibile contaminazione degli animali, con potenziali effetti negativi sulla capacità riproduttiva (Bettinetti et al., 2011, Pujolar et al., 2009).

Monitoraggi attualmente in atto nell'ambito di varie attività. Al momento attuale, per l'anguilla sono attuati monitoraggi sia alla scala nazionale che ai livelli locali, dalle Regioni.

Nell'ambito del Piano Nazionale Italiano per la Raccolta Dati Pesca (PNRDA) secondo il Regolamento CE n. 199/2008, per quanto concerne due moduli di Raccolta Dati Anguilla:

- III.D Recreational fisheries of eel
- III.E.6 Monitoring of commercial eel

è condotto il rilevamento di tutte le attività di pesca dell'anguilla, sia professionale che ricreativa, sul territorio nazionale, in tutte le Regioni (Unità di Gestione Anguilla a livello amministrativo) dove questa è ancora consentita, nell'ambito delle azioni contemplate nei Piani di Gestione Anguilla.

Le attività del Programma Nazionale Italiano per la Raccolta Dati della Pesca, coordinate dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali –MIPAF- e svolte da una ATS con CNR capofila, sono operative dal 2009, mentre per il biennio precedente sono state condotte attività pilota nell'ambito di un programma nazionale supportato dal MIPAF. Queste attività sono svolte a livello centrale da una Unità Operativa dell'ATS.

Da un punto di vista operativo, l'indagine sulla pesca, sia commerciale che ricreativa, viene condotta attraverso indagini campionarie effettuate presso i pescatori commerciali da rilevatori autonomi, mentre per la pesca ricreativa le indagini sono condotte da rilevatori che interagiscono con le Federazioni (FIPSAS, ArciPesca) di pescatori sportivi. I risultati delle interviste sono archiviati in un database informatico, differenziati per singolo stadio, visto che la pesca dell'anguilla in Italia concerne i tre stadi, ovvero ceca, anguilla gialla e anguilla argentina. I dati vengono elaborati in modo tale da caratterizzare l'attività di pesca nelle varie Unità di Gestione e facendo riferimento alle diverse tipologie di habitat (strati, ovvero fiumi –RIV, lami –LAK, lagune –LAG, lagune gestite MLG). IL PNRDA prevede anche il monitoraggio biologico: riguardo al numero e alle dimensioni del campione, il PNRDA prevede –al momento- un campione per ogni UG, prelevando laddove è possibile 100 individui nel sito della UG che presenta le catture quantitativamente più abbondanti.

Le Regioni conducono alcuni monitoraggi specifici, previsti in sede di coordinamento centrale sin dal 2010, per provvedere ai dati necessari per effettuare lo stock assessment richiesto dall'articolo 9 del Regolamento 1100/2007, da presentare ogni 3 anni. Questi monitoraggi sono effettuati secondo specifiche linee guida, attualmente in via di revisione, forniti alle Regioni a suo tempo dal MIPAAF, e prevedono l'utilizzo di un calendario *ad hoc* e di reti da posta (bertovelli) di maglia variabile, al fine per catturare i tre stadi della specie.

Questi monitoraggi specifici condotti in modo coordinato tra le Regioni si sono dimostrati importanti strumenti per valutare lo stato di avanzamento del Piano Nazionale di Gestione Anguilla, secondo quanto richiesto dall'articolo 9 del Regolamento 1100/2007.

Secondo l'articolo 9 del Regolamento 1100/2007, ogni Stato Membro è infatti tenuto a riferire alla Commissione sullo stato di attuazione del Piano di Gestione Nazionale, e il primo di tali rapporti è stato consegnato nell'anno 2012, il secondo nel 2015, per riferire riguardo ai risultati relativi all'applicazione delle misure di salvaguardia dell'anguilla.

I parametri richiesti, e per i quali sono riportati risultati, sono i seguenti:

- B₀ La biomassa di anguille argentine esistente nella condizione pristina di in assenza di influenze antropiche sullo stock.
B₀ è nel Regolamento, come denominatore per il target del 40%, Art 2.5.
- B_{curr} La biomassa di anguille argentine che al momento attuale emigra in mare per la riproduzione
B_{curr} è nel Regolamento, come numeratore per il calcolo della proporzione delle anguille attualmente emigranti, all' Art 9.1.a.
- B_{best} La biomassa di anguille argentine che teoricamente esisterebbe al momento attuale, se non vi fossero impatti antropici sullo stock attuale
B_{best} non è nel Regolamento, ma è richiesto nelle Linee Guida, e può essere calcolato a partire B_{curr}, ΣF and ΣH .
- ΣF Il tasso di mortalità da pesca, per tutte le classi di età dello stock, e la riduzione della mortalità conseguita.
- ΣH Il tasso di mortalità antropogenica, esclusa la mortalità da pesca, al di fuori della pesca, per tutte le classi di età dello stock, e la riduzione della mortalità conseguita. ΣH is in the Regulation, in Art 9.1.c ("level of mortality factors").
- R I quantitativi di ceche utilizzati per il ripopolamento di acque aventi lo sbocco al mare nel Paese Membro. R is in the regulation, in Art 9.1.d, ("the amount of eel less than 12 cm in length caught and the proportions of this utilised for different purposes").
- ΣA La somma di tutte le mortalità antropogeniche, ovvero $\Sigma A = \Sigma F + \Sigma H$.

L'Italia, come era stato spiegato nel PNG, come ribadito nel corso delle riunioni di consultazione organizzate dalla CE – DG Mare e come riportato anche nel corso dei Rapporti sullo stato di attuazione del PNG Anguilla (2012, 2013, 2014), ha seguito l'approccio di utilizzare una base di dati via via più adeguata. A partire dal 2008, anno in cui è stato condotto il lavoro di redazione del PNG, sono stati impostati una serie di strumenti e di attività che hanno permesso di ottenere una base di dati progressivamente più dettagliata e attendibile, e quindi sono stati via via rivisti i dataset utilizzati per valutare le stime richieste, che sono state calcolate applicando lo stesso modello usato nel 2009, ma anch'esso rivisto e perfezionato. I parametri richiesti sono stati stimati a livello delle singole Unità di Gestione, (EMU, Eel management Unit) e nell'ambito delle UG, a livello degli strati corrispondenti alle varie tipologie di habitat.

