



Provincia di Pesaro - Urbino

UFFICIO GESTIONE E TUTELA DELLE ACQUE INTERNE



Università degli Studi di Perugia

DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA CELLULARE E AMBIENTALE

**STUDIO DI POPOLAZIONE RIGUARDANTE LO
SCAZZONE (*Cottus gobio* L.), SPECIE ITTICA AU-
TOCTONA, VOLTO A PRESERVARE LE POPOLAZIO-
NI NATURALI PRESENTI NEI TORRENTI DELLA
PROVINCIA DI PESARO - URBINO.
RELAZIONE FINALE**



A cura di:

Elisabetta Franchi, Roberto Barbaresi, Luca Esposito, Daniela Giannetto, Massimo Lorenzoni, Laura Pompei, Claudio Tensi.

Indice

Introduzione	3
1. Lo scazzone	5
2. Area d'indagine	10
3. Metodi di campionamento	12
4. Analisi di laboratorio	18
5. Alimentazione della trota fario	25
6. Risultati	
6.1 Parametri ambientali	26
6.2 Fauna Ittica	33
6.3 Ecologia dello scazzone	42
7. Analisi contenuto stomacale della trota fario	78
8. Conclusioni	84
9. Bibliografia	88

Introduzione

Lo scazzone (*Cottus gobio* L., 1758) è un pesce d'acqua dolce di piccola taglia, appartenente alla famiglia dei Cottidi. Predilige acque fresche, ben ossigenate, correnti e con fondali costituiti da massi, ciottoli e ghiaia. In particolare vive nei corsi d'acqua delle zone montane - pedemontane e nei tratti iniziali delle zone di risorgiva (Gandolfi *et al.*, 1991). Tale specie è molto sensibile alle alterazioni della qualità ambientale ed in particolare alle pressioni antropiche. Le principali minacce per la specie derivano essenzialmente dagli interventi in alveo che ne distruggono gli habitat e le aree di riproduzione (le artificializzazioni degli alvei, rettifica dei corsi d'acqua, attività di estrazione degli inerti, ecc.), ma anche da fenomeni di inquinamento e dai prelievi idrici (Zerunian, 2002). Un altro fattore di rischio è dovuto alla predazione esercitata da altre specie ittiche (come ad esempio le trote immesse in modo massiccio a favore della pesca sportiva) (Zerunian, 2002).

In Italia lo scazzone è diffuso in tutto l'arco alpino, nei due versanti dell'Appennino Tosco-Emiliano, nelle Marche e nella parte alta del bacino del Tevere (Zerunian, 2002). Il crescente degrado ambientale e la conseguente riduzione delle aree idonee alla riproduzione ha portato ad una contrazione e frammentazione delle popolazioni di *Cottus gobio*; per questo lo scazzone è classificato come specie 'vulnerabile' nel Libro rosso degli animali d'Italia-Vertebrati (Bulgarini *et al.*, 1998), inoltre è inserito nella Direttiva 92/43/CEE tra le "specie animali e vegetali d'interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione" (all. II). I popolamenti di scazzone presenti nella regione Marche appaiono particolarmente importanti poiché rappresentano uno dei limiti meridionali dell'areale di distribuzione della specie in Europa (Bevagna *et al.*, 1990; Kottelat e Freyhof, 2007).

Proprio per il loro rilievo biogeografico e l'importanza che rivestono ai fini della conservazione della specie, la provincia di Pesaro e Urbino ha ritenuto opportuno promuovere un'indagine sulle popolazioni di scazzone presenti nei corsi d'acqua ricadenti nel proprio territorio, effettuata mediante uno studio ecologico degli ambienti colonizzati dalla specie ed un esame delle caratteristiche biologiche e demografiche dei popolamenti stessi. L'analisi delle comunità ittiche, infatti, non può prescindere da quello dell'ambiente in cui vivono, in quanto la distribuzione e

la presenza delle singole specie sono fortemente influenzate dalle condizioni morfo - idrologiche dei corsi d'acqua, dalla qualità delle acque e dalla composizione della comunità acquatica. In questo contesto, il progetto vuole indagare l'abbondanza e la distribuzione dello scazzone nei corsi d'acqua ricadenti nella provincia e accertare lo stato di conservazione delle popolazioni attuali e degli ambienti in cui tale specie vive.

L'obiettivo principale della ricerca è quello di ampliare lo stato delle conoscenze riguardanti l'abbondanza, l'ecologia e la biologia delle popolazioni di scazzone presenti nel reticolo idrografico provinciale, allo scopo di fornire indicazioni sulle cause che possono rappresentare una minaccia per la sopravvivenza degli individui e indicare idonee strategie gestionali da intraprendere per migliorare lo stato di conservazione della specie.

1. Lo scazzone

Regno: *Animalia*

Phylum: *Chordata*

Classe: *Osteichthyes*

Ordine: *Scorpaeniformes*

Famiglia: *Cottidea*

Genere: *Cottus*

Specie: *Cottus gobio* Linnaeus, 1758



Morfologia

Lo scazzone è una specie d'acqua dolce di modeste dimensioni che raramente supera i 15-16 cm di lunghezza (Gandolfi *et al.*, 1991). Presenta un corpo fusiforme che va assottigliandosi progressivamente verso la coda; la parte dorso-ventrale è appiattita e risulta particolarmente adatta alla vita bentonica in acque correnti. Rispetto al resto del corpo, la testa è molto grossa, larga ed appiattita, più grande nei maschi rispetto alla femmine.

La bocca è ampia, munita di denti disposti in file su entrambe le mascelle e di spesse labbra carnose. Gli occhi, situati in posizione dorsale sulla testa, sono insoliti in quanto presentano una cornea duplice e lo spazio pericorneale pieno di fluido. Questa caratteristica può aiutare a proteggere gli occhi, sia dai danni causati da particelle sospese nell'acqua, sia quando il pesce cerca ricovero sotto le pietre (Tomlinson e Perrow, 2003).

Lo scazzone presenta due pinne dorsali molto ravvicinate: la prima è formata da 5-6 raggi spinosi, la seconda è formata da 16-18 raggi molli (Bevagna *et al.*, 1990). La pinna anale si contrappone alla seconda dorsale ed è formata da 10-15 raggi molli. La pinna caudale è triangolare o quasi arrotondata, con il margine posteriore convesso. Le pinne pettorali, ampie e ben sviluppate, si aprono a ventaglio; anche le pinne ventrali, avanzate in posizione toracica, sono robuste e ben sviluppate (Gandolfi *et al.*, 1991). Queste ultime vengono utilizzate dallo scazzone per aderire al fondo, infatti, curvando verso l'esterno le pinne pettorali, il pesce oppone resistenza al flusso d'acqua e riesce a rimanere fermo sul fondo.

La colorazione di fondo della livrea varia, in relazione all'habitat, da bruno-grigio, a bruno-verdastro, con macchie irregolari più scure sul dorso e sui fianchi, a volte confluenti a formare bande trasversali scure. Questa colorazione offre una buona mimetizzazione tra le pietre e le foglie morte che compongono i fondali dei corsi d'acqua in cui lo scazzone vive.

Un carattere diagnostico del genere *Cottus* è costituito dalla pelle quasi totalmente priva di scaglie, a parte le 30-35 scaglie localizzate in corrispondenza della linea laterale (Tomlinson e Perrow, 2003). Un'ulteriore caratteristica che contraddistingue questo genere è l'assenza della vescica natatoria come adattamento alla vita bentonica.



Fig. 1: Area di distribuzione dello scazzone.

Distribuzione e Habitat

Lo scazzone è una specie ad ampia diffusione europea: è presente infatti dai Pirenei agli Urali, dalla Scandinavia all'Italia centro-settentrionale; nei Balcani si spinge a sud fino alla Macedonia e alla Bulgaria (Fig. 1). In Italia la specie è di origine autoctona ed è diffusa in Italia settentrionale (in tutto l'arco alpino e nelle risorgive dell'alta pianura a nord del Po),

nell'Appennino Tosco-Emiliano, nelle Marche e nella parte più settentrionale (Umbria) del bacino del Tevere (Zerunian, 2002), limitatamente a pochi affluenti nella sinistra idrografica del bacino (Bevagna *et al.*, 1990); in passato la sua presenza è stata indicata anche in Abruzzo e nel Lazio (Bruno, 1987 e 1995), ma tali segnalazioni andrebbero confermate con ulteriori indagini (Bianco, 1987).

La sistematica del genere *Cottus* è stata recentemente modificata (Kottelat e Freyhof, 2007), ma la nuova impostazione non è da tutti condivisa (Bianco e Delmastro, 2011): nel passato con il binomio *Cottus gobio* venivano erroneamente

identificate diverse specie appartenenti a questo genere, oggi nei corsi d'acqua europei sono state distinte, su base morfologica e molecolare, 15 specie del genere *Cottus*. Un importante carattere diagnostico per la distinzione delle diverse specie di scazzone è la presenza, assenza e l'estensione di spine sul corpo. Queste spine sono le vestigia delle scaglie e posso trovarsi radicate più o meno in profondità nella pelle. Le analisi genetiche condotte sugli scazzoni dei due versanti alpini, italiano e centro europeo, hanno dimostrato una notevole uniformità genetica a sostegno dell'esistenza di una unica specie (Slechtova *et al.*, 2004): la presunta specie endemica italiana, *C. ferrugineus* Heckel e Kner, 1858, descritta per il lago di Garda, deve essere considerata un sinonimo di *Cottus gobio* (Bianco *et al.*, 2011).

