

LINEE GUIDA PER IL MONITORAGGIO DI PESCI E AGNATI

Introduzione

Lo studio della fauna ittica è stato tradizionalmente orientato ad analisi di tipo gestionale, mediante attività di monitoraggio finalizzate a valutare la distribuzione e la consistenza delle specie di interesse alieutico ai fini della pianificazione dei prelievi e dei ripopolamenti, soprattutto mediante la redazione di Carte Ittiche (AllAD, 1996). Solo negli ultimi anni, prima per l'applicazione della Water Framework Directive 2000/60 CE (APAT, 2007; ISPRA, 2014; Volta et al., 2014) e poi anche per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario in Italia (Stoch e Genovesi, 2016), si è resa necessaria la predisposizione di specifici protocolli di campionamento che, a partire dalle modalità operative già tracciate e formalizzate a livello nazionale e internazionale, permettessero di raccogliere tutti i dati necessari a valutare lo stato della fauna ittica, in termini di composizione, abbondanza e struttura di età delle popolazioni che compongono una comunità ittica.

La variegata composizione degli ecosistemi acquatici presenti in Italia impone l'utilizzo di strumenti e modalità di campionamento diversificati, e non è, quindi, possibile definire un unico protocollo di monitoraggio valido per tutti gli ambienti. Vengono di seguito descritte due diverse procedure di campionamento: la prima valida per i corsi d'acqua guadabili (profondità massima 0,7 – 1 m anche in funzione della velocità di corrente) e la seconda per i corsi d'acqua non guadabili, i laghi e gli invasi artificiali. Tali protocolli si basano su quanto proposto per l'implementazione della Direttiva 2000/60 in Italia e in particolare da APAT (2007) e ISPRA (2014), per i fiumi, e da Volta et al. (2014) per gli ambienti lentici. Le linee guida qui proposte per il monitoraggio scientifico delle specie ittiche della RN2000 costituiscono, in definitiva, un compromesso tra la necessità di disporre di procedure che garantiscano rigore scientifico e offrano la possibilità di elaborazioni statistiche affidabili e l'esigenza di definire modalità operative applicabili su ampia scala nelle diverse realtà territoriali.

1. Protocollo per gli ambienti lotici guadabili

1.1. Documentazione, strumentazione e attrezzature necessarie

- autorizzazioni per effettuare l'attività di elettropesca e per l'eventuale attraversamento di proprietà private;
- schede da campo per la registrazione dei dati e matite con gomma e temperino;
- stivali in gomma o altro materiale isolante di altezza adeguata alla profondità del tratto da campionare;
- guanti di gomma, lattice o neoprene (isolanti);
- elettrostorditore di potenza adeguata alle caratteristiche dell'ambiente da campionare;
- attrezzatura di supporto per l'uso dell'elettrostorditore (batteria/e di ricambio, carburante, ecc.);
- guadini con rete a maglia di 0.5 cm e asta di lunghezza opportuna per la tipologia ambientale campionata;
- secchi per il trasporto dei pesci appena catturati, di dimensioni adeguate alla comunità attesa;

- contenitori adeguati per la stabulazione dei pesci in attesa dei rilevamenti morfometrici, di dimensione e tipologia idonea rispetto alla comunità ittica attesa (mastelli, contenitori forati, nasse a maglia fine);
- strumentazione per le misurazioni: bilancia elettronica digitale con precisione minima di 1 grammo, ittiometro graduato con precisione di 1 millimetro;
- provette con etanolo al 30% per conservazione delle scaglie fino alla determinazione dell'età in laboratorio;
- anestetico (se necessario);
- disinfettante;
- forbici, bisturi e altri utensili;
- strumentazione portatile per la misura di temperatura, ossigeno disciolto, pH e conducibilità;
- GPS;
- rotella metrica;
- aeratori/ossigenatori se la temperatura o le condizioni ambientali lo richiedono;
- provette con etanolo al 99% per la conservazione dei campioni di tessuto per eventuali analisi genetiche;
- borsa frigo per campioni e sacchetti di plastica per la conservazione degli esemplari la cui eventuale determinazione deve essere fatta in laboratorio;
- guide per l'identificazione delle specie.

1.2. Procedura e periodo di campionamento

Il campionamento deve essere effettuato in un periodo in cui le portate idrologiche permettano l'accesso in sicurezza alla stazione di campionamento e le condizioni di trasparenza dell'acqua siano le migliori possibili. Vanno inoltre considerate le esigenze biologiche delle specie da monitorare: per avere la certezza di riuscire ad accertare le capacità riproduttive della popolazione, informazione di fondamentale importanza ai fini della conservazione della stessa, è necessario che i giovani dell'anno (0+) abbiano raggiunto al momento del campionamento una taglia tale da farli risultare sensibili alla corrente elettrica. È anche di fondamentale importanza evitare di interferire con i periodi riproduttivi delle specie.