Come detto sopra, sia i dati provenienti dal Piano Nazionale Italiano per la Raccolta Dati Pesca secondo il Regolamento CE n. 199/2008, relativo alle attività dei due moduli "Pesca dell'Anguilla" (Moduli III.D e III.E), sia il monitoraggi specifici condotti in modo coordinato tra le Regioni

secondo le linee guida del MIPAAF si sono dimostrati importanti strumenti per la valutazione, e infatti la disponibilità o meno dei risultati di queste attività ha influenzato i risultati delle stime per le varie EMU.

E' stato tuttavia sottolineato in diverse sedi di discussione che in prospettiva sarà necessario ridefinire le metodologie di monitoraggio coordinato, anche al fine di adattare alla finalità più generale, ma più importante, di valutare lo stato di ripresa dello stock di anguilla in Italia, anche confrontandosi con quanto avviene a livello internazionale.

Alla luce di questa considerazione, e su richiesta di ARSIAL, si presenta in questo documento una proposta di revisione del protocollo di monitoraggio per la specie *Anguilla anguilla* nella regione Lazio. Il protocollo che si presenta ha ancora la finalità di fornire al MIPAAF la base di dati che necessaria per la valutazione coordinata delle stime dei parametri da presentare nei Rapporti del PNG ai sensi dell'art. 9 del Regolamento 1100/2008. Una impostazione del monitoraggio alla scala più fine, così come si propone in questo protocollo, potrà tuttavia allo stesso tempo essere utilizzata come controllo più specifico dell'andamento di parametri importanti quali il reclutamento ed emigrazione dell'anguilla nel Lazio, da paragonare con quanto accade in altre Unità di Gestione o a livello nazionale, ed eventualmente anche in ambito internazionale.

In questo modo ARSIAL e la regione Lazio potranno disporre sia dello strumento per ottemperare a quanto richiesto in sede di coordinamento, sia di uno strumento di valutazione autonomo della situazione dello stock di anguilla. Tale monitoraggio non si pone come strumento di valutazione dello stato di attuazione del Piano di Gestione Regionale, ma solo dello stato dello stock attraverso il monitoraggio di descrittori fondamentali quali il reclutamento delle ceche e l'emigrazione dei riproduttori, che dipendono da dinamiche globali ancor prima che da fattori locali. In particolare lo stato del reclutamento, monitorato in diversi siti in Europa, è infatti il parametro che anche in sede ICES viene utilizzato per seguire lo stato dello stock a livello globale. L'istituzione di un osservatorio del reclutamento nel Lazio su base permanente, riprendendo l'osservatorio del fiume Tevere usato in passato, potrebbe diventare molto importante anche in ambito Europeo e Mediterraneo, in quanto non vi sono al momento osservatori sul Mediterraneo, e dunque il monitoraggio della Regione Lazio potrebbe entrare a far parte della rete europea e fornire un contributo importante al monitoraggio dello stock di anguilla alla scala globale.

MONITORAGGIO SPECIFICO PER IL PIANO REGIONALE ANGUILLA – REGIONE LAZIO

1. Scelta dei siti

La scelta dei siti deve innanzi tutto rispettare la possibilità di includere le diverse tipologie di habitat previste nel Piano di Gestione Regionale della Regione Lazio. Le tipologie di habitat che si ritrovano nel Lazio per la specie *Anguilla anguilla* sono l'habitat fluviale (RIV), lacustre (LAK) e lagunare (LAG). E' chiaro che essendo il monitoraggio finalizzato a controllare reclutamento ed emigrazione, i siti dovranno essere collegati con il mare. In secondo luogo sarà importante privilegiare la possibilità di mantenere eventuali serie storiche di dati, provenienti

- da catture da pesca
- da osservatori di monitoraggio già operanti nell'ambito di qualsiasi programma

Inoltre, sarà importante che i siti permettano il monitoraggio di tutti gli stadi del ciclo biologico dell'anguilla, sia della ceca (GLE, glass eel) che dell'anguilla gialla (YE, yellow eel) e dell'anguilla argentina (SE, silver eel).

Per il Lazio, quindi, i siti in cui in passato, e fino ad oggi, sono stati condotti monitoraggi con continuità, nell'ambito di progetti di ricerca e di monitoraggi specifici, com'è noto, sono i seguenti:

- foce del fiume Marta (RIV): reclutamento (GLE)
- foce e basso corso del fiume Tevere (RIV): reclutamento (GLE), stock residente (YE), emigrazione (SE)
- laguna di Fogliano, Parco del Circeo (LAG): reclutamento (GLE), stock residente (YE), emigrazione (SE)

Si propone quindi di orientare la scelta su questi tre siti, confermandoli.

2. Griglia temporale

I monitoraggi dovranno essere condotti annualmente, contemplando come periodo di monitoraggio la stagione autunnale e invernale per coprire il reclutamento e l'emigrazione, con un prolungamento primaverile per una verifica della presenza delle anguille gialle.

Quindi si propone di articolare il monitoraggio tra il 15 settembre e il 15 aprile dell'anno successivo, per un totale di 7 mesi.

Per quanto riguarda la frequenza del campionamento, per ciascun sito, nell'ambito del periodo di monitoraggio, più ravvicinata sarà la frequenza, maggiore sarà la qualità dell'informazione e più ampia la base di dati raccolta. L'ideale sarà la frequenza giornaliera, almeno nel periodo centrale della stagione (15 ottobre-15 febbraio), per intercettare in modo soddisfacente sia il reclutamento sia l'emigrazione senza perdere eventuali picchi. Questo riuscirebbe a fornire una serie di dati completa che illustri la dinamica interna dell'intera stagione, e che dia informazione anche sugli aspetti quantitativi.

Quindi una ipotesi di calendario, e relativa griglia di frequenza, è la seguente:

- 15 settembre-15 ottobre: cadenza settimanale, per gli stadi GLE, YE/SE → totale 4 campagne
- 15 ottobre -15 febbraio: cadenza giornaliera, per gli stadi GLE, YE/SE → totale 120 giorni

- 15 febbraio -15 aprile: cadenza settimanale, per gli stadi GLE, YE/SE → totale 8 campagne

Nell'impossibilità, per motivi logistici o economici, di procedere al campionamento con la frequenza suggerita, che è quella ottimale, la frequenza non dovrà essere comunque inferiore a quella settimanale anche nel periodo centrale della stagione.

3. Modalità operative di campionamento

3.1 Reclutamento

La valutazione del reclutamento può essere condotta con diversi metodi, alcuni basati sull'osservazione delle attività di pesca e altre basate su conteggi diretti (dispositivi su scale di rimonta, reti fisse tipo bertovello o trappole, fascine etc.).