Per Kottelat e Freyhof (2007) nel territorio italiano oltre a *Cottus gobio* è presente un altro cottide, *Cottus scaturigo* (Freyhof, Kottelat e Nolte, 2005); questa specie è endemica del fiume Timavo, che scorre a nord di Trieste e si differenzerebbe da *C. gobio* soprattutto per la pigmentazione. Per Bianco e Delmastro (2011), già Pomini (in Bianco e Delmastro, 2011) accennava alla notevole variabilità della pigmentazione degli scazzoni del Friuli e, anche sulla base di considerazioni di carattere biogeografico, appare difficile ammettere la validità di *C. scaturigo*.

Lo scazzone è una specie reofila, strettamente bentonica, vive in acque fredde, ben ossigenate, correnti e limpide con fondali rocciosi, ghiaiosi o sabbioso-ghiaiosi. È tipica dei tratti fluviali della zona superiore e di quella inferiore della trota, ma la sua presenza è stata riscontrata anche nei laghi oligotrofici, nei tratti iniziali dei corsi d'acqua di risorgiva e nel Mar Baltico, dove si spinge anche in acque salmastre (Gandolfi *et al.*, 1991; Kottelat e Freyhof, 2007).

Biologia ed Ecologia

Lo scazzone è una specie solitaria e territoriale, attiva soprattutto nelle ore crepuscolari e notturne, durante il dì gli individui sono poco inclini agli spostamenti e preferiscono rimanere nascosti tra la vegetazione o al riparo di grosse pietre e di altri oggetti sommersi.

La dieta varia a seconda delle caratteristiche del corso d'acqua, della stagione e dell'abbondanza relativa dei gruppi di invertebrati bentonici. In generale, nei mesi invernali vengono predati maggiormente i crostacei (in particolare *Gammarus* spp. e *Asellus* spp.), mentre in estate sono selezionate soprattutto le larve d'insetti (ditteri, tricotteri, efemerotteri e plecoteri), gli anellidi (irudinei ed oligocheti) ed altri invertebrati; lo scazzone non disdegna anche le uova di altre specie ittiche o loro avannotti (Gandolfi *et al.*, 1991).

Essendo di piccola taglia, lo scazzone risulta vulnerabile a diversi predatori; la principale minaccia risulta la trota fario, poiché in Italia le due specie condividono lo stesso habitat e quest'ultima, attraverso la predazione diretta di uova, avannotti e adulti, può compromettere la sopravvivenza dello scazzone (Crisp, 1963; Prenda *et al.*, 1997). Comunque, in presenza di appropriati rifugi, le due specie possono coesistere, con la possibilità per lo scazzone di raggiungere anche buoni valori di densità (Perrow *et al.*, 1997). Altri possibili predatori risultano essere, oltre ad altre specie ittiche come il luccio (*Esox lucius*), l'anguilla (*Anguilla anguilla*), il cavedano (*Squalius squalus*) e il persico reale (*Perca fluviatilis*), anche gli uccelli piscivori come l'airone cenerino (*Ardea cinerea*), il martin pescatore (*Alcedo atthis*) e il merlo acquaiolo (*Cinclus cinclus*) (Tomlinson e Perrow, 2003). Per difendersi dai predatori e per spaventare chi invade il proprio territorio, lo scazzone emette suoni accompagnati da rapidi movimenti del capo e delle pinne pettorali (Ladich, 1989). Sia i maschi che le femmine producono suoni, ma i maschi lo fanno con maggiore frequenza e producono un suono più forte durante la notte. Inoltre i maschi emettono suoni prima della fecondazione con lo scopo, probabilmente, di corteggiare ed attirare la femmina nel nido (Ladich, 1989).

Il periodo di frega inizia a febbraio e può prolungarsi fino a giugno. Le femmine depongono solamente una volta all'anno nei ruscelli di montagna, dove la temperatura dell'acqua è più bassa, e fino a quattro volte nei corsi d'acqua più caldi (Fox, 1978).

Durante il periodo riproduttivo i maschi assumono una colorazione più scura, presentano il bordo della prima pinna dorsale di color crema e papille genitali sporgenti (Tomlinson e Perrow, 2003). Prima dell'accoppiamento, il maschio scava

tra i sassi, aiutandosi con le grosse pinne pettorali, una buca da adibire a nido. Dopo essere entrata nel nido, la femmina si ribalta e depone le uova che aderiscono alla volta del nido (Gandolfi *et al.*, 1991). Ogni femmina depone da 80 a 600 uova a seconda della propria taglia; solitamente da 2 a 4 femmine, ma possono arrivare anche a 10, depongono le uova nel riparo di uno stesso maschio. Le uova hanno una colorazione giallo-rossastra ed un diametro di 2 - 2.5 mm (Tomlinson e Perrow, 2003).

Il maschio presenta un atteggiamento spiccatamente difensivo nei confronti delle uova, che custodisce e sorveglia fino alla schiusa. Questo comportamento può costringere lo scazzone a periodi di digiuno, e si pensa che, in situazioni di forte stress, il maschio possa nutrirsi di parte delle uova (Tomlinson e Perrow, 2003); fenomeni di cannibalismo di tipo parentale sono stati osservati da Marconato *et al.*, (1988), dovuti alla durata e alla ridotta possibilità di foraggiamento durante le cure parentali.

Le uova schiudono dopo 20 - 30 giorni, a seconda della temperatura dell'acqua; le larve, che al momento della schiusa misurano 6 - 7.5 mm, si nutrono del sacco vitellino per circa 10 - 12 giorni. L'accrescimento risulta molto variabile a seconda delle disponibilità trofiche: negli ambienti di risorgiva, la crescita è rapida ma il ciclo vitale risulta breve (età massima di 4 - 5 anni, con lunghezze fino a 12.5 cm), mentre negli ambienti di montagna la crescita è lenta e il ciclo è più lungo (9 - 10 anni di età, con lunghezze fino a 15 - 16 cm) (Zerunian, 2002).

Gli scazzoni raggiungono la lunghezza di 4 - 5 cm dopo il primo anno di età, 6 cm dopo il secondo e 7 - 9 cm dopo il terzo (Maitland e Campbell, 1992). La maturità sessuale è raggiunta tra il 1° e 2° anno nelle risorgive e tra il 2° e il 4° anno negli ambienti di montagna.

2. Area d'indagine

Durante la campagna di campionamento sono stati presi in considerazione diversi corsi d'acqua appartenenti ai principali bacini idrografici della provincia di Pesaro - Urbino. I bacini indagati sono quelli del Metauro, del Cesano e dell'Esino, particolarmente nei loro tratti montani o pedemontani le cui caratteristiche sono adatte ad ospitare specie reofile, quale lo scazzone. La scelta delle stazioni è stata effettuata sulla base dei dati relativi alla presenza dello scazzone riportati nella Carta Ittica della provincia di Pesaro - Urbino (De Paoli *et al.*, 2006). In molte delle elaborazioni presentate in questa relazione i dati originali, raccolti nel 2010, sono stati integrati con le informazioni riportate nella Carta Ittica provinciale. Nella tabella 1 è riportato l'elenco delle stazioni indagate, mentre la figura 2 ne riporta la localizzazione sul reticolo idrografico provinciale.

STAZIONE	LOCALITÀ	CORSO D'ACQUA
ABIS01	Piobbico	Fosso Val d'Abisso
BEVA01	Cantiano	Torrente Bevano
BISC01	Acquaviva	Fosso Bisciucola
BOSS01	Ponte per Moria	Fiume Bosso
BURA01	Cantiano	Fiume Burano
BURA02	Zona No Kill	Fiume Burano
BURA03	Sopra Ponte Romano	Fiume Burano
BURA04	Ponte romano	Fiume Burano
BURA05	Ponte romano	Fiume Burano
CALD01	Abbadia Frontino	Fosso delle Caldare
CERT01	Confine provinciale	Torrente Certano
CERT02	Pianello	Torrente Certano
CESA01	Fonte Avellana	Fiume Cesano
CESA02	Cafanne	Fiume Cesano
CESA03	Leccia	Fiume Cesano
CESA04	Ponte Cimitero, Serra Sant'Abbondio	Fiume Cesano
CINI01	Frontone	Torrente Cinisco
CINI02	Cava Foci	Torrente Cinisco
EREM01	Piobbico	Fosso dell'Eremo
EREM02	Santa Maria in Moribondo	Fosso dell'Eremo
FIMA01	Pianello	Fiumicello di Massa
FURL01	Pianello, sotto strada Ca Marini	Fosso Furlan
GAMB01	Foci	Fosso del Gambero
GIOR01	Pianello di Cagli	Fosso di Giordano
GORG01	Captazione acqua	Fosso della Gorga
GORG02	Valdiorbis	Fosso della Gorga
PRES01	Monte Cimentino	Fosso Presa
SAVI01	Case Baso	Fosso Santo Savino
SCEB01	Paravento	Fosso Scebia
TENE01	Cantiano	Torrente Tenetra
VALD01	Acquaviva	Fosso Valdello
VEVE01	Abadia di Naro	Fosso delle Vene
VITO01	Confluenza Fosso Eremita	Rio Vitoschio
VITO02	Piobbico	Rio Vitoschio
VITO03	Sotto buca del pallone	Rio Vitoschio

Tab. 1: Elenco e localizzazione delle stazioni di campionamento, in rosso sono riportate le stazioni della Carta Ittica della provincia di Pesaro - Urbino (De Paoli *et al.*, 2006).