Di seguito vengono quindi elencati i periodi di campionamento consigliati per ogni specie:

- *Barbus tyberinus*: tarda estate – inizio autunno.
- *Barbus plebejus*: tarda estate – inizio autunno.
- *Cobitis bilineata*: tarda estate – inizio autunno.
- *Cottus gobio*: tarda estate – autunno.
- *Lampetra planeri*: tarda estate – inizio autunno.
- *Lampetra zanandrei*: tarda estate – inizio autunno.
- *Squalius lucumonis*: tarda estate – inizio autunno.
- *Telestes muticellus*: tarda estate – inizio autunno.
- *Padogobius nigricans*: tarda estate – autunno.
- *Rutilus rubilio*: tarda estate – autunno.
- *Salmo cettii*: tarda primavera – inizio autunno.

Per tutte le specie presenti in Umbria è consigliabile un monitoraggio con cadenza biennale per una corretta valutazione delle dinamiche che caratterizzano le popolazioni. Per maggiori dettagli sulle modalità di campionamento da seguire in relazione alle caratteristiche delle singole specie si rimanda a Stoch e Genovesi (2016).

1.3. Scelta delle stazioni di campionamento

La selezione dei siti dovrebbe consentire di rappresentare le diverse tipologie ambientali e le pressioni antropiche rilevabili all'interno dei settori fluviali. Il numero di stazioni di campionamento per ogni corso d'acqua deve essere scelto in base alla lunghezza del tratto presente all'interno della ZSC e all'uniformità ambientale che lo caratterizza. Sarà necessario individuare almeno una stazione di campionamento ogni 20 km di corso d'acqua e una ogni significativo cambiamento di pendenza media dell'alveo, tale da far modificare la zonazione ittica teorica e la comunità ittica potenziale di riferimento (Huet, 1962). Per i corsi d'acqua monitorati nell'ambito della Carta Ittica dell'Umbria (Lorenzoni et al., 2010), si potrà fare riferimento anche alle carte della zonazione ittica. Nel caso siano presenti ostacoli insormontabili per la fauna ittica, occorre prevedere la presenza di almeno due stazioni di monitoraggio: una a monte e una a valle dell'interruzione della continuità fluviale.

Per i corsi d'acqua con larghezza dell'alveo attivo fino a 5 metri, la lunghezza del campionamento dovrà essere non inferiore a 20 volte la larghezza media e un minimo di 50 metri di lunghezza. Per i corsi d'acqua di larghezza compresa tra 5 e 20 metri, la lunghezza del tratto campionato dovrà essere non inferiore a 10 volte la larghezza media e comunque non minore di 100 metri. Si raccomanda di campionare almeno 1000 m² per gli ambienti che superano i 10 metri di larghezza media. Per i corsi d'acqua con larghezza dell'alveo attivo superiore ai 20 metri si rimanda al capitolo "Protocollo per i corsi d'acqua non guadabili".

Il sito di campionamento deve essere individuato in modo da essere rappresentativo, in riferimento alle caratteristiche del mesohabitat (a monte e a valle), di un quanto più ampio settore fluviale; va evitata la scelta di comunità soggette in tempi recenti (almeno un anno) a interventi di biomanipolazione (introduzioni, ripopolamenti, prelievi selettivi di massa), che potrebbero determinare errate valutazioni su composizione, abbondanza e struttura della comunità naturale.

Quando è possibile, vanno scelte come punto iniziale e/o terminale del tratto campionato zone con salti o briglie naturali o artificiali che impediscano al pesce di fuggire durante le attività, ponendo attenzione agli addensamenti di fauna ittica in corrispondenza degli ostacoli che potrebbero alterare il dato rilevato. È possibile anche utilizzare reti per delimitare a monte e valle il tratto campionato, qualora la posa di dette reti non sia difficoltosa e non induca un disturbo elevato alla fauna ittica presente.

Possibilmente devono essere preferiti siti e stazioni di campionamento in relazione ai quali esistano già dati pregressi o che siano stati individuati anche per il monitoraggio di altri elementi di qualità biologica.