In tutti i casi, tuttavia, visti i limiti dei metodi di monitoraggio e la natura stessa della rimonta, è sempre stato difficoltoso risalire a valutazioni globali. Questo perché il livello delle catture o le conte dirette derivate a livello locale da osservazioni sui dispositivi fissi possono anche non avere alcuna relazione con l'entità del reclutamento, né alla scala locale né alla scala regionale, le cui dinamiche dipendono in prima ipotesi da situazioni specifiche, come morfologia e caratteristiche idrografiche del sito, e condizioni meteo-climatiche contingenti. E' proprio questo che impone, come detto sopra, che il monitoraggio sia impostato con una scadenza temporale molto ravvicinata (a scadenza giornaliera nei periodi previsti di maggiore afflusso di ceche), al fine di non rischiare di perdere la finestra temporale in cui la rimonta si verifica, visto che la migrazione avviene per ondate di invasione.

L'esecuzione dei monitoraggi del reclutamento dell'anguilla potrà avvenire nei siti del Lazio prevalentemente con strumenti fissi (es. bertovelli con ali), anche se l'uso di altri dispositivi potrà essere proposto.

Silberschneider et al. (2001), ad esempio, hanno proposto e validato l'uso di dispositivi di raccolta di tipo habitat artificiali per studiare modelli di insediamento di ceche e piccole anguille, che sono stati ripresi e utilizzati da Leone et al. (2016) proprio in habitat lagunari. Si tratta di trappole specifiche progettate e costruite appositamente utilizzando tubi in PVC (diametro 30,0 centimetri e 50,0 cm di lunghezza) chiusi ad una estremità da rete di maglia di 1,0 mm. Le trappole sono riempite con fasci di foglie di ulivo, per incoraggiare la colonizzazione, come Silberschneider et al., (2001) suggeriscono. Per ridurre aspetto artificiale ed odore, i dispositivi di campionamento dovranno essere immersi in acqua nella laguna per tre settimane prima dell'inizio del campionamento, come suggerito da Silberschneider et al., (2001). Leone et al., 2016, propongono questo tipo di dispositivi anche per il monitoraggio del reclutamento in ambiente lagunare.

In ogni caso, le caratteristiche dei dispositivi o degli strumenti di pesca, che dovranno essere sempre gli stessi all'interno di ogni tipologia di habitat per tutti i campionamenti, dovranno essere descritti in dettaglio (es.: numero camere, maglia rete, presenza ali laterali, apertura della bocca ecc.) Il numero degli strumenti di pesca da utilizzare deve rimanere lo stesso per ogni evento di campionamento al fine di standardizzare la biomassa di pescato con lo sforzo di pesca.

La campagna si dovrà articolare sul periodo indicato al paragrafo 2, con almeno due reti per sito, e dovranno essere registrate a scadenza giornaliera :

- il tempo di permanenza in acqua degli strumenti es. 12 ore a partire dalle h. 18 pm.
- le catture per ciascuna rete o dispositivo

Su un sub-campione (30 individui, laddove disponibile) delle catture si potrà procedere a effettuare misurazioni ed esame della pigmentazione, previa blanda anestesia con 2-fenossi-etanolo, rilevando di ogni individuo la lunghezza totale (precisione al decimo di mm) mediante un calibro e peso mediante una bilancia elettronica (precisione al decimo di grammo). Per la valutazione dello stadio di pigmentazione, si potrà usare la scala in 5 stadi di Boëtius (1951) o la scala di Strubberg (1913).

La pesca con strumenti da posta, se utilizzata in maniera appropriata, permette di ottenere i dati richiesti senza sacrificare i pesci. Lo stato di benessere dei pesci deve, quindi, essere preso in considerazione, così come la necessità di evitare di arrecare danni nel corso delle manipolazioni.



Figura 1: Esempi di dispositivi per il monitoraggio del reclutamento: A-D scala di monta, E: fascina, F: bertovello da ceche



Figura 2: Esempio di dispositivo per il monitoraggio del reclutamento: substrato realizzato con tubo in PVC



Figura 3: Reti per il monitoraggio dell'anguilla adulta (bertovelli)

3.2 Fase adulta

Anche nel caso dell'anguilla gialla e dell'argentina, il monitoraggio dell'anguilla potrà avvenire nei siti del Lazio prevalentemente con strumenti fissi (es. bertovelli), anche se l'uso di altri dispositivi potrà essere proposto. Anche per questo stadio, vale quanto detto per la ceca: le caratteristiche degli strumenti di pesca, che devono essere sempre gli stessi all'interno di ogni tipologia di habitat per tutti i campionamenti, devono essere descritti in dettaglio e il numero degli strumenti di pesca da utilizzare deve rimanere lo stesso per ogni evento di campionamento al fine di standardizzare la biomassa di pescato con lo sforzo di pesca.

La campagna si dovrà articolare sul periodo indicato al paragrafo 2, preferibilmente con due reti per sito, e dovranno essere registrate a scadenza giornaliera :

- il tempo di permanenza in acqua degli strumenti es. 12 ore a partire dalle h 18 pm.
- le catture per ciascuna rete

Le anguille catturate con ciascun strumento di pesca dovranno essere prelevate ed esaminate per la raccolta dei dati biometrici. Per ridurre lo stress dei pesci catturati nelle fasi di post-cattura, si

raccomanda o l'utilizzo di anestetici. Tra quelli più efficienti è suggerito il 2-fenossietanolo, utilizzabile in dose di 1-2 cc/l (per esemplari adulti) con tempo di somministrazione di 5 minuti ca.



Figura 4: Equipaggiamento per rilievo parametri biometrici e riprese fotografiche (in primo piano uno stativo provvisto di dispositivo di ancoraggio della macchina fotografica).

Tutti gli esemplari catturati potranno essere misurati (in cm) e pesati (in gr) con sistemi di misura prossimi a 0.1 cm e 1g.

Un'alternativa al rilievo diretto della lunghezza individuale in campo è rappresentata dalla possibilità di fotografare tutti gli esemplari catturati ponendoli su un piano provvisto di asta metrica oppure all'interno di un secchio scanalato o di una scatola equipaggiata con binari regolari. Nelle figure 5 e 6 sono illustrati dispositivi per semplificare e accelerare le operazioni di misurazioni biometriche di anguilla sul campo.