La codifica dei settori di campionamento è stata effettuata mediante un codice alfanumerico composto dalle prime quattro lettere del nome del corso d'acqua (es. Burano = BURA), seguito da due cifre che indicano la posizione progressiva del sito da monte verso valle lungo il medesimo fiume (stazione più prossima alla sorgente = 01 → BURA01).

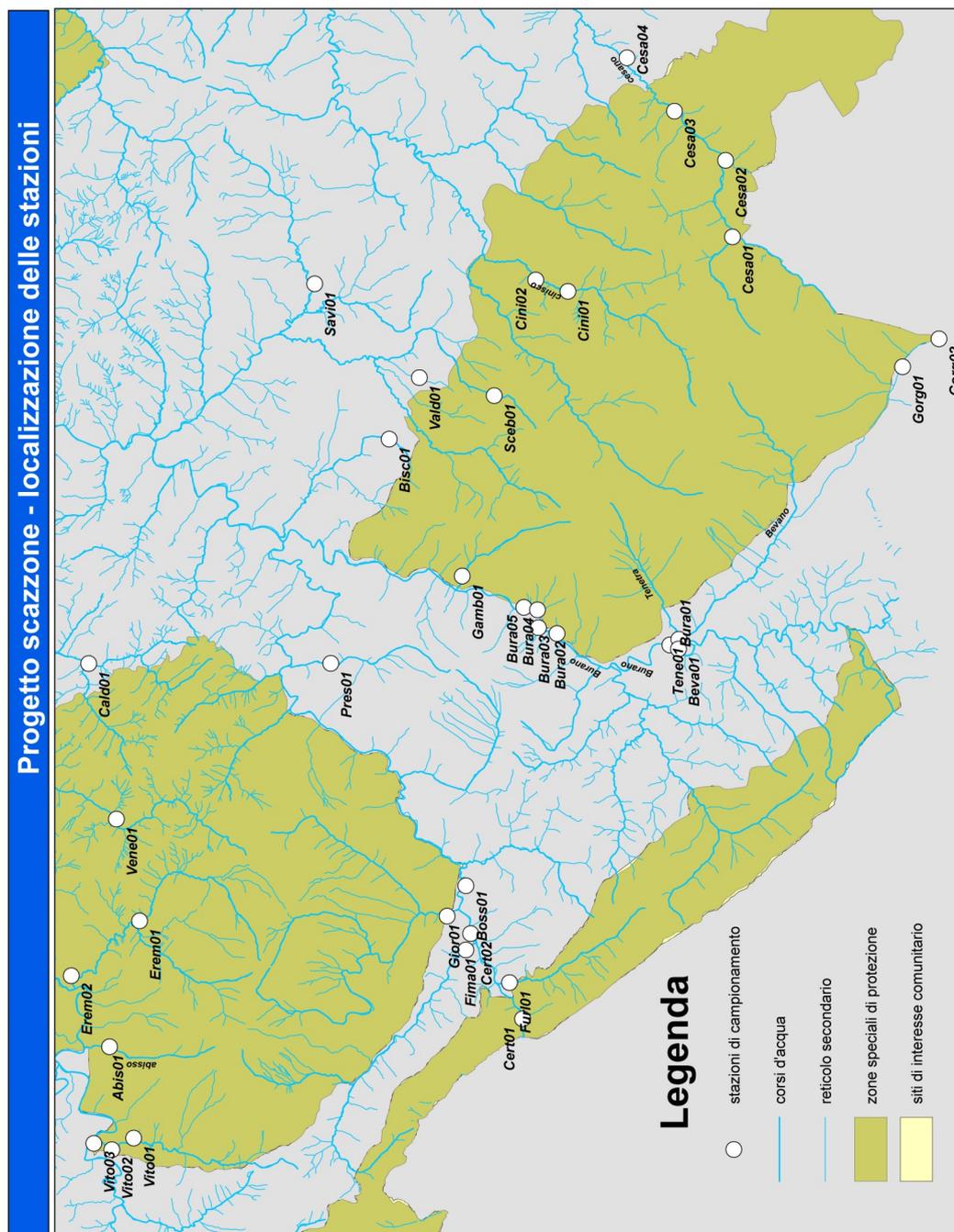


Fig. 2: Localizzazione delle stazioni di campionamento.

3. Metodi di campionamento

I campionamenti, eseguiti nei mesi di luglio e settembre 2010, sono stati condotti con il sistema della pesca elettrica, mediante l'ausilio di un elettrostorditore. Questa tecnica consente di catturare la fauna ittica efficacemente ed in tempi brevi in un ampio tratto di fiume; tutto ciò senza nuocere eccessivamente al pesce catturato, che può essere rilasciato subito dopo le operazioni di misura (Mearelli *et al.*, 2004).

L'elettrostorditore è costituito da:

1. un generatore di corrente;
2. una parte elettronica di comando e di regolazione della tensione e degli impulsi;
3. due elettrodi: l'anodo (positivo) e il catodo (negativo), che sono collocati entrambi in acqua.

L'apparecchio genera un campo elettrico, con le linee di forza che vanno da un elettrodo all'altro. L'anodo è costituito da un'asta di materiale isolante, che reca all'estremità un anello metallico munito di una rete; viene manovrato direttamente dall'operatore che con esso ricerca il pesce in ogni anfratto del fiume. Il catodo è invece costituito da una treccia di rame o altro metallo e, al contrario dell'anodo, rimane fisso in acqua; quando l'operatore pone l'anodo in acqua il circuito si chiude e si forma un campo elettrico (Mearelli *et al.*, 2004). Un pesce che si trova all'interno di tale campo viene sottoposto ad una differenza di potenziale che dipende dal punto del campo in cui si trova.

La tensione che agisce sul pesce dipende:

- dalla lunghezza dell'esemplare;
- dall'orientamento e dalla sua posizione nel campo elettrico;
- dalla sua vicinanza agli elettrodi;
- dalla tensione tra gli elettrodi.

Ogni pesce che viene in contatto con il campo elettrico generato va incontro alle seguenti reazioni (Peduzzi e Meng, 1976):

- ai limiti del campo elettrico il pesce si allarma e fugge (galvanotassi negativa);

- se nel corpo del pesce la differenza di potenziale cresce rapidamente, la fuga non è possibile e quando la tensione supera 0.4 volts l'esemplare comincia a vibrare; dopo questa fase vibratoria il pesce nuota attivamente verso l'elettrodo positivo (galvanotassi positiva);
- quando, nuotando verso l'anodo, il potenziale corporeo raggiunge valori critici, il pesce rimane paralizzato (galvanonarcosi) e si capovolge o si pone su un fianco;
- in presenza di un campo elettrico troppo elevato o a causa di un'eccessiva permanenza al suo interno, il pesce viene ucciso.

Se un pesce non si trova ortogonalmente alle linee di forza aumentano le sue possibilità di fuga, perché viene attraversato da una minore differenza di potenziale. I pesci di maggiori dimensioni sono attraversati da un numero maggiore linee di forza rispetto a quelli più piccoli e possono ricevere uno shock elettrico molto forte. Deve essere posta la massima attenzione a non toccare i pesci con l'anodo a campo elettrico inserito, perché ciò potrebbe provocare lesioni superficiali e traumi interni.

Ai fini dell'efficacia della cattura, è importante anche che la velocità con cui si instaura la differenza di potenziale corporea sia sufficiente ad indurre il fenomeno della galvanotassi. Se viene impiegato troppo tempo, il pesce ha modo di uscire dal campo elettrico e quindi di sfuggire alla cattura. Altro fattore che influenza notevolmente l'efficacia della pesca elettrica è la conducibilità dell'acqua: se l'acqua è troppo povera (acqua distillata) o troppo ricca di sali (acqua di mare) la pesca elettrica perde di efficacia. La condizione migliore si verifica quando l'acqua ed il pesce presentano la stessa conducibilità: in queste condizioni è massima la quantità di corrente che attraversa il pesce (Marconato, 1991).

Nel corso dei campionamenti è stato utilizzato un elettrostorditore di 4 kW di potenza, in grado di erogare sia corrente continua che pulsata; la scelta sul tipo di corrente da utilizzare è stata effettuata in relazione alla tipologia fluviale e alle specie potenzialmente presenti, al fine di catturare anche gli individui di taglia minore e le specie più resistenti (sulle quali è minore l'effetto della corrente), senza tuttavia danneggiare gli altri esemplari.

Le catture sono state effettuate mediante la tecnica delle passate successive (Moran, 1951; Zippin, 1956, 1958), la quale prevede che lo stesso tratto fluviale, sia campionato partendo da monte verso valle per due volte consecutive, applicando la stessa pressione di pesca (Seber e Le Cren, 1967).

I pesci catturati sono stati anestetizzati con fenossietanolo (0.2 mm l^{-1}) in modo da agevolare e rendere meno traumatica la loro manipolazione. Per ogni esemplare sono stati rilevati i seguenti parametri:

lunghezza totale (Lt) degli esemplari catturati, espressa in cm (con precisione di $\pm 0.1 \text{ cm}$). La misura è stata rilevata in ciascun individuo dall'apice del muso fino al lobo superiore della pinna caudale (Andersen e Neumann, 1996), per mezzo di una tavoletta ittiometrica graduata;

peso individuale (P) di ciascun esemplare catturato, espresso in grammi. E' stato valutato mediante una bilancia elettronica da campo (con precisione $\pm 1 \text{ g}$);

Ai fini della sola analisi della struttura per età della trota fario, è stato effettuato il prelievo delle scaglie su un sub-campione di ciascuna popolazione di questa specie, cercando di selezionare gli individui in modo da coprire tutte le classi di lunghezza ad intervalli di 1 cm (si veda il capitolo *Analisi di laboratorio*).