I principali corsi d'acqua umbri appartenenti ai diversi bacini idrografici (Tevere, Chiascio-Topino, Nestore, Paglia, Nera) sono già oggetto di campagne periodiche di campionamento, realizzate a partire dal 1989 per la realizzazione delle Carte Ittiche dell'Umbria (Mearelli et al., 1996; Lorenzoni et al., 2010). Al fine di una comparazione efficace dei dati, sarebbe quindi opportuno far coincidere i siti di campionamento con quelli monitorati nel corso delle precedenti campagne di ricerca, come nel caso della Carta Ittica. Solo così sarà possibile disporre di un quadro di riferimento storico fondamentale per la determinazione dei Valori Favorevoli di Riferimento in modo da poter valutare se i range o le abbondanze delle popolazioni sono tali da poter essere considerati come "favorevoli" o "sfavorevoli".

1.4. Condizioni per il campionamento

Al fine di adottare modalità standardizzate e replicabili, il campionamento dovrà essere evitato nelle seguenti condizioni:

- in caso di portate elevate;
- in caso di elevata torbidità dell'acqua;
- in caso di pioggia continua;
- in caso di vento intenso (indicativamente superiore a forza 2 della scala Beaufort);
- con temperature dell'acqua inferiori ai 4°C o superiori ai 20°C per i tratti salmonicoli o superiori ai 30°C per i tratti ciprinicoli.
- Il campionamento deve essere condotto in orari e condizioni di copertura del cielo tali da consentire un'adeguata illuminazione ai fini dell'individuazione degli esemplari da catturare.

1.5. Sforzo di cattura

Il campionamento viene effettuato esclusivamente tramite elettro-pesca, utilizzando un elettrostorditore in grado di emettere sia corrente continua (DC = Direct Current) che corrente continua pulsata (PDC = Pulsed Direct Current). L'uso della corrente continua dovrebbe sempre essere privilegiato, poiché determina un impatto più contenuto sui pesci. Solamente quando la DC non risulta efficace, neppure a elevato voltaggio, è opportuno utilizzare la modalità PDC, evitando sempre comunque l'uso della corrente alternata (AC).

Il campionamento deve essere di tipo quantitativo (metodo delle passate successive) (Moran, 1951; Zippin, 1956, 1958; Seber e Le Cren, 1967) e deve garantire un livello di efficienza tale da rappresentare la completa comunità ittica presente nel tratto. A tale scopo devono essere eseguite almeno 2 passate. È buona norma, per ottenere stime densitarie precise, ripetere gli sforzi di pesca fino a che il numero di esemplari catturati non risulta inferiore alla metà di quelli catturati nello sforzo precedente.

La squadra che opera in alveo dovrà essere costituita da un numero adeguato di operatori in funzione della dimensione del corpo idrico campionato e delle caratteristiche della comunità attesa. Nella maggior parte delle situazioni si reputa idonea una squadra costituita da almeno 3 o 4 operatori (1 deputato all'uso dell'elettrostorditore, 1 munito di guadino, 1 o 2 adibiti al trasporto dei pesci alle vasche di stabulazione, al periodico controllo delle condizioni degli stessi e alla registrazione dei dati ambientali). Per

gli ambienti con larghezza media maggiore a 5 metri, è opportuno valutare la possibilità della presenza di due addetti ai guadini; negli ambienti con larghezza superiore ai 10 m di larghezza potrebbe essere opportuno operare contemporaneamente con due squadre di rilevatori (dotati di due elettrostorditori separati o di un elettrostorditore con due anodi).

1.6. Campionamento quantitativo

Deve essere definita, innanzitutto, la lunghezza della stazione da campionare, in relazione alla larghezza dell'alveo attivo, individuando il punto di inizio e di termine della stazione (è necessario effettuare tutti i rilievi preliminari dalle sponde evitando di camminare all'interno del tratto da campionare). Prima di iniziare il campionamento è necessario rilevare temperatura, torbidità e conducibilità dell'acqua, anche per determinare le opportune impostazioni (dosaggio) dell'elettrostorditore.

L'elettrostorditore deve essere utilizzato col dosaggio minimo efficace, da stabilirsi prima del campionamento in un tratto a valle e a debita distanza dalla stazione di campionamento. Si procede quindi al campionamento percorrendo il tratto da valle verso monte, con l'operatore munito di elettrostorditore in posizione avanzata, gli operatori con il guadino ai lati e arretrati di circa 1 metro dal primo. Nel caso di ambienti con larghezza inferiore ai 5 metri, campionare tutta la sezione di alveo avendo cura di alternare l'immersione dell'anodo sia a destra sia a sinistra dell'operatore, che assumerà un posizione centrale rispetto all'alveo bagnato. Nel caso di ambienti con larghezza media superiore ai 5 metri, la squadra procede alternando un tratto lineare verso monte a un percorso di attraversamento trasversale del corso d'acqua. La lunghezza del tragitto verso monte non dovrebbe superare di 2-3 volte la lunghezza operativa dell'anodo immanicato. Al termine della passata deve essere registrato il tempo impiegato, al netto di eventuali interruzioni.