Con questo procedimento è possibile effettuare le misurazioni di lunghezza anche senza anestetizzare gli individui. La misurazione dell'anguilla potrà essere effettuata successivamente tramite l'opzione "skeletonize" del software opensource TPSdig (Rolf, 1990 <http://life.bio.sunysb.edu/ee/rohlf/software.html>)



Figura 5 Piano provvisto di asta metrica per misurazione di individui anestetizzati e secchio con scanalatura e riferimento metrico per misurazione individui anguilla senza uso di anestetico.



Figura 6 Cassetta in plastica con canaline di larghezza differente, applicate con silicone sul fondo del contenitore. Il dispositivo è dotato di coperchio in lastra di plexiglas trasparente con riferimenti metrici segnati.

E' necessario inoltre annotare per ogni individuo lo stadio di sviluppo valutato sulla base del colore della livrea (gialla o argentina), ed eventualmente anche effettuando una fotografia con riferimento metrico dell'occhio e della pinna pettorale.

Infine è raccomandabile effettuare un accurato esame esterno annotando lo stato di salute valutabile, ovvero presenza di lesioni, arrossamenti, malformazioni o altri evidenti aspetti che possano indicare presenza di patologie.



Figura 7 Fotografia della regione cefalica per la misura del diametro oculare e della lunghezza della pinna pettorale

Il rilascio degli esemplari catturati al termine delle operazioni di campionamento dovrà avvenire nello stesso sito di cattura. Nel caso i pesci siano stati anestetizzati, prima del rilascio devono essere mantenuti in reti o recipienti fino al momento in cui mostrino una ritrovata capacità di nuoto attivo.

Una tantum, solo su specifica necessità e richiesta da parte dell'Amministrazione, su un sub-campione delle catture si potrà procedere a valutazioni specifiche, finalizzate a stime di parametri di popolazione.

Per il rilievo di parametri popolazionistici, trattandosi di una specie comunque soggetta a prelievo da pesca, pur nel rispetto delle norme etiche e relative al “benessere animale” e seguendo i protocolli per minimizzare le sofferenze agli animali, dovrà essere prevista la soppressione di alcuni esemplari, da limitare al minimo e solo quando necessaria.

Dopo l'anestesia con le stesse modalità descritte, si potrà procedere alla soppressione con modalità non cruenta onde procedere alla dissezione del campione, per l'esame macroscopico della gonade per la determinazione del sesso (maschio, femmina, indeterminato), rilievo del peso delle gonadi ed eventuale successiva analisi istologica delle gonadi; e prelievo degli otoliti, le sagitte, per la valutazione dell'età, con tecniche otolimitriche.

4. Protocolli specifici

Come accennato, considerato lo stato critico della specie, è importante limitare al massimo il sacrificio di animali, ed essenziale ottenere il massimo dell'informazione dall'esame degli individui nei campioni esaminati *in vivo*.

Una tantum, in coincidenza con la necessità di disporre di informazioni per esigenze specifiche, o per fornire ad altra Amministrazione dati su richiesta, potrà essere necessario procedere a campionamenti che richiedano il sacrificio.

Nel caso di esigenze specifiche della Regione Lazio, ad esempio, per i siti per i quali è previsto il monitoraggio degli stadi adulti (YE e SE), potrà essere utile monitorare sex-ratio e struttura in età degli stock locali nell'habitat fluviale (RIV – fiume Tevere) e lagunare (LAG – laguna di Fogliano) quando sia necessario un aggiornamento.

Questo campionamento biologico potrà essere necessario ogni 3 anni, ma l'opportunità di effettuarlo andrà valutata anche sulla base dell'eventuale presenza di altri campionamenti condotti negli stessi siti, nell'ambito di altri programmi (ricerche specifiche, PRNRDA, monitoraggi della comunità ittica per la Direttiva 2000/60). Il coordinamento ai vari livelli per tutte le attività di raccolta dati, monitoraggio e campionamento biologico è altamente raccomandabile, e si raccomanda la creazione di un Tavolo di Coordinamento a livello centrale, appositamente predisposto.

Anche nel caso di campionamenti che comportano il sacrificio di animali, ancor più che per i campionamenti su animali *in vivo*, sarà essenziale ottimizzare al massimo lo sforzo e riuscire ad ottenere il massimo delle informazioni su aspetti popolazionistici dello stock locale, ma anche su parametri relativi allo stato di salute e alla qualità.

Questi ultimi parametri sono rilevanti per valutare l'efficienza riproduttiva dello stock locale, e saranno sempre più importanti da considerare nel lungo termine.

4.1 Esame istologico delle gonadi

Per gli individui per il quale l'esame macroscopico della gonade risulta incerto, si provvederà ad una più precisa caratterizzazione mediante esame istologico. Tale esame permette, oltre che una determinazione certa del sesso, anche l'osservazione dei vari stadi di sviluppo: gonade femminile immatura, gonade in uno stadio intermedio di maturazione e femmina matura. Una porzione di

tessuto gonadico viene fissata in formalina 4% in tampone fosfato pH 7.2. Il campione è poi disidratato mediante lavaggi in alcool etilico a concentrazioni crescenti (70%, 80%, 90%, 96%) e incluso in resina auto polimerizzante *Technovit 7100*. I blocchi di resina sono poi sezionati al microtomo (Leiz 1512) ad uno spessore di 3 µm e le sezioni ottenute vengono colorate mediante immersione in Policromo I/Policromo II (Bennett *et al.*, 1976) soluzioni di Metilene blu e Azzurro II e Fucsina basica, rispettivamente, per l'osservazione al microscopio.

L'indagine istologica viene eseguita secondo i criteri guida di Colombo & Grandi (1996) che suddivide le gonadi secondo diversi stadi di sviluppo: 3 per le femmine, anguille differenziate sessualmente, ma non ancora mature (Fi), femmine ad intermedio stadio di maturazione (Fint.) ed esemplari con gonadi ben sviluppate e mature (Fm). Stessa distinzione si applica per la frazione maschile.

4.2 Otolitometria

Lo studio della struttura demografica di una popolazione ittica si basa sulla determinazione dell'età dei singoli individui. Per l'anguilla, la tecnica maggiormente diffusa è quella otolitometrica, validata da diversi lavori (Svedang *et al.* 1998, Graynoth, 1999). Per la procedura mediante levigatura e lucidatura degli otoliti e per la lettura degli annuli di crescita per la specie *Anguilla anguilla* si può fare riferimento alla pubblicazione Capoccioni F., Leone C. & E. Ciccotti, 2015- European eel (*Anguilla anguilla*, Linnaeus, 1758) ageing from otolith. in: Handbook for fish age determination - Theory and Practice in Italian Data Collection Framework context, February 2015, SIBM Publication: 168-187.