Al termine delle misurazioni sul campo, e dopo averli fatti riprendere dall'anestesia, tutti gli esemplari catturati sono stati rilasciati nei medesimi settori fluviali di prelievo.

Per ogni stazione di campionamento, per mezzo di strumentazione GIS, sono stati rilevati informazioni sulla pendenza, sull'altezza sul livello del mare e sulla distanza dalla sorgente del sito indagato. Inoltre sul campo sono stati raccolti i principali parametri utili alla caratterizzazione ambientale e morfo-idraulica che risultano fondamentali per lo studio della comunità ittica, in quanto influenzano la distribuzione, la struttura e le caratteristiche biologiche della fauna ittica (Mearelli *et al.*, 2004).

✓ **Larghezza media (m)**. E' stata misurata con una fettuccia metrica la larghezza della sezione di chiusura a monte ed a valle del settore di campionamento. Tale parametro è utile per una descrizione delle caratteristiche geometriche dell'alveo e per il calcolo della superficie campionata. In genere, anche nei

tratti fluviali scelti per essere indicativi delle condizioni tipiche dei corsi d'acqua indagati, la sua misura è molto variabile pertanto vengono utilizzati i valori medi (espressi in metri) come rappresentativi del tratto esaminato.

✓ **Lunghezza del tratto campionato (m).** Permette di calcolare la superficie del tratto campionato e quindi è indispensabile per valutare la densità ittica e lo standing crop.

✓ **Velocità stimata ($m s^{-1}$).** È la stima semiquantitativa della velocità della corrente ottenuta attraverso il giudizio dell'esperto. La velocità di corrente è stata suddivisa in cinque categorie (Tab. 2) e ad ogni categoria è stato attribuito un criterio di codifica numerico utile ai fini dell'elaborazione dati.

CATEGORIA	DESCRIZIONE	CODICE
MOLTO LENTA O FERMA	0 -5 $cm s^{-1}$	1
LENTA	6 -30 $cm s^{-1}$	2
MODERATA	31- 60 $cm s^{-1}$	3
RAPIDA < 1	61-100 $cm s^{-1}$	4
RAPIDA > 1	100 $cm s^{-1}$	5

Tab. 2: Criteri di codifica della velocità stimata.

✓ **Tipologia fluviale.** Sono state prese in considerazione 7 tipologie fluviali (Tab. 3) basate sulla turbolenza dell'acqua, la velocità di corrente e la profondità dell'alveo e dipendenti in massima parte dalla pendenza e dal substrato. Questi fattori giocano un importante ruolo nel definire la struttura delle comunità animali e vegetali che si insediano in questi ambienti. Il valore del parametro è stato espresso come percentuale delle diverse tipologie identificate; ai fini delle successive elaborazioni, ad ogni categoria è stato attribuito un criterio di codifica numerico.

CATEGORIA	DESCRIZIONE	CODICE
BUCHE	Velocità di corrente ridotta e profondità maggiore rispetto al resto del settore.	1
AREE DI FLUSSO UNIFORME	Flusso apparentemente laminare, spesso osservabile nelle sezioni potamali e artificializzate dei "grandi fiumi".	2
CORRENTINI	Flusso poco turbolento, in superficie non si notano forti increspature, in assenza di spuma.	3
RAPIDE	Zone a flusso turbolento, con continue e intense increspature in superficie e presenza di spuma.	4
SALTELLI	Salti di altezza fino a 0.3 m.	5
SALTI	Salti di altezza tra i 0.3 - 1 m.	6
CASCATE	Salti di altezza superiori ad 1 m.	7

Tab. 3: Criteri di codifica della tipologia fluviale.

-
- ✓ **Superficie ombreggiata dell'alveo.** È stato valutato il grado di ombreggiamento percentuale dovuto alla vegetazione ripariale presente sulle sponde: tale parametro influenza diversi processi quali la riduzione del divario di temperatura tra aria e acqua in estate ed il cambiamento delle caratteristiche delle cenosi vegetali ed animali in seguito alla variazione della copertura vegetale del fondo dell'alveo.
 - ✓ **Cover.** Percentuale dell'area campionata con presenza di potenziali rifugi per la fauna ittica, quali rami o tronchi in alveo, sottorive erose, massi che assicurano rifugi al di sotto, ecc.
 - ✓ **Copertura vegetale dell'alveo.** Percentuale dell'alveo fluviale coperta da fanerogame e macroalghe acquatiche. La copertura vegetale del fondo risulta condizionata da diversi fattori, quali: caratteristiche idrologiche (portata, velocità dell'acqua, profondità), grado di ombreggiamento, tipo di substrato, ecc. Inoltre regola, insieme alla granulometria, le caratteristiche e la distribuzione della fauna bentonica, anello fondamentale delle catene alimentari degli ecosistemi fluviali. Può, inoltre, essere molto importante per offrire rifugio alla fauna ittica o servire da substrato per la deposizione delle uova nelle specie a deposizione fitofila.
 - ✓ **Granulometria.** In base al diametro dei clasti prevalenti rispetto a tutti quelli presenti nell'alveo si distinguono sette categorie granulometriche, alle quali è stata attribuita una percentuale di copertura del fondo. Le classi di granulometria utilizzate sono riportate nella tabella 4 (Wentworth, 1922). La granulometria influenza profondamente le biocenosi degli ecosistemi lotici, più di quanto avvenga in altri ambienti acquatici; ad esempio, laddove i clasti sono soggetti ad incessante rotolamento verso valle o ad un'azione di erosione-deposito (prevalentemente substrati a ciottoli-ghiaia), la colonizzazione del substrato ad opera degli organismi bentonici diventa più difficile. La natura dei fondali dei fiumi è in stretta relazione con la pendenza e la velocità dell'acqua, che generalmente diminuiscono progressivamente da monte verso valle (gradiente longitudinale). Troviamo così roccia viva, massi e grosse pietre negli alvei di torrenti montani; il materiale del fondo si riduce nelle dimensioni man

mano che viene trasportato a valle, fino a giungere agli alvei di pianura caratterizzati da sabbia e limo. Qui la corrente diviene così debole da non portare in

CATEGORIA	DIAMETRO (mm)	CODICE
ARGILLA/LIMO	< 0.02 mm	1
SABBIA	≤ 2 mm	2
GHIAIA FINE	2 - 16 mm	3
GHIAIA MEDIA	16 - 64 mm	4
GHIAIA GROSSA	64 - 256 mm	5
MASSI	25.6 cm - 1 m	6
GRANDI MASSI	> 1 m	7
ROCCE DI FONDO	banchi di rocce non frammentate	8

Tab. 4: Criteri di codifica delle classi granulometriche.

sospensione, se non durante le piene, il substrato che ricopre l'alveo. Anche per questo parametro sono stati attribuiti dei codici ad ogni categoria ai fini dell'elaborazione dei dati, corrispondenti all'elemento percentualmente più importante.

- ✓ **Antropizzazione.** Tale variabile prende in considerazione gli impatti antropici come: urbanizzazione, scarichi di varia origine, alterazioni idromorfologiche, degrado della vegetazione riparia, ecc. Nella tabella 5 vengono riportate le diverse categorie di antropizzazione e i codici ad esse assegnati ai fini dell'elaborazione dei dati.

CATEGORIA	CODICE
ASSENTE	0
LIEVE	1
MODERATO	2
PRESENTE	3
INTENSO	4

Tab. 5: Criteri di codifica della pressione antropica.

4. Analisi di laboratorio

Determinazione dell'età

La determinazione dell'età, per le popolazioni di trota fario, è stata effettuata mediante analisi microscopica delle scaglie (scalimetria). Le scaglie, prelevate all'atto del campionamento, sono state selezionate: per ogni esemplare sono state scelte le scaglie migliori e scartate quelle illeggibili, quali quelle di rigenerazione o di sostituzione aventi *focus* ampio ed allargato. La selezione è stata effettuata con un microscopio ottico dotato di telecamera che permette la visualizzazione della scaglia sul monitor di un computer, rendendo più agevole la fase di lettura e controllo dell'età attribuita. Ciò consente anche l'archiviazione delle scaglie in un database gestito da un apposito software di analisi dell'immagine (IAS 2000).

Le scaglie sono formazioni ossee dermiche che si accrescono per anelli concentrici contestualmente alla crescita del pesce (Tesch, 1955). Nella scaglia è possibile distinguere una zona centrale detta *focus* ed intorno una serie di anelli concentrici detti *circuli*, che rappresentano l'accrescimento della scaglia stessa. I *circuli* sono formati dalla deposizione del calcio sui bordi della scaglia. La velocità di deposizione, e quindi l'accrescimento della scaglia, non è costante ma è funzione delle variazioni metaboliche del pesce (Bagenal, 1978). Un tasso metabolico elevato nella stagione estiva, causato dalle alte temperature e dall'abbondanza di cibo, comporta infatti un aumento del tasso di crescita dell'individuo e, conseguentemente, delle scaglie. Questo rapido accrescimento sarà quindi rappresentato da *circuli* radi e ben distanziati, che al microscopio si identificano come una banda più chiara. Durante il periodo invernale, invece, si ha un rallentamento del metabolismo e quindi della velocità di crescita delle scaglie. Ciò si traduce in *circuli* più addensati tra loro e visibili sotto forma di bande più scure dette *annuli* (Tesch, 1955). Contando gli *annuli* è possibile risalire al numero degli inverni trascorsi dal pesce fino al momento della sua cattura e quindi attribuire ogni esemplare alla rispettiva classe d'età. Le classi d'età sono state espresse come 0+, 1+, 2+ ecc..., dove il valore numerico è riferito agli inverni trascorsi mentre il segno + all'accrescimento realizzato nei mesi successivi alla formazione dell'ultimo *annulo*. La data che per convenzione viene scelta per separare una

classe d'età dall'altra è il 31 dicembre (Bagenal, 1978). Il metodo scalimetrico è tra i metodi più utilizzati per la determinazione dell'età nei pesci, in quanto non arreca eccessivi danni all'individuo sottoposto al prelievo delle scaglie.