In caso di altri sforzi di pesca la squadra deve tornare al punto iniziale della stazione di campionamento procedendo lungo le rive, controllando le condizioni dei pesci stabulati nelle vasche e procedendo al parziale ricambio dell'acqua e all'eventuale areazione. Raggiunto il punto di inizio del tratto si può procedere, se del caso, allo sforzo di pesca successivo, adottando identica procedura e impegnandosi ad applicare il medesimo sforzo (velocità di progressione, accuratezza nell'esplorazione, potenza applicata dell'elettrostorditore, circonferenza dell'anodo, tipo di catodo, dosaggio dell'elettrostorditore, operatori, tempo impiegato). È opportuno, prima di iniziare il secondo sforzo di pesca, attendere un tempo sufficiente al ripristino delle condizioni originarie dell'ambiente (ad esempio la torbidità).

Gli individui catturati nel corso delle varie passate successive vanno stabulati separatamente.

1.7. Analisi degli individui catturati

Concluse le operazioni di elettropesca si raccolgono i contenitori con i pesci stabulati per procedere alla determinazione e alle misurazioni dei singoli individui. I dati rilevati devono essere distinti per singola

passata, in modo da consentire la stima dell'abbondanza, dell'efficienza di cattura, del tasso di catturabilità specie-specifico e taglia-specifico.

Per ciascuno degli individui catturati devono essere annotati nelle apposite schede di campo:

- Specie di appartenenza
- Lunghezza totale (in mm)
- Peso (rilevato alla precisione minima di 1 grammo).
- Passata in cui l'individuo è stato catturato.
- Eventuale presenza di macroscopiche anomalie o patologie esterne (annotare solo presenza o assenza e annotare il tipo di anomalia).
- Eventuale numero della provetta in cui sono state conservate le scaglie per la determinazione dell'età dell'esemplare.
- Presenza di ibridazione stabilita sulla base dei caratteri fenotipici rilevabili in campo.
- Eventuale numero della provetta in cui è stato conservato un campione di tessuto per la caratterizzazione genetica dell'esemplare (per salmonidi, barbi ed esocidi su di un numero significativo di esemplari).
- Il rilievo delle foto dei singoli individui è facoltativo.

Tutti gli individui catturati andrebbero misurati e pesati singolarmente. Nel caso di situazioni logistiche o esigenze particolari e in caso di campioni estremamente numerosi, è possibile procedere alla misura di un sub-campione cercando di rappresentare nel gruppo di animali misurati e pesati, tutte le classi di lunghezza presenti. Tutti gli individui catturati, dovranno comunque essere determinati e contati prima di essere rilasciati. Indicativamente entro i 100 individui complessivi del campione tutti gli esemplari catturati dovrebbero essere misurati e pesati. Per ogni singola specie, inoltre, se la numerosità è compresa tra 100 e 200 individui, può essere misurato e pesato 1 animale ogni 2, sopra i 200 individui catturati occorre assicurarsi di avere un numero rappresentativo di animali misurati e pesati per le diverse classi di lunghezza rinvenute. Per le specie rare o presenti con pochi esemplari (fino a 10 individui), essi vanno tutti misurati e pesati. Relativamente alla pesatura dei soggetti catturati, questa può essere limitata ai primi 100 individui per ogni specie nel caso si disponga di regressioni lunghezza/peso specifiche per il sito in esame (Ricker, 1975).

Per la determinazione dell'età non è necessario prelevare un campione di scaglie a ciascun individuo, ma può essere sufficiente effettuare un sub campionamento con l'accortezza di riuscire a coprire l'intero intervallo delle classi di taglia presenti nella popolazione (ad esempio prelevando le scaglie a 2 individui per ogni intervallo di 1 cm di lunghezza). La zona di prelievo delle scaglie deve essere differenziata per i salmonidi (sopra la linea laterale dietro la pinna dorsale), i ciprinidi (sopra la linea laterale nella parte anteriore del corpo) e i percidi (sotto la linea laterale nella parte anteriore del corpo).

Gli esemplari pesati e misurati devono essere rilasciati nella stazione di campionamento nella quale sono stati catturati, avendo cura di ridistribuirli lungo tutta l'area.

1.8. Precauzioni per l'incolumità dei pesci

Indipendentemente dal tipo di corrente utilizzata, si deve partire da un voltaggio ridotto e con una frequenza bassa (es. 100 V e 30 Hz), aumentando gradualmente i livelli sino a quando il dosaggio impostato non diviene efficace per la cattura dei pesci (è necessario tenere in considerazione che oltre i 40 Hz il rischio di danno per i pesci diviene consistente). Poiché i pesci sono maggiormente vulnerabili ai campi elettrici in presenza di elevate temperature, non dovrebbero essere condotti campionamenti con temperatura dell'acqua superiore ai 20 °C per le specie di acque fredde (salmonidi) e ai 30°C per quelle di acque fresche o calde (ciprinidi). È opportuno, inoltre, evitare di campionare anche quando la temperatura è inferiore ai 4°C.