4.3 Qualità

La qualità, per le anguille gialle ma ancor di più per i riproduttori, potrà essere valutata sulla base dello stato di salute, le cui componenti principali sono:

- presenza di parassiti, batteriosi, micosi, che indicano una compromissione dello stato generale di salute
- presenza di alcuni parassiti specifici (*Anguilliculoides crassus*, *Pseudodactylogyrus* sp.) e virali (EVEX, Herpes virus), che possono compromettere specificamente il successo riproduttivo
- accumulo di inquinanti specifici (composti organici persistenti che fungono da disruptori endocrini, metalli pesanti), che possono essere trasferiti nel circolo salanguigno durante la migrazione e nel caso delle femmine raggiungere le gonadi e le uova

Quindi potranno essere previste analisi multilivello sulla qualità, alcuni facilmente attuabili da chi effettuerà i monitoraggi, altri in coordinamento con altri quadri di riferimento e relativi Servizi preposti (ARPA, ASL, Servizi veterinari)

- esame esterno dello stato di salute generale, prestando attenzione alla presenza di lesioni esterne, segnali di patologie o malformazioni etc. (in vivo)
- valutazione dello stato di infestazione da *Anguilliculoides crassus* (in vivo con ultrasuoni, con sacrificio per esame diretto della vescica natatoria)
- esami specifici, anche eventualmente a seguito di indicazioni provenienti da monitoraggi di varia origine, per infestazioni da virus EVEX, e per altre infestazioni virali, parassitosi, batteriosi e micosi, analisi di carico di contaminanti

Nel lungo termine, lo scopo sarà quello di identificare e caratterizzare una relazione tra la qualità ambientale dei siti di emigrazione e la qualità degli individui emigranti.

5. Elaborazione dei dati, indicatori di abbondanza

Lo scopo che si pone il monitoraggio a livello Regionale è molteplice. Se in prima istanza lo scopo è stato, e continuerà ad essere, quello di fornire all'Amministrazione centrale la base di dati necessaria ad effettuare le valutazioni coordinate sullo stato della risorsa per la frazione dello stock

di *Anguilla anguilla* in territorio italiano, la possibilità di impostare un monitoraggio specificamente pensato per il Lazio e articolato *ad hoc* potrà permettere all'osservatorio di ARSIAL di dotarsi di uno strumento proprio di valutazione.

Per raggiungere questo obiettivo, sarà necessario che i dati rivenienti dal monitoraggio vengano elaborati ed interpretati dall'operatore scientifico che effettuerà il monitoraggio.

Ai fini della valutazione dello stato della risorsa anguilla nel Lazio, lo scopo del monitoraggio sarà quello di avere informazioni su:

- dinamiche intrastagionali del reclutamento alla scala locale nei tre siti di osservazione
- andamento inter-annuale del reclutamento nei tre siti, con una valutazione globale per il Lazio
- informazioni sulla presenza ed eventualmente abbondanza dell'anguilla gialla in fase di accrescimento dei due siti (RIV- fiume Tevere e LAG – laguna di Fogliano) dove questo stadio è presente, su base annuale
- dinamica intrastagionale dell'emigrazione nei due siti (RIV- fiume Tevere e LAG – laguna di Fogliano) dove questo stadio è presente, se possibile, ma soprattutto andamento inter-annuale dell'emigrazione, valutato a livello relativo per il Lazio.

Per ottenere questo tipo di informazioni, sarà importante che i risultati delle operazioni di monitoraggio per tutti i siti e per tutti gli stadi monitorati siano tradotti in opportuni indicatori, che misurino o diano indicazioni relative alla presenza e possibilmente l'abbondanza relativa o assoluta dei vari stadi, e sull'intensità del prelievo o delle osservazioni/catture.

Reclutamento

I metodi e gli indicatori che si possono suggerire per il reclutamento sono diversi, e di complessità variabile. Alcuni, come i conteggi o le catture per unità di sforzo, sono relazioni semplici ma richiedono che siano assolate determinate ipotesi, e questo non sempre è possibile: caturabilità costante, attrattività costante delle strutture per il conteggio o l'intrappolamento.

Altri sistemi sono più complessi, ma forniscono una miglior descrizione della variabilità della catturabilità. Sempre, comunque, si ricorderà che estrapolare l'abbondanza assoluta del reclutamento all'intero sistema è possibile solo se "l'intrappolamento" da parte del dispositivo, sia esso una scala di rimonta o una serie di strumenti di cattura con un determinato sforzo di pesca, sono molto frequenti. Quindi laddove non c'è una pesca commerciale di ceche, è chiaro che le operazioni di monitoraggio (come appunto la frequenza giornaliera di campionamento suggerita nella stagione), la stima degli indicatori e la possibilità di avere indicazioni attendibili sulla abbondanza dell'afflusso stagionale di ceche sarà particolarmente dispendiosa.

Nella Tabella 1 sono riportati alcuni possibili indicatori per il reclutamento.

Tabella 1: Indicatori per il reclutamento, e loro interpretazione

Criterio	Indicatore	Descrittori necessari	Unità di misura	Interpretazione
Relativo	CPUS da rilevamenti di pesca commerciale	Catture totali Caratteristiche dello sforzo di pesca	Catture/f	Indicatore dell'andamento di abbondanza stagionale
	CPUS da pesche sperimentali	Catture della pesca scientifica Caratteristiche del campionamento	Densità degli individui	Indicatore che misura l'importanza del flusso di ceche
Assoluto	Abbondanza giornaliera o stagionale	Densità nell'estuario o nel canale	Densità/volume	Densità giornaliera stimata combinando le densità osservate e il volume filtrato dal dispositivo di campionamento
	Conteggio totale o conteggio per unità di volume	Numero contato in un sistema tipo scala di rimonta	Numero o densità estrapolato al volume	Importante la valutazione dell'efficacia del dispositivo (altre vie di passaggio, impossibilità al passaggio)

Fase in accrescimento

Il monitoraggio della fase di anguilla gialla può fornire informazioni importanti sia per stabilire diagnosi iniziali e valutare lo stato dello stock locale, sia per avere indicazioni sugli impatti e gli esiti delle misure di gestione. In particolare, esso potrà fornire informazioni *a posteriori* sul processo di colonizzazione, nonché indicazioni *a priori* sul processo di maturazione sessuale e sulla fase migratoria. Questo potrà avvenire attraverso la valutazione della presenza relativa degli stadi adulti (gialla e argentina) nell'ambito del sistema idrografico di riferimento, presenza che potrà anche essere valutata alle diverse scale spaziali e temporali e comparata con quella di altre aree.