La determinazione dell'età per quanto riguarda lo scazone non è stata effettuata attraverso la conta dei *circuli* in quanto questa specie è priva di scaglie e l'utilizzo di altre strutture ossee (come ad esempio: opercoli e vertebre) avrebbe comportato il sacrificio di un numero consistente di individui. Quindi, si è scelto di determinare le diverse classi di età partendo dalla distribuzione delle frequenze di lunghezza attraverso il software FISAT (FAO - ICLARM stock assessment tools). Tale software utilizza il metodo di Bhattacharya (Bhattacharya, 1967) per identificare le singole coorti d'età scomponendo la distribuzione di frequenze di lunghezza di un campione (Bagenal, 1978).

Struttura di popolazione

Una popolazione ittica è rappresentata dall'insieme degli individui appartenenti alla stessa specie che interagiscono in una data area. La distribuzione delle loro età è regolata da diversi fattori: cicli riproduttivi e vitali, rapporti preda-predatore, inferenza dell'ambiente. A questi devono essere aggiunti, se la popolazione è aperta, il complesso delle immissioni e dei prelievi imputabili allo sfruttamento delle risorse ittiche. La struttura di popolazione è rappresentata mediante la disaggregazione, per classi d'età, dell'abbondanza di un significativo numero di esemplari. La demografia della popolazione è fortemente influenzata dal rapporto tra i vari gruppi d'età e sulla base delle caratteristiche di una struttura si possono dedurre le possibili tendenze in atto. Infatti, se una popolazione è in rapida espansione la distribuzione di frequenza degli individui delle classi più giovani sarà in generale molto elevata; se la popolazione è stazionaria la distribuzione delle classi d'età sarà più uniforme; infine se la popolazione è in declino la distribuzione di frequenza sarà molto elevata per le classi più vecchie e scarsa per quelle più giovani. Le popolazioni ben strutturate hanno generalmente un'elevata frequenza di esemplari nati nell'anno (0+), con abbondanze degli esemplari delle classi d'età superiori progressivamente decrescenti in funzione del tempo.

Un altro parametro importante per comprendere le dinamiche all'interno di una popolazione è la mortalità, che costituisce la diminuzione della popolazione in seguito alla morte degli individui. Viene di solito espressa come tasso di mortalità, cioè come il rapporto tra il numero di individui scomparsi ed il tempo. Il tasso di mortalità può essere assoluto (n°ind/anno) o specifico; in questo caso si riferisce al numero di morti nell'unità di tempo per unità di popolazione (n°ind/anno ind).

La sopravvivenza rappresenta in numero degli individui presenti nella popolazione; è quindi, l'inverso della mortalità.

Il tasso istantaneo di mortalità (Z) è stato stimato utilizzando il metodo della regressione lineare tra il logaritmo naturale del numero degli esemplari catturati e l'età. La relazione che lega il tasso istantaneo di mortalità (Z) alla sopravvivenza (S) è:

$$S = e^{-Z}$$

mentre tra sopravvivenza (S) e tasso annuale di mortalità (A) esiste la relazione:

$$A = 1 - S$$

Così calcolati i parametri S e A risultano di particolare interesse, poiché rappresentano la percentuale degli individui, rispetto al numero iniziale, sopravvissuti (S) o morti (A) al termine del periodo di campionamento (1 anno) (Ricker, 1975).

Densità e standing crop

Le catture sono state effettuate mediante la tecnica delle passate successive, grazie alla quale è stato possibile stimare il numero probabile di individui presenti nel settore fluviale indagato; sulla base di tale dato sono stati calcolati la biomassa probabile e quindi la densità (ind m⁻²) e lo standing crop (g m⁻²).

Affinché il metodo possa essere applicato correttamente il numero di pesci della prima passata (C_1) deve essere superiore al numero di pesci catturati in seconda passata (C_2), se tale condizione si verifica, il numero probabile (N) di pesci presenti nel settore indagato è (Moran, 1951; Zippin, 1956, 1958):

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

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

seguenti condizioni (Marconato, 1991):

- 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.

La seconda condizione, a differenza della prima e della terza, può non essere sempre garantita, poiché, la pesca elettrica presenta un certo grado di selettività, in quanto ha una maggiore efficacia sugli individui di maggiori dimensioni (Marconato, 1990). Per ovviare a tale inconveniente, la stima dell'abbondanza delle popolazioni è stata effettuata disaggregando il campione in classi di taglia omogenea (classi d'età).

Una volta calcolato il numero probabile è possibile ottenere la biomassa probabile (B) moltiplicando il numero probabile (N) per il peso medio degli esemplari catturati (Marconato, 1991):

$$B = N P$$

La densità ($n \text{ ind m}^{-2}$) e lo standing crop ($g \text{ m}^{-2}$) sono stati calcolati dividendo il numero probabile e la biomassa probabile per le superfici dei rispettivi settori di campionamento.

Accrescimento

Regressione lunghezza-peso

Nei pesci i valori biometrici della lunghezza (L_t) e del peso (P) sono legati tra loro da una relazione, in cui il peso varia come potenza della lunghezza. Tale relazione permette di dare una prima valutazione delle caratteristiche dell'accrescimento di una popolazione. La regressione lunghezza - peso è stata valutata per lo scazzone, sia per il campione totale che separatamente per ogni settore fluviale indagato, attraverso la seguente relazione (Ricker, 1975; Bagenal, 1978):

$$P = a L_t^b$$

dove:

P = peso totale in grammi;

L_t = lunghezza totale in cm;

a = intercetta con l'asse delle y ;

b = coefficiente di regressione.

Il coefficiente di regressione b rappresenta il rapporto specifico tra le lunghezze del pesce ed il suo peso (Marchetti, 1993) e permette di valutare il tipo di crescita del pesce. Può assumere valori compresi tra 2 e 4 (Ricker, 1975). Inoltre, il coefficiente di regressione (b) può essere legato alle varie fasi dello sviluppo del pesce o può evidenziare una condizione ambientale lontana da quella naturale, soprattutto per quanto riguarda le caratteristiche nutrizionali. Quando $b = 3$ l'accrescimento è di tipo isometrico: la forma del pesce è regolare e ben proporzionata nelle tre dimensioni dello spazio; quando invece b assume un valore diverso da 3 l'accrescimento è allometrico e si ha la predominanza di una delle dimensioni di crescita sulle altre. Più precisamente, se $b < 3$ l'individuo ha una maggiore crescita in lunghezza ed è esile e affusolato (condizione questa che si riscontra spesso nei primi stadi di vita), se invece risulta $b > 3$ l'esemplare ha un aspetto tozzo e l'altezza prevale sulla lunghezza (condizione tipica degli stadi di maturità) (Bagenal, 1978).

Accrescimento teorico in lunghezza

L'accrescimento è stato indagato per lo scazzone sia per il campione complessivo sia per i singoli tratti fluviali indagati, nei casi in cui la popolazione risultava strutturata in un numero sufficiente di classi di età. È stato utilizzato il modello di von Bertalanffy (1938), che si basa sulla seguente equazione:

$$L_t = L_\infty \{1 - e^{-k(t-t_0)}\}$$

dove:

L_t : lunghezza totale in cm all'età t ;

L_∞ : asintoto della curva di accrescimento in cm; rappresenta la massima taglia raggiungibile degli individui della popolazione se si accrescessero indefinitamente;

k : velocità alla quale la curva di accrescimento si avvicina all'asintoto;

t_0 = età teorica in anni alla quale il pesce ha lunghezza pari a zero.

Le lunghezze utilizzate per determinare le incognite previste dal modello di von Bertalanffy sono le lunghezze medie raggiunte nelle varie classi di età. E' stato inoltre calcolato il parametro Φ' , espresso dall'equazione seguente (Pauly e Munro, 1984):

$$\Phi' = \log k + 2 \log L_{\infty}$$

Φ' descrive in maniera sintetica l'accrescimento in una popolazione. Il valore di Φ' infatti è influenzato da due fattori: le caratteristiche intrinseche delle popolazioni e l'ambiente in cui queste vivono e permette, quindi, di confrontare l'accrescimento di popolazioni differenti. Più è elevato il valore di Φ' , migliore sarà l'accrescimento di una popolazione (Abella *et al.*, 1994).