Si consiglia inoltre di non prolungare eccessivamente l'attività di elettropesca in uno spazio limitato.

Gli operatori devono controllare spesso i guadini, che devono essere svuotati molto di frequente: può accadere che vi entrino esemplari senza che l'operatore se ne accorga (ciò può comportare un rischio per l'incolumità degli esemplari che verrebbero sottoposti a scariche elettriche prolungate ed eccessive).

Deve essere evitato il contatto diretto degli esemplari con l'anodo (la zona di danno potenziale per i pesci è variabile in funzione delle condizioni ambientali, ma normalmente è quella più prossima all'anodo).

È necessario interrompere il campionamento, o modificare le impostazioni dell'elettrostorditore, qualora si rilevino danni troppo frequenti o segni di stress eccessivo sui pesci catturati.

È opportuno segnalare sulla scheda di campo i casi e le cause di mortalità.

È necessario mantenere nei secchi di raccolta a seguito del gruppo di campionatori un numero limitato di pesci e provvedere al ricambio periodico di un'aliquota di acqua, nell'attesa di trasportarli nelle vasche di stoccaggio. Analogamente, deve essere garantito un adeguato ricambio d'acqua nelle vasche di stabulazione presso i punti di raccolta, secondo le necessità. In caso di temperature elevate, qualora non si disponga di vasche che consentono il naturale riciclo dell'acqua, è necessario utilizzare gli aeratori (almeno per le vasche contenenti i pesci della prima passata, più numerosi e destinati ad una più lunga attesa prima del rilascio) e/o gli ossigenatori. È anche possibile stoccare gli animali catturati in nasse poste nello stesso corso d'acqua, avendo cura di disporle lontano da possibili campi elettrici dovuti al campionamento e preferibilmente a monte della stazione di campionamento.

Il rilevamento dei parametri morfometrici deve essere effettuato manipolando i pesci con i guanti per evitare l'asportazione del muco e lo shock termico.

Dopo i rilevamenti morfometrici i pesci devono essere stabulati in vasche areate e monitorati per rilevare eventuali stress e danni (bande scure causate dalla corrente, tempo di recupero eccessivamente lungo, danni spinali) prima di essere rilasciati.

I piccoli pesci, se possibile, dovrebbero essere sempre mantenuti separati dai soggetti di grandi dimensioni.

1.9. Rilievo ambientale

Sulla scheda di campionamento devono essere riportate le informazioni necessarie per la localizzazione della stazione.

- Numero (o codice) stazione;
- data del rilevamento;
- nome corso d'acqua;
- bacino idrografico principale;
- bacino idrografico secondario;
- Regione, Provincia, Comune;
- località (o toponimo più vicino);
- coordinate geografiche del punto di inizio del campionamento.

Ai fini di una caratterizzazione di maggior dettaglio della stazione, devono essere rilevati e annotati sulla scheda i valori relativi ad alcuni parametri fortemente condizionanti la distribuzione e la composizione della comunità ittica. Particolare attenzione va posta alla presenza lungo il corso d'acqua di ostacoli insormontabili per la fauna ittica che devono essere censiti, riportando sulla scheda di monitoraggio il tipo di sbarramento (briglia, traversa, diga, ecc...) e l'altezza del salto d'acqua conseguente. Parametro fondamentale ai fini del calcolo dell'abbondanza areale delle popolazioni ittiche è rappresentato dalla superficie campionata che deve essere stimata al termine del campionamento misurando con una rondella metrica la lunghezza del tratto monitorato con l'elettropesca e la larghezza delle sezioni di inizio e chiusura del campionamento.

I dati ambientali e di supporto possono essere ottenuti con 2 modalità: rilevati/stimati sul campo tramite strumentazione adeguata o reperiti a priori o a posteriori del campionamento da bibliografia, cartografia, SIT/GIS, foto aeree, web. Per standardizzare la procedura di raccolta dei dati ambientali e favorire il confronto fra ambienti diversi, l'AIAD (Associazione Italiana Ittiologi Acque Dolci) ha realizzato un prototipo di scheda standard (Maio et al., 2014) che può essere richiesto all'associazione: <http://www.aiiad.it/>

1.10. Analisi dei dati

L'analisi dei dati ittici è indispensabile per giungere alla stima dei parametri necessari a conoscere lo stato della popolazione con un approccio quantitativo (struttura di popolazione) e mediante confronti protratti nel tempo allo scopo di valutarne i cambiamenti (dinamica di popolazione). Il parametro più importante per valutare lo stato di conservazione delle specie è dato dall'abbondanza, espressa come:

- densità (numero di individui al metro quadro),
- biomassa areale (o standing crop) (grammi al metro quadro).