Nel monitoraggio di questa fase del ciclo vitale dell'anguilla va considerato il fatto che ci sono molti fattori di variabilità nel segnale che si può osservare tramite il monitoraggio stesso, sia per quanto riguarda le caratteristiche quantitative –in quanto lo stock locale è spesso ripartito in modo differenziale nell'ambito del bacino di riferimento, e/o soggetto a dinamiche e comportamenti variabili nel tempo e nello spazio- sia per le caratteristiche qualitative dello stock locale (sex ratio, struttura in taglie ed età, relazioni lunghezza-peso, livelli di contaminazione etc.). La conoscenza e la consapevolezza di tutti questi aspetti porta alla inevitabile conclusione (Adam et al., 2006) che è impossibile effettuare valutazioni attendibili dello standing stock delle anguille gialle in un sistema, sia fluviale che lagunare.

Ciò premesso, il monitoraggio di questa fase si porrà comunque una serie di obiettivi utili anche a identificare una serie di misure a livello locale.

Ad esempio reference points alla scala storica a livello locale (livelli di produzione pristini da serie storiche di catture ad esempio) possono contribuire a identificare un target per la ricostituzione dello stock locale, mentre indici di abbondanza basati sulle catture per unità di sforzo possono essere seguiti in funzione del tempo, anche se in questo caso sarà necessario considerare l'evoluzione del contesto di riferimento (modifiche degli strumenti di pesca, cambiamenti del numero di pescatori o delle zone di pesca etc.).

Nella Tabella 2 sono riportati alcuni possibili indicatori per l'anguilla gialla.

Tabella 2: Possibili indicatori per l'anguilla gialla

Riferimento	Indicatore	Descrittori necessari	Finalità	Livello di priorità
Referenze storiche	Serie storica delle CPUS	Contesto di riferimento (N pescatori tipo di strumenti, strategie di pesca etc)	Diagnosi iniziale, stima livello pristino	Opzionale
	Dati storici sulla struttura in taglie, sex ratio		Diagnosi iniziale	Opzionale
Stato attuale, monitoraggio	Indici di abbondanza, CPUS da monitoraggio	Catture della pesca scientifica Caratteristiche del campionamento Caratterizzazione stock locale (Stadio, lunghezza, peso) (stato di salute esterno)	Densità degli individui Struttura in stadi Struttura in taglie e peso	Obbligatorio, scala annuale
	Parametri di popolazione	Stadio, lunghezza, peso, sesso età	Struttura in stadi Struttura in taglie e peso Sex ratio struttura in età	Opzionale, ogni 4 anni
	Parametri di qualità	Infestazione da Anguilliculoides Analisi EVEX Valutazioni stato salute (esami vari) Analisi contaminazione	Valutazioni su qualità riproduttori Valutazioni su stato stock locale	Opzionale, ogni 4 anni, da concertare con altri monitoraggi, richiesti anche laboratori specializzati

Gli obiettivi eventuali che potranno essere identificati per la ricostituzione di stock locali potranno essere:

- ri-incremento del livello delle cpus, da quantificare rispetto ad un livello pristino dedotto da serie storiche
- ricomparsa di determinate classi di taglia
- riequilibrio della sex-ratio (presenza di maschi, individui differenziati di 30-45 cm di taglia)

Emigrazione

Come è noto, la produzione di anguille argentine è il target prioritario per la gestione, e quindi questa è la variabile più importante da descrivere e quantificare per ogni bacino idrografico ad ogni dato momento. E' tuttavia già stato sottolineato che laddove l'informazione disponibile non consente la produzione di indicatori quantitativi (ad esempio livelli di biomassa), l'obiettivo può essere quello di fornire una metodologia per il monitoraggio della variazione relativa dei livelli di produzione e/o emigrazione, ad esempio da un anno all'altro, senza riferimenti quantitativi alla biomassa. Questa potrà essere quantificata con altro approcci, ad esempio modellistici, ed essere verificata *una tantum* con applicazioni come la marcatura/ricattura.

Nella Tabella 3 sono riportati alcuni possibili indicatori per l'anguilla argentina.

Tabella 3: Possibili indicatori per l'anguilla argentina

Obiettivo	Indicatore	Descrittori necessari	Finalità	Livello di priorità
Stato attuale, monitoraggio	CPUS da rilevamenti di pesca commerciale	Catture totali Caratteristiche dello sforzo di pesca	Indicatore dell'andamento di abbondanza stagionale	Opzionale
	Indici di abbondanza, CPUS da monitoraggio	Catture della pesca scientifica Caratteristiche del campionamento Caratterizzazione stock locale (Stadio, lunghezza, peso) (stato di salute esterno)	Densità degli individui Struttura in stadi Struttura in taglie e peso	Obbligatorio, scala annuale
	Parametri di popolazione	Stadio, lunghezza, peso, sesso età	Struttura in stadi Struttura in taglie e peso Sex ratio struttura in età	Opzionale, ogni 4 anni
	Parametri di qualità	Infestazione da Anguilliculoides Analisi EVEX Valutazioni stato salute (esami vari) Analisi contaminazione	Valutazioni su qualità riproduttori Valutazioni su stato stock locale	Opzionale, ogni 4 anni, da concertare con altri monitoraggi, richiesti anche laboratori specializzati

E' chiaro infine che la valutazione della emigrazione effettiva è diversa dal potenziale riproduttivo, e dovrà tenere conto anche dei fattori di mortalità antropogenica e naturale che i riproduttori potranno incontrare nel corso della fase di smontata.

6. Dati accessori

Per ogni sito sarà importante aggiornare la descrizione generale dell'habitat, che dovrà consentire la valutazione dell'idoneità dell'habitat per la specie.