Fattore di condizione di Le Cren

Valutare la "condizione" di un pesce significa misurarne lo stato di benessere. Si ritiene, infatti, che il benessere di un individuo rifletta le sue condizioni fisiologiche e che dalla media ottenuta da un numero adeguato di esemplari a diverse lunghezze sia possibile rappresentare lo stato fisiologico dell'intera popolazione. Gli indici di condizione permettono di valutare questo stato di benessere basandosi sull'assunto che, a parità di lunghezza, pesci con un peso maggiore si trovano in condizioni fisiologiche migliori (ben nutriti) (Bagenal, 1978). Questi indici rappresentano uno strumento molto utile ai fini gestionali poiché permettono di conoscere indirettamente importanti elementi che caratterizzano l'ambiente acquatico in cui i pesci vivono (es.: capacità biogenica, influenza dei fattori abiotici, fenomeni di competizione, eccessivo sviluppo demografico della popolazione, ecc.). Inoltre, poiché si basano solo su dati di lunghezza e peso dei pesci, hanno il vantaggio di essere poco invasivi.

Grazie alla sua semplicità di calcolo, il fattore di condizione relativo (Le Cren, 1951) è tra gli indici più usati nel valutare la condizione dei pesci; esso permette di confrontare gruppi di individui interni ad un unico campione. La formula utilizzata per il suo calcolo è la seguente (Bagenal, 1978):

$$K_n = W_s/W'$$

dove:

W_s = peso somatico dell'individuo in g;

W' = peso ideale lunghezza – specifico in g, determinato tramite la regressione lunghezza peso del campione indagato.

Per il calcolo del peso ideale è stata utilizzata la regressione lunghezza peso calcolata considerando il campione totale come un'unica popolazione. Questo ha permesso di effettuare, tramite analisi della varianza (ANOVA), confronti statistici del valore medio del fattore di condizione tra le diverse classi d'età sia per il campione totale che per il campione disaggregato per stazione di campionamento.

Analisi delle corrispondenze canoniche

Per valutare le variazioni della composizione della fauna ittica in relazione alle variabili ambientali è stata utilizzata l'analisi delle corrispondenze canoniche (CCA) (ter Braak 1986, 1994). La CCA è, infatti, una tecnica di analisi multivariata, che permette di evidenziare e spiegare le relazioni tra associazioni biologiche di specie e il loro ambiente. Il metodo utilizza dati relativi alle comunità biologiche (generalmente dati di abbondanza) e dati abiotici, formando una combinazione di variabili ambientali che massimizza la separazione di nicchia delle specie.

Per testare la significatività degli assi di ordinamento è stato utilizzato il Monte Carlo test con 1000 permutazioni: un asse è stato considerato significativo dal punto di vista statistico se gli autovalori ottenuti dal set di dati permutati superano gli originali in non più di 50 ($\alpha = 0.05$). La matrice ambientale è formata da 11 variabili ambientali, mentre la matrice ittica è costituita dalle abbondanze (densità e standing crop) delle 6 specie ittiche rilevate nelle diverse stazioni di campionamento indagate direttamente nel corso della ricerca.

5. Alimentazione della trota fario

Al fine di indagare la presenza di un'eventuale attività predatoria della trota fario sullo scazzone, è stato analizzato il contenuto stomacale di un campione casuale di trote. Il contenuto stomacale è stato prelevato attraverso un metodo che non presuppone il sacrificio dell'individuo e che non arreca danni allo stesso: per mezzo di una piccola pompa sono stati immessi volumi d'acqua nell'esofago del pesce, che hanno provocato il rigurgito del cibo ingerito (Giles, 1980). Il contenuto stomacale di ciascun individuo è stato conservato in formalina al 4% e successivamente, in laboratorio, è avvenuto il riconoscimento ed il conteggio delle prede, attribuite alle rispettive categorie tassonomiche (ordine, classe, *phylum*), utilizzando uno stereomicroscopio. Nel caso in cui il contenuto alimentare risultava particolarmente sminuzzato o parzialmente digerito, si è risaliti al numero degli individui ingeriti attraverso il conteggio delle strutture più resistenti ai succhi gastrici (capsule cefaliche, gusci, carapaci, resti chitinizzati, ecc.).

I dati sono stati espressi come valore d'importanza (Hickley *et al.*, 1994):

$$(V.I.) = \%N \sqrt{\%S}$$

dove:

%N (abbondanza percentuale): numero di individui di ciascuna categoria alimentare rispetto al numero totale di individui;

%S (presenza percentuale): numero di stomaci contenenti ciascuna categoria alimentare sul numero totale degli stomaci pieni (Hickley *et al.*, 1994, Timmons *et al.*, 1981).

6. Risultati

Numerose stazioni di campionamento (11) fra quelle inizialmente previste dalla ricerca sono risultate prive di acqua e, di conseguenza, sono state escluse dalle successive elaborazioni.

6.1. Parametri ambientali

Complessivamente per i parametri ambientali sono state considerate 17 stazioni di campionamento.

Larghezza media dell'alveo

I tratti fluviali indagati risultano di modeste dimensioni: la larghezza media dell'alveo è, infatti, di 3.48 m, con valori compresi in un intervallo oscillante da un minimo di 0.70 m e un massimo di 12.00 m (Tab. 6).

Come mostrato nella figura 3, i valori maggiori di larghezza sono stati registrati per le tre stazioni localizzate sul fiume Burano (BURA03, BURA04 e BURA05) e nel tratto più a valle del fiume Cesano (CESA04), mentre dimensioni nettamente minori caratterizzano il fosso del

Larghezza alveo	
N valori	17
Minimo	0.700
Mediana	2.2000
Massimo	12.000
Media	3.476
Dev.Std.	2.858

Tab. 6: Larghezza dell'alveo.

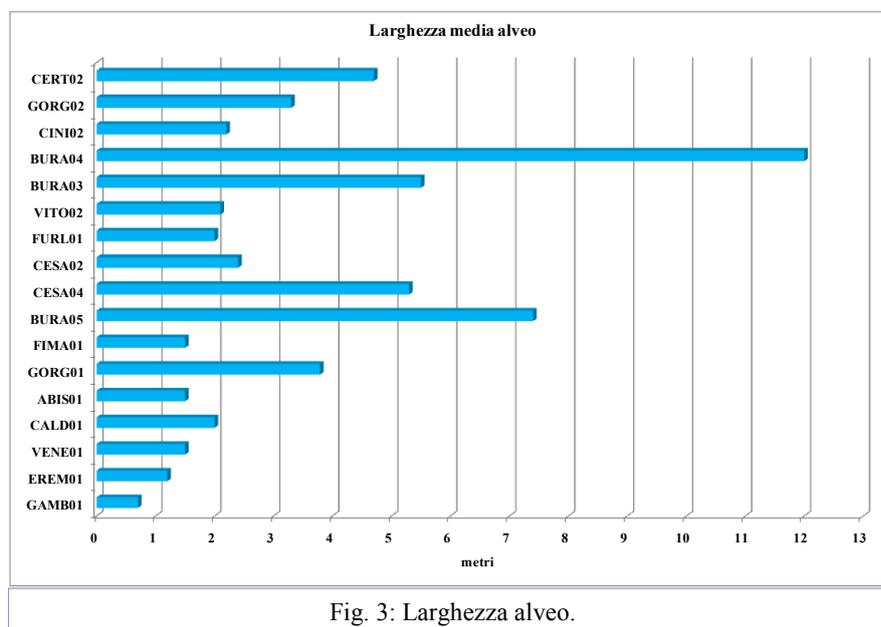


Fig. 3: Larghezza alveo.

Gambero (GAMB01) e il fosso dell'Eremo (EREM01). Le altre stazioni hanno una larghezza media compresa tra 1.5 (ABIS01, VENE01, FIMA,01) e 4.5 m (CERT02).

Velocità stimata

I corsi d'acqua dell'area indagata sono caratterizzati da una velocità di corrente che appare in generale abbastanza contenuta, nessuna stazione presenta la categoria a velocità minore (*molto lenta o ferma*, 0 - 5 cm/s) o la categoria a velocità maggiore (*rapida* >1, 100 cm s⁻¹). Il valore medio di tale parametro è di 2.82 cm s⁻¹ ed è compreso tra un valore minimo di 2.00, che indica corrente *lenta* (6 - 30 cm s⁻¹), ed un valore massimo di 4 e cioè corrente *moderata* (31 - 60 cm s⁻¹) (Tab. 7).

Velocità stimata	
N valori	17
Minimo	2.000
Mediana	3.000
Massimo	4.000
Media	2.824
Dev.Std.	0.636

Tab. 7: Velocità stimata.

La figura 4 mostra il dettaglio dei valori rilevati nelle singole stazioni: velocità elevate si riscontrano in entrambe le stazioni di campionamento del fosso della Gorga (GORG01, GORG02), mentre la maggioranza delle stazioni rientrano nella categoria *moderata* (31 - 60 cm s⁻¹); la corrente più debole, pari a 6 - 30cm s⁻¹, si registra in cinque stazioni (ABIS01, CALD01, EREM01, FIMA01, VITO02).