Per una corretta stima degli esemplari presenti è opportuno utilizzare, come detto in precedenza, il metodo delle passate ripetute (Moran, 1951; Zippin, 1956, 1958), che permette di stimare, per ogni specie, il numero probabile e la biomassa probabile dei pesci della popolazione. Sulla base di questi parametri, conoscendo la superficie campionata, è possibile calcolare la densità e lo standing crop.

Il numero probabile (N) di pesci presenti nel settore campionato, è dato dalla seguente formula:

$$N = \frac{C_1^2}{(C_1 - C_2)}$$

Affinché il metodo possa essere applicato correttamente, il numero di pesci catturati nella prima passata (C_1) deve essere superiore al numero di pesci catturati nella seconda passata (C_2).

Se questa condizione non si verifica, si può soltanto concludere che:

$$N \geq C_1 + C_2$$

Il metodo delle catture successive può essere applicato solo se si verificano le seguenti condizioni:

- durante il campionamento, la popolazione deve essere chiusa: non deve esserci mortalità, reclutamento, immigrazione o emigrazione;
- la probabilità di cattura deve essere uguale per tutti gli individui presenti nella popolazione e non deve cambiare durante il campionamento;
- l'intera popolazione deve essere catturabile.

Il secondo assunto, al contrario del primo e del terzo, può non essere sempre garantito; infatti, tutti i metodi di cattura presentano un certo grado di selettività in funzione della taglia: in particolare, per una data specie, l'elettrostorditore è più efficace nei confronti degli esemplari di maggiori dimensioni. La probabilità di cattura non è, quindi, la stessa per tutti gli individui, ma aumenta generalmente con l'età ed è maggiore per gli esemplari più vecchi (Cowx, 1990; Marconato, 1991).

Per diminuire le possibilità di un errore causato dalla selettività del mezzo di cattura (la pesca elettrica è più efficiente nei confronti dei pesci di maggiori dimensioni), è preferibile eseguire il calcolo del numero probabile degli individui disaggregando il campione per classe d'età. La biomassa probabile viene calcolata moltiplicando il numero probabile per il peso medio degli esemplari catturati.

Altra analisi fondamentale per interpretare lo stato di una popolazione è data dalla struttura per età, definita in base all'abbondanza della popolazione stessa e rappresentata mediante la disaggregazione, per classi d'età, dei dati relativi alle catture di un significativo numero di esemplari. La conoscenza della struttura di una popolazione e dei suoi cambiamenti nel tempo rappresenta un valido strumento per analizzare le dinamiche che avvengono al suo interno e può aiutare a identificarne eventuali problematiche come, per esempio, la scarsa consistenza di determinate classi di età, un accrescimento lento o

un'eccessiva mortalità (Neumann e Allen, 2007). L'analisi della struttura per età di una popolazione consente di verificarne la capacità di riproduzione, il reclutamento dei giovani e il mantenimento stesso della popolazione, costituendo, quindi, un efficace supporto allo studio dello stato di conservazione di una specie e alle eventuali pressioni e minacce che agiscono su di essa. Raggiunta una certa stabilità, infatti, le naturali fluttuazioni delle dimensioni di una popolazione non influiscono sulla sua struttura che, però, può essere alterata da fattori esterni: un'eccessiva pressione di pesca, soprattutto se il prelievo agisce in maniera differenziale in base alle dimensioni degli individui, una cattiva qualità delle acque, l'esistenza di ostacoli che frammentano la popolazione (dighe, traverse) oppure la presenza di specie competitive, possono disturbare gli equilibri interni tra gli individui, distorcendo e alterando la struttura della popolazione.

La determinazione dell'età può essere effettuata mediante analisi microscopica delle scaglie o attraverso il metodo di Petersen (Bagenal, 1978), che si basa sulla costruzione di un istogramma di distribuzione delle frequenze della lunghezza: in questo modo, si possono individuare le classi di età e i relativi intervalli di lunghezza che variano a seconda della popolazione, facendo così corrispondere ad ogni moda (la classe a maggiore frequenza) una classe d'età. Le mode sono generalmente più evidenti nelle prime classi d'età (dove è maggiore l'accrescimento in lunghezza), e nelle specie, come la trota fario, caratterizzate da breve stagione riproduttiva, accrescimento rapido e uniforme e assenza di dimorfismo sessuale (Gandolfi et al., 1991). Per avere una distribuzione delle frequenze utilizzabile nella determinazione dell'età è necessario, inoltre, misurare la lunghezza di un grande numero di pesci e avere una piccola sovrapposizione nelle taglie di pesci appartenenti a gruppi d'età successivi.