Stima della qualità dell'habitat per la specie. I principali parametri per definire un'idonea qualità dell'habitat di *A. anguilla* sono essenzialmente:

per *l'habitat fluviale* l'assenza di sbarramenti trasversali insormontabili, lungo il profilo longitudinale dei corsi d'acqua; la presenza di by-pass in corrispondenza di sbarramenti idroelettrici per minimizzare la perdita di esemplari d'anguilla in fase migratoria (montata degli stadi giovanili e smontata degli adulti riproduttivi);

per *l'habitat lagunare e lacustre*: presenza di collegamento con il mare (canale di marea, immissario o emissario), possibilità di reclutamento e di emigrazione attraverso il collegamento (pervietà dei canali nei momenti di rimonta e di smontata),

per *tutti gli habitat* assenza di contaminanti ambientali più direttamente coinvolti in disordini riproduttivi e stress per gli animali, come i "distruttori endocrini", metalli pesanti, ecc.

In coincidenza con tutte le operazioni di monitoraggio, sarà necessario effettuare caratterizzazioni della situazione ambientale dei siti. Per l'inquadramento delle stazioni di campionamento si dovrà procedere alla localizzazione geografica, registrando la longitudine e latitudine con un dispositivo GPS e/o mappe digitali.

Le variabili ambientali da rilevare, *in situ*, in concomitanza con i campionamenti, sono le seguenti:

- 1) Temperatura aria
- 2) Temperatura acqua
- 3) Tempo atmosferico (dal giorno di posa degli attrezzi al giorno di ultima cala)
- 4) Profondità di pesca dello strumento
- 5) Varie ed eventuali: si annoteranno e misureranno le variabili ambientali più idonee a caratterizzare la situazione sia per quanto riguarda la chimico fisica delle acque (salinità, Ossigeno disciolto, etc) che gli aspetti idrologici (corrente, fase marea etc,) sia per quanto riguarda la situazione meteo-climatica.

7. Restituzione dei dati

I dati e le elaborazioni potranno essere restituiti sotto forma di rapporti. A questo saranno allegati tutti i dati archiviati in fogli Excel, corredati da un file legenda esplicativo delle modalità di archiviazione (nomi e struttura file, organizzazione dei dati, sigle utilizzate etc.)

Si raccomanda la creazione di un database, che raccoglierà sia i dati originali relativi alle operazioni di monitoraggio (campionamenti, rilevamenti) sia i dati elaborati (ad esempio indicatori di abbondanza).

8. Indicazioni operative.

I monitoraggi dovranno essere effettuati annualmente, con rilevamenti sui campionamenti *in vivo* che dovranno comprendere rilievi delle biometrie (GLE, YE, SE) e attribuzione degli stadi di pigmentazione x le ceche (GLE) e dello stadio della livrea per le adulte (YE, SE). Si raccomanda di protrarre nel medio e lungo termine almeno il monitoraggio del reclutamento e dell'emigrazione, su un arco di tempo pluriennale.

Campionamenti biologici più approfonditi, sempre tenendo conto della necessità di coordinamento con quanto avviene nell'ambito di altri monitoraggi (PNRDA, 2000/60 etc), potranno essere pianificati *ad hoc* ogni 4 anni, sulla base di specifiche esigenze, e potranno contemplare sia l'aggiornamento delle stime dei parametri di popolazione (sex-ratio, struttura in età) sia la raccolta di informazioni relative alla qualità degli stock locali.

Bibliografia

Arai, T., Otake, T. & Tsukamoto, K. (2000), Timing of metamorphosis and larval segregation of the Atlantic eels *Anguilla rostrata* and *A. anguilla*, as revealed by otolith microstructure and microchemistry. Mar. Biol. n.137 pp. 39-45

Ardizzone, G. D., Cataudella, S., Rossi, R. (1988), Management of coastal lagoon fisheries and aquaculture in Italy. FAO Fisheries Technical Paper n.293 pp. 103

Ardizzone, G. D., Corsi, F. (1985), Eel population structure, dynamics and fishing yield in a Mediterranean coastal lagoon. Oebalia n.XI-2, N.S.: pp. 547-560

Bettinetti, R., Galassi, S., Quadroni, S., Volta, P., Capoccioni, F., Ciccotti, E., De Leo, G.A.

(2011), Use of *Anguilla anguilla* for Biomonitoring Persistent Organic Pollutants (POPs) in Brackish and Riverine Waters in Central and Southern Italy. *Water, Air, & Soil Pollution* n.217 (1-4): pp. 321-331

Ciccotti, E. (1997), In: C. Moriarty & W. Dekker (Eds), *Management of the European Eel*. Fisheries Bulletin, Ireland (Dublin) pp. 91-100

Ciccotti, E. (2002), Monitoring of glass eel recruitment in Italy. In: *Monitoring of glass eel recruitment*, W. Dekker ed. Netherlands Institute of Fisheries Research, IJmuiden, The Netherlands pp. 227-236

Ciccotti, E. (2005), Interactions between capture fisheries and aquaculture: the case of the eel (*Anguilla anguilla* L., 1758). *Studies and Reviews*, General Fisheries Commission for the Mediterranean. In: "Interactions between Capture Fisheries and Aquaculture: a methodological perspective", Cataudella S., Massa F. & D. Crosetti Eds, Rome, FAO pp. 190-203

Ciccotti, E. (2010), Report on the eel stock and fishery in Italy 2009/10 in: ICES (2010). Report of the 2011 session of the Joint EIFAAC/ICES Working Group on Eels., Rome, FAO/Copenhagen pp. 721

Ciccotti, E., Busilacchi, S., Cataudella, S. (1999), La pesca delle ceche di anguilla, tra conservazione ed uso responsabile di questa specie migratrice. *Laguna* n.6(suppl): pp. 94-128

Ciccotti, E., Busilacchi, S., Cataudella, S. (2000), Eel, *Anguilla anguilla* (L.), in Italy: recruitment, fisheries and aquaculture. *Dana* n.12: pp. 7-15

Ciccotti, E., Capoccioni F., Leone, C., Bevacqua, D., Schiavina, M., Mariani, A. (2011), Report on the eel stock and fishery in Italy 2010/11 in: ICES (2011). Report of the 2011 session of the Joint EIFAAC/ICES Working Group on Eels., Rome, FAO/Copenhagen pp. 246

Ciccotti, E., Fontenelle, G. (2001), A review of eel, *Anguilla anguilla*, aquaculture in Europe: Perspectives for its sustainability. *J. Taiwan Fish. Res.* n.9(1&2): pp. 27-43

Ciccotti, E., Leone, C., Bevacqua, D., De Leo, G., Tancioni, L. e Capoccioni, F. (2012), Integrating habitat restoration and fisheries management: A small-scale case-study to support EEL conservation at the global scale. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* n.407, 04

Ciccotti, E., Capoccioni F., Tancioni L., (2013). *Anguilla Anguilla*. www.iucn.it/scheda.php?id=1245351488