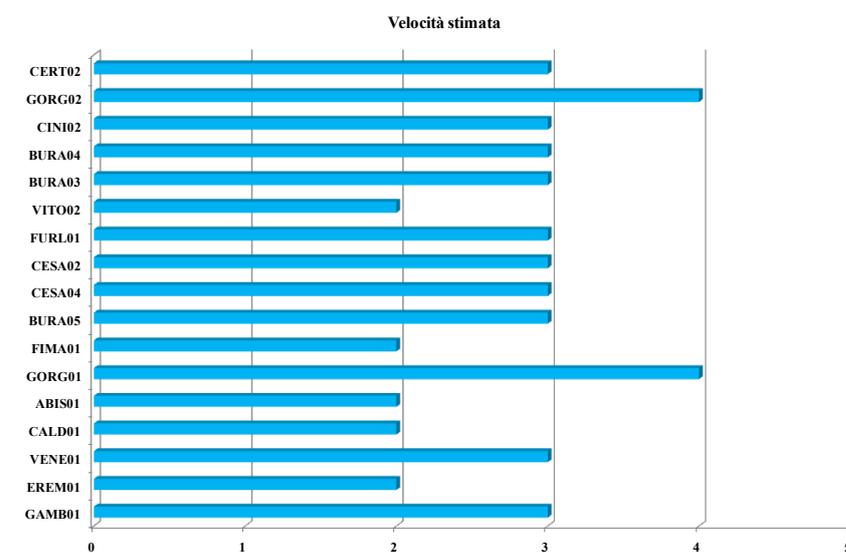


Fig. 4: Velocità stimata.

Tipologia fluviale

Le tipologie fluviali più comuni nei settori indagati sono *buche* (valore medio = 24.12%), *correntini* (valore medio = 24.12%) e *aree di flusso uniforme* (valore medio = 21.47%), seguiti da *rapide* (valore medio = 13.82%) e *saltelli* (valore medio = 10.00%); valori medi notevolmente inferiori si registrano per salti e

cascate, con valori rispettivamente pari al 2.94% e al 3.53% (Tab. 8).

	Buche	Aree di flusso uniforme	Correntini	Rapide	Saltelli	Salti	Cascate
N Valori	17	17	17	17	17	17	17
Minimo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mediana	20.000	15.000	20.000	15.000	10.000	0.000	0.000
Massimo	80.000	70.000	60.000	40.000	40.000	20.000	30.000
Media	24.118	21.471	24.118	13.824	10.000	2.941	3.529
Dev.Std.	17.874	24.416	19.704	12.566	10.458	5.879	7.859

Tab. 8: Tipologia fluviale.

La figura 5 mostra la composizione percentuale delle categorie fluviali nelle diverse stazioni campionate. La tipologia fluviale *cascate* è presente in quattro stazioni con percentuali che vanno da un massimo del 30% nella stazione VENE01 a un minimo di 10 per GORG01, CALD01 e FURL01. Anche la facies *salti* risulta presente in sole quattro stazioni, con bassi valori percentuali: 10% in FURL01 e 20% in GORG01, GORG02 e ABIS01. La tipologia *saltelli* oscilla invece, dalla completa assenza (valore minimo 0%) in 5 stazioni (VENE01, CALD01, FIMA01, CALD01 e VENE01) ad un massimo pari al 40% (GAMB01). I tratti fluviali caratterizzati dalla facies *rapide* vanno da un valore minimo dello 0% (FURL01, CERT02, ABIS01, CALD01, EREM01, VENE01) ad un valore massimo del 40%, raggiunto nella sola stazione di GORG02. La tipologia fluviale *correntini*

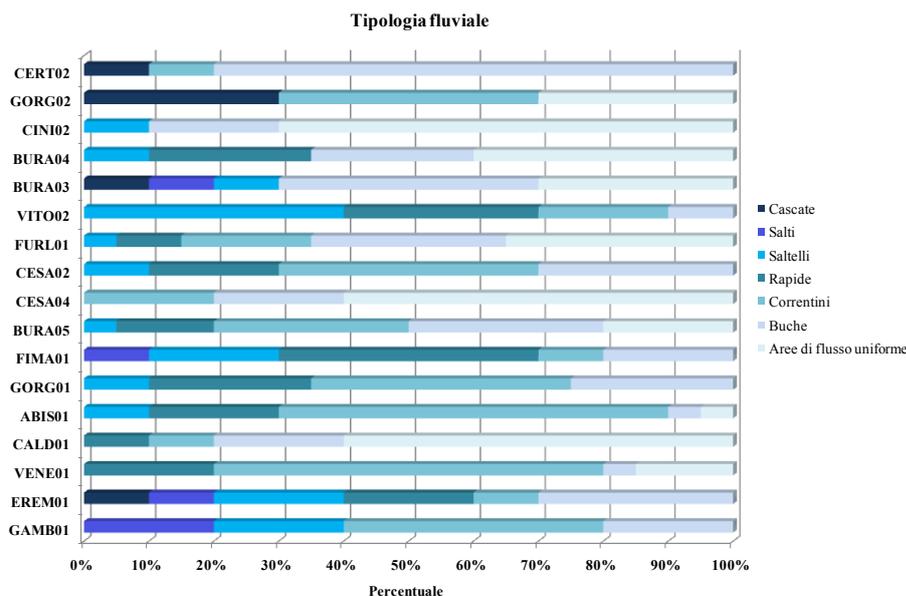


Fig. 5: Tipologia fluviale.

raggiunge le percentuali maggiori nelle stazioni BURA03 e BURA05, dove caratterizza il 60% del tratto campionato, mentre è del tutto assente nelle stazioni FURL01, EREM01 e VITO02. La facies *buche*, a differenza delle altre tipologie fluviali, è presente in tutte le stazioni con la sola eccezione di VENE01 e raggiunge un valore massimo pari all'80% (CALD01). Anche i tratti caratterizzati da *aree di flusso uniforme* sono presenti con percentuali alte, che raggiungono il 70% (EREM01), ma quest'ultima tipologia fluviale risulta del tutto assente in 7 dei settori fluviali indagati.

Superficie ombreggiata alveo

I corsi d'acqua indagati sono caratterizzati da una considerevole ombreggiatura dell'alveo, infatti, il valore medio che emerge dall'analisi statistica descrittiva del campione complessivo è pari al 78.53% (Tab. 9). La figura 6 mostra i valori percentuali di ombreggiatura per singola stazione: i valori sono compresi fra un minimo del 30%, registrato per la stazione più a monte del fiume Burano (BURA03) ad un massimo del 100%, registrato per ben quattro stazioni (GAMB01, GORG02, FURL01 e VITO02).

Ombreggiatura	
N valori	17
Minimo	30.000
Mediana	80.000
Massimo	100.000
Media	78.529
Dev.Std.	21.778

Tab. 9: Superficie ombreggiata.

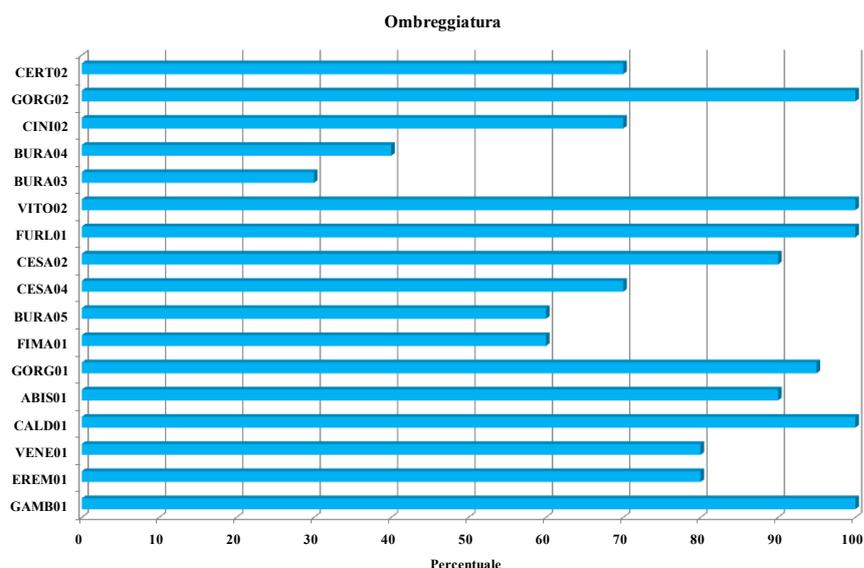


Fig. 6: Superficie ombreggiata alveo.

Cover

La presenza di ricovero per pesci (cover) appare abbastanza elevata, con valore medio del 54.59%, e varia da un minimo del 10% ad un massimo del 100% (Tab. 10).

Dalla figura 7 notiamo come la maggior parte dei settori fluviali indagati abbia un valore percentuale di cover al di sopra del 40% e che ben tre stazioni sono caratterizzate dal

massimo grado di ricovero: fosso delle Caldare (CALD01), il fosso delle Vene (VENE01) e il fosso dell'Eremo (EREM01). Percentuali più basse (10%) sono state riscontrate per la stazione posta sul fosso Val d'Abisso (ABIS01) e per la stazione più a monte sul fosso della Gorga (GORG01).

Cover	
N valori	17
Minimo	10.000
Mediana	50.000
Massimo	100.000
Media	54.588
Dev.Std.	33.210

Tab. 10: Cover.

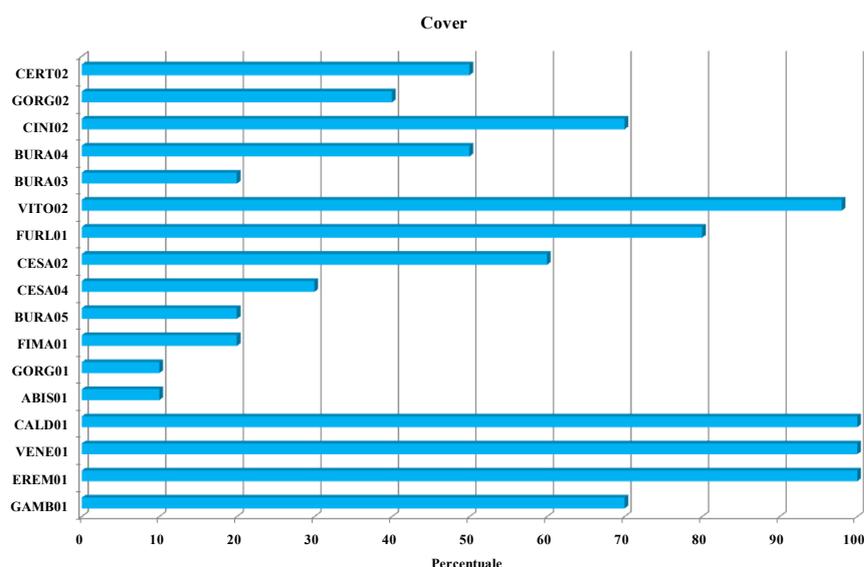


Fig. 7: Cover.