2. Corsi d'acqua non guadabili e ambienti lentic

Nei corsi d'acqua non guadabili e negli ambienti lentic, la pesca elettrica dovrebbe essere effettuata con elettrostorditori di potenza elettrica maggiore di 2,5 kw, collocabili su un'imbarcazione. Nei grandi corpi idrici, per caratterizzare i popolamenti ittici in termini di ricchezza in specie, composizione e abbondanza, dovrebbero essere effettuati una serie di campionamenti proporzionali alla diversità degli habitat presenti. Risulta quindi necessario adottare una strategia di campionamento stratificata. In tali ambienti, i metodi di campionamento rigorosamente quantitativi non sono possibili o richiedono tecniche di monitoraggio abbastanza lunghe e dispendiose (cattura/marcatura/ricattura). Nei fiumi non guadabili, dati semiquantitativi o qualitativi possono essere ottenuti utilizzando i metodi di pesca elettrica descritti in precedenza, nei pressi delle rive e in aree delimitate.

Nel caso dei laghi, è necessario attuare metodologie di campionamento diverse nell'area litoranea e pelagica (stratificazione). In ambiente litorale i campionamenti vanno effettuati con l'elettrostorditore a bordo di un'imbarcazione, scegliendo un numero adeguato di punti di campionamento equidistanti su tutto

il perimetro del lago e cercando di campionare ogni tipologia di habitat presente (substrato roccioso, fangoso, sabbioso, zona a canneto, rami sommersi, ecc...).

In ambiente pelagico è necessaria la messa in posa di reti branchiali multimaglia composte da una serie di pannelli di dimensioni standard, ciascuno caratterizzato da una diversa dimensione della maglia, in modo da tenere conto delle diverse dimensioni medie di tutte le specie e da consentire la cattura, per la stessa specie, di individui di taglie differenti.

Per poter procedere alle comparazioni con i dati di ricerche condotte in differenti periodi, devono essere utilizzate sempre le medesime strategie di campionamento e le catture devono essere standardizzate (CPUEs, catture per unità di sforzo) in funzione dello spazio e del tempo utilizzati. L'utilizzo di metodi standardizzati e mantenuti costanti nel tempo permette anche il confronto delle comunità tra ambienti o periodi differenti (Tejerina-Garro et al., 1998) e variazioni del valore delle catture standardizzate nel tempo evidenziano cambiamenti o tendenze nelle dimensioni dello stock presente. Quindi, al fine della comparazione dei dati fra gli stessi ambienti in diversi periodi di campionamento è opportuno mantenere costante lo sforzo pesca nei seguenti modi:

- nel caso dell'uso di un elettrostorditore tenendo costante la durata del campionamento e la lunghezza dei transetti analizzati;
- nel caso delle reti, mantenendo costante la durata della messa in posa delle reti (sia reti da posta/altane sia nasse/bertovelli/tofi/cuculli) e la superficie dei pannelli utilizzati (solo per le reti da posta/altane).

In tutti gli ambienti acquatici dove vengono svolte attività di pesca professionale, sarebbe opportuno poter disporre delle informazioni riguardanti la quantità di pescato disaggregata per i singoli attrezzi utilizzati (numero, superficie e tempi di posa); l'elaborazione di tali dati consente di ottenere le catture per unità di sforzo. La collaborazione con i pescatori professionali è di fondamentale importanza negli ambienti lentic, dove alcune tecniche di campionamento sopra citate possono risultare poco efficienti per la cattura di tutte le specie presenti in un determinato sito, e consente, dunque, di avere un quadro più completo della composizione e abbondanza dei popolamenti ittici.

L'analisi degli individui catturati, il rilievo dei dati ambientali, l'attribuzione dell'età e l'analisi della struttura di popolazione possono essere svolti sostanzialmente con le stesse modalità già descritte per gli ambienti lotici guadabili. Per quanto riguarda le precauzioni per l'incolumità dei pesci occorre precisare che le reti branchiali (altane o reti da posta) difficilmente permettono la sopravvivenza dei pesci pescati, a differenza delle reti a "inganno" (coculli, tofo, bertovelli e nasse) e dell'elettrostorditore. Qualora vengano usate occorre prevedere la necessità di smaltire correttamente anche eventuali ingenti quantità di pescato.