Commission of the European Communities (2002), Communication from the Commission to the Council and the European Parliament laying down a Community Action Plan for the conservation and sustainable exploitation of fisheries resources in the Mediterranean sea under the Common Fisheries Policy. pp. 37

Commission of the European Communities (2003), Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. Development of a Community Action Plan for the Management of European Eel. pp. 15

Dannewitz, J., Maes, G.E., Johansson, L., Wickström, H., Volchaert, F.A.M., Järvi, T. (2005), Panmixia in the European eel: a matter of time ? *Proc. Royal Society of London* n.272: pp. 1129-1137

Dekker, W. (2000a), The fractal geometry of the European eel stock. ICES Journal of Marine Science n.57: pp. 109-121

Dekker, W. (2000b), A Procrustean assessment of the European eel stock. ICES Journal of Marine Science n.57: pp. 938-947

Dekker, W. (2002a), Status of the European eel stock and fisheries. Proceedings of the International Symposium 'Advances in Eel Biology', Tokyo (Japan), 28-30 September 2001

Dekker, W. (2002b), Monitoring of glass eel recruitment. Netherlands Institute of Fisheries Research, Ijmuiden pp. 256

Dekker, W. (2003), Did lack of spawners cause the collapse of the European eel *Anguilla anguilla*? Fishery Management and Ecology n.10: pp. 365-376

Desaunay, Y. & Guerauld, D. (1997), Seasonal and long-term changes in biometrics of eel larvae: a possible relationship between recruitment variation and North Atlantic ecosystem productivity. Journal of Fish Biology n.51 pp. 317-339

FAO (2009), Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service - 12/01/2009

Feunteun, E. (2002), Management and restoration of European eel population (*Anguilla anguilla*): An impossible bargain. Ecological Engineering n.18: pp. 575-591

Friedland, K.D, Miller M.J., Knights B. (2007), Oceanic changes in the Sargasso Sea and declines in recruitment of the European eel. ICES Journal of Marine Science pp. 12

Geeraerts, C., Belpaire, C. (2010), The effects of contaminants in European eel: a review. Ecotoxicology n.19(2) pp. 239-266

Geeraerts, C., Focant, J.F., Eppe, G., De Pauw, E., Belpaire, C. (2011), Reproduction of European eel jeopardised by high levels of dioxins and dioxin-like PCBs? Sci. Total Environ. n.409(19) pp. 4039-47

ICES (2001), Report of the ICES/EIFAC Working Group on Eels. ICES C.M. 2002/ACFM:03.

ICES (2002), Report of the ICES/EIFAC Working Group on Eels. ICES C.M. 2003/ACFM:06.

ICES (2004), Report of the ICES/EIFAC Working Group on Eels. ICES C.M. 2004/ACFM:09.

ICES (2006), Report of the ICES/EIFAC Working Group on Eels. ICES C.M. 2006/ACFM:16.

ICES (2008), Report of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels (WGEEL), Leuven, Belgium pp. 212

ISTAT (2010), Agricoltura e Zootecnia

Knights, B. (2003), A review of the possible impacts of long-term oceanic and climate changes and fishing mortality on recruitment of anguillid eels of the Northern Hemisphere. The Science of the Total Environment n.310: pp. 237-244

- Lecomte-Finiger, R. (1992), Growth history and age at recruitment of European glass eels (*Anguilla anguilla*) as revealed by otolith microstructure. *Marine Biology* n.114 pp. 205-210
- McCleave, J.D., Wippelhauser, G.S. (1987), Behavioral aspects of selective tidal stream transport in juvenile American eels. *American Fisheries Society Symposium Series* n.1: pp. 138-150
- Moriarty, C. (1990), European catches of elver of 1928-1988. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie* n.75(6): pp. 701-706
- Moriarty, C. (1996), The European eel fishery in 1993 and 1994. First report of a working group funded by the Europea Union Concerted Action AIR A94-1939. *Fisheries Bulletin (Dublin)* n.14: pp. 52
- Moriarty, C. (2003), The yellow eel. In Aida K., Tsukamoto K. and Yamauchi K. (eds.), *Eel Biology*. Springer-Verlag, Tokyo pp. 89-105
- Moriarty, C. & Dekker, W. (1997), Management of the European eel. *Fisheries Bulletin (Dublin)* n.15: pp. 77-90
- Palstra, A., Van Ginneken, J. T., Murk, A. J., Van Den Thillart, J. M. (2005), Are dioxin-like contaminants responsible for the el (*Anguilla anguilla*) drama? *Naturwissenschaften*
- Pujolar, J. M., De Leo, G. A., Ciccotti, E., Zane, L. (2009a), Genetic composition of Atlantic and Mediterranean recruits of European eel *Anguilla anguilla* based on EST-linked microsatellite loci. *Journal of Fish Biology* n.74, 9: pp. 2034-2046
- Pujolar, J.M., Bevacqua, D., Capoccioni, F., Ciccotti, E., Leo, G.A. De & Zane, L. (2009b), Genetic variability is unrelated to growth and parasite infestation in natural populations of the European eel (*Anguilla anguilla*). *Molecular Ecology* n.18(22) pp. 4604-4616
- Pujolar, J.M., Bevacqua, D., Capoccioni, F., Ciccotti, E., Leo, G.A. De & Zane, L. (2011), No apparent genetic bottleneck in the demographically declining European eel using molecular genetics and forward-time simulations. *Conservation Genetics*.
- Schmidt, J. (1922), The breeding places of the eel. *Philosophical Transactions Royal Society* n.211: pp. 179-208
- Schmidt, J. (1923), Breeding places and migrations of the eel. *Nature* n.111: pp. 51-54
- Székely Cs., Molnár K., Rácz, O. (2004), Radiodiagnostic method for studying the dynamics of *Anguillicola crassus* (Nematoda: Dracunculoidea) infection and pathological status of the swimbladder in Lake Balaton eels. *Diseases of aquatic organisms* n.64(1): pp. 723-732
- Székely, Cs., Molnár, K., Müller, T., Szabó, A., Romvári, R., Hancz, Cs., Bercsényi, M. (2003), Comparative study of X-ray computed tomography and conventional X-ray methods in the diagnosis of swimbladder infection of eel caused by *Anguillicola crassus*. *Diseases of aquatic organisms* n.58(2-3): pp. 157-164
- Tesch, F.W. (2003), *The eel*. (JE Thorpe, Ed.) Blackwell Science.