Per maggiori dettagli sulle procedure di campionamento negli ambienti fluviali si consiglia di fare riferimento al Protocollo di campionamento e analisi della fauna ittica dei sistemi lotici (APAT, 2007; ISPRA, 2014), mentre per gli ambienti lentic si può fare riferimento al "Protocollo di campionamento della fauna

ittica nei laghi italiani” dell’ISPRA (Volta et al., 2014). Per i laghi Trasimeno e Piediluco la Regione dell’Umbria, nell’ambito dell’applicazione in Italia della Direttiva Acque 2000/60 CE e in collaborazione con l’Arpa Umbria e l’Università degli Studi Perugia, ha già effettuato alcune campagne di monitoraggio della fauna ittica utilizzando le procedure standardizzate del metodo Lake Fish Index (Volta, 2013): si rimanda a tali monitoraggi per maggiori dettagli sulle metodologie da utilizzare in questi ambienti e per avere dati di cui avvalersi per eventuali confronti con il passato.

Bibliografia

AIAD, 1996. *La Carta Ittica*. AIAD Associazione Italiana Ittiologi d'Acqua Dolce. <http://www.aiad.it/index.php>

APAT, 2007. *Protocollo di campionamento e analisi della fauna ittica dei sistemi lotici*. In: “Metodi Biologici per le Acque. Parte I”. Manuali e Linee Guida, APAT, Roma, 31 pp.

Bagenal T.B., 1978. *Fish production in fresh waters*. Editor Blackwell, London, 365 pp.

Cowx I.G., 1990. *Developments in electric fishing*. Blackwell Scientific Publications Ltd, Oxford, pp.358

Gandolfi G., Zerunian S., Torricelli P., Marconato A., 1991. *I pesci delle acque interne italiane*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, 616 pp.

Huet M., 1962. Influence du courant sur la distribution des poissons dans les eaux courantes. *Revue Suisse d’Hydrologie*, 24, 412-432.

ISPRA, 2014: *Protocollo di campionamento e analisi della fauna ittica dei sistemi lotici guadabili*. Manuali e linee guida, ISPRA, Roma, 111: 20 pp.

Lorenzoni M., Ghetti L., Carosi A., Dolciami R., 2010. *La fauna ittica e i corsi d’acqua dell’Umbria*. Petrucci Editore, Città di Castello, 288 pp.

Maio G., Lorenzoni M., Perosino G., Tancioni L., La Porta G. 2014: Proposta di una standardizzazione nella raccolta dei dati territoriali, ambientali ed ittici ed organizzazione di una banca dati nazionale dell’AIAD. *Italian Journal of Ichthyology*, 1, 80.

Marconato A. 1991. *Metodi per lo studio della struttura delle popolazioni ittiche delle acque interne: la densità di popolazione*. INBS, Supplemento alle ricerche di biologia della selvaggina, 16, 7-18.

Mearelli M., Lorenzoni M., Petesse M.L., Giovinazzo G., Carosi A., Cingolani L., Ghetti L., Montilli G., Mossone M., Nelli P., Uzzoli C., 1996. *Carta ittica della Regione Umbria*. Tipografica Salvi, Perugia.

Moran P.A.P., 1951. A mathematical theory of animal trapping. *Biometrika*, 38, 307-311.

Anderson R.O., Neumann R.M., 1996. Length, weight, and associated structural indices. In Murphy B.R., Willis D.W. (Eds): *Fisheries techniques*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp. 447-478.

Ricker W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 191, 1–382.

Seber G.A.F., Le Cren E.D., 1967. Estimating population parameters from catches large relative to the population. *Journal of Animal Ecology*, 36, 631-643.

Stoch F., Genovesi P. (ed.), 2016. *Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie animali*. ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 141/2016, 378 pp.

Tejerina-Garro F.L., Fortin R., Rodríguez M.A., 1998. Fish community structure in relation to environmental variation in floodplain lakes of the Araguaia River, Amazon Basin. *Environmental Biology of Fishes*, 51, 399-410.

Volta P., 2013. *Indice per l'analisi dello stato di qualità della fauna ittica finalizzato alla valutazione dello stato ecologico dei laghi italiani: Lake Fish Index (LFI)*. In: *Indici per la valutazione della qualità ecologica dei Laghi*. Report CNR-ISE, 02.13, 115-138.

Volta P., Sala P., Campi B., Cerutti I., *Protocollo di campionamento della fauna ittica nei laghi italiani*. Report CNR ISE 02.14, 15 pp.

Zippin C., 1956. An evaluation of the removal method of estimating animal populations. *Biometrics*, 12, 163-189

Zippin C., 1958. The removal method of population estimation. *Journal of Wildlife Management*, 22, 82-90.