Granulometria

La granulometria dei settori indagati è caratterizzata dal prevalere di clasti di medie dimensioni su quelli di piccola e elevata grandezza (Tab. 11): i valori medi più alti si registrano per *ghiaia media* (22.35%) e *ghiaia grossa* (25.88%), seguono poi con percentuali sempre minori *massi* (19.12%), *ghiaia fine* (11.77%), *grandi massi* (7.35%), *argilla* (6.47%), *sabbia* (5.00%) ed infine *rocce di fondo*, quest'ultima categoria con un valore medio del 2.06%. L'analisi della composizione granulometrica delle diverse stazioni di campionamento è illustrata

	Argilla	Sabbia	Ghiaia Fine	Ghiaia Media	Ghiaia Grossa	Massi	Grandi Massi	Rocce di fondo
N valori	17	17	17	17	17	17	17	17
Minimo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mediana	0.000	5.000	10.000	20.000	30.000	20.000	0.000	0.000
Massimo	80.000	10.000	20.000	40.000	60.000	50.000	40.000	10.000
Media	6.471	5.000	11.765	22.353	25.882	19.118	7.353	2.059
Dev.Std.	19.265	5.000	5.286	14.374	14.603	11.213	11.197	3.976

Tab. 11: Granulometria.

nella figura 8. Nei tratti fluviali indagati, la composizione del fondo appare abbastanza eterogenea, con copresenza di clasti di dimensioni diverse. Risultano poco rappresentate le rocce non frammentate (*rocce di fondo*), rilevate in sole quattro stazioni (CERT02, CESA04, GAMB01, GORG01) e sempre con valori percentuali molto bassi e compresi tra il 5% e il 10%. Anche la categoria *argilla-limo* è risultata presente con bassi valori percentuali, ad eccezione della stazione del fosso delle Caldare (CALD01): qui la composizione granulometrica appare più omogenea ed è costituita per l'80% da clasti aventi un diametro inferiore a 0.02 mm. Come per il fosso delle Caldare, anche nella stazione sul fosso Val d'Abisso (ABIS01) la composizione del fondo risulta abbastanza omogenea, è infatti costituita per il 60% da *ghiaia grossa*, mentre, il restante 40% è equamente diviso tra *massi* e *ghiaia fine*.

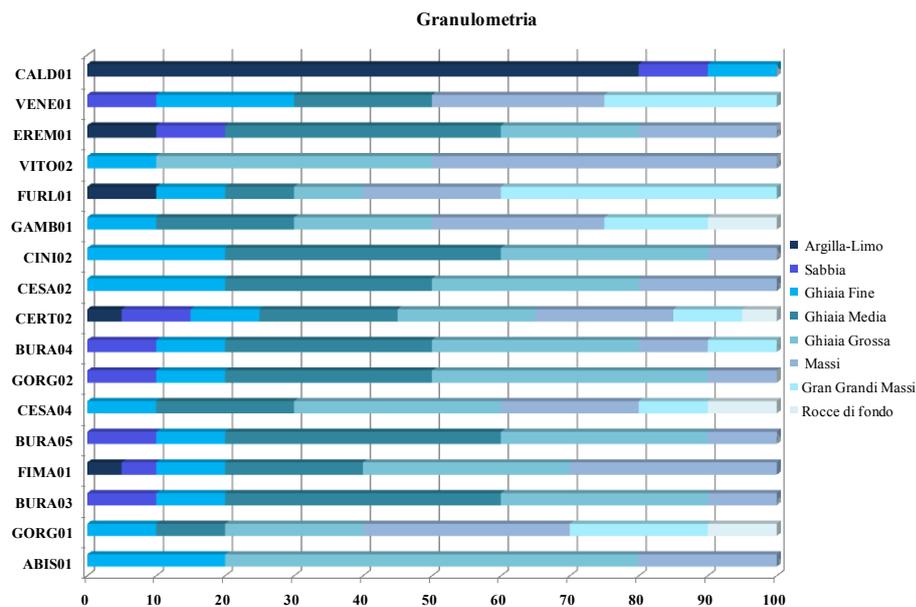


Fig. 8: Composizione granulometrica

Antropizzazione

L'attività umana risulta non avere un eccessivo impatto sulla naturalità dei corsi d'acqua indagati: infatti, come si può notare dalla tabella 12, il valore del parametro antropizzazione oscilla tra un minimo di 0.00 (impatto assente) ed un massimo di 3.00 (impatto presente) con un valore medio di 1.18 (situazione intermedia tra un impatto lieve ed uno moderato). La figura 9

Antropizzazione	
N valori	17
Minimo	0.000
Mediana	1.000
Massimo	3.000
Media	1.176
Dev.Std.	0.951

Tab. 12: Antropizzazione.

riporta i valori di antropizzazione per singola stazione di campionamento: come si può notare, due sono le stazioni che presentano un impatto antropico maggiore rispetto alle altre, costituite in particolare dalla stazione posta più a valle sul fosso della Gorga (CORG02) e da una intermedia sul fiume Certano (CERT02). Nel fosso della Gorga l'impatto antropico è dovuto alla presenza di prelievi idrici, agli sbarramenti che impediscono la libera circolazione della fauna ittica e all'artificializzazione delle rive. Nel fiume Certano invece, oltre ai prelievi idrici, è stata rilevata la presenza di un inquinamento organico diffuso. L'assenza di impatto, indice quindi di un ambiente naturale pressoché intatto, si registra in quattro dei corsi d'acqua indagati: nel fosso delle Caldare (CALD01), fosso delle Vene (VENE01), nel fosso dell'Eremo (EREM01) e nel fosso del Gambero (GAMB01).

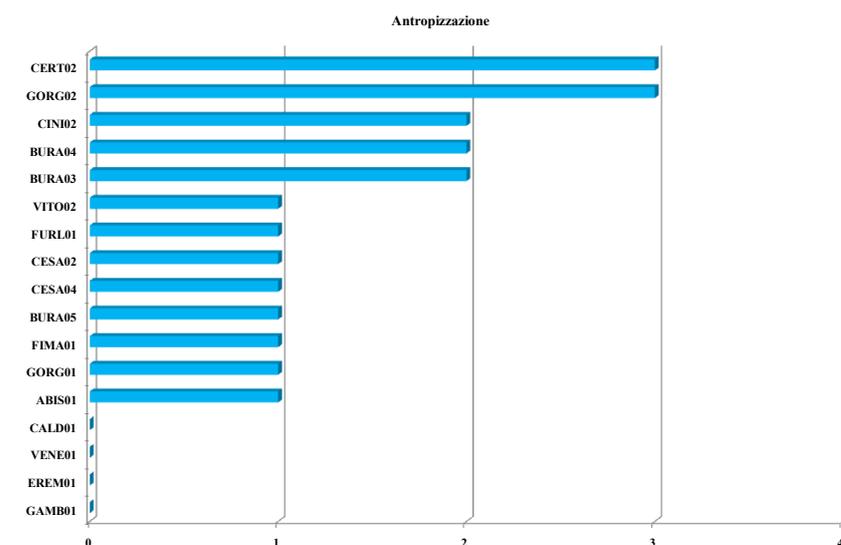


Fig. 9: Antropizzazione.

6.2. Fauna ittica

Nel corso del monitoraggio ittico sono stati campionati 1507 individui appartenenti a 6 specie ittiche, risultate tutte indigene per l'area indagata (Tabella 13).

Famiglia	Specie	Nome comune
Cyprinidae	<i>Squalius squalus</i> (Bonaparte, 1837)	Cavedano
	<i>Rutilus rubilio</i> (Bonaparte, 1837)	Rovella
	<i>Telestes souffia</i> Risso, 1826	Vairone
Gobiidae	<i>Padogobius bonelli</i> (Bonaparte, 1846)	Ghiozzo padano
Cottidae	<i>Cottus gobio</i> Linnaeus, 1758	Scazzone
Salmonidae	<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	Trota fario

Tab. 13 : Elenco delle specie ittiche rinvenute.

Il grafico della fig. 10 riporta la composizione per specie ittica del campione complessivo degli individui catturati: la specie più abbondante è risultata il ghiozzo padano, che costituisce il 32.05% del campione totale. Particolarmente numerosi sono risultati anche il vairone e lo scazzone, che rappresentano rispettivamente il 27.74% e il 26.14% degli esemplari catturati. Ad eccezione della trota, che costituisce il 13.67% degli individui catturati, le abbondanze delle altre specie sono molto più basse; infatti la rovella costituisce lo 0.27% del campione e il cavedano solo lo 0.13%. Probabilmente le scarse abbondanze di queste ultime due specie possono essere imputabili ad una loro preferenza per le acque meno fredde e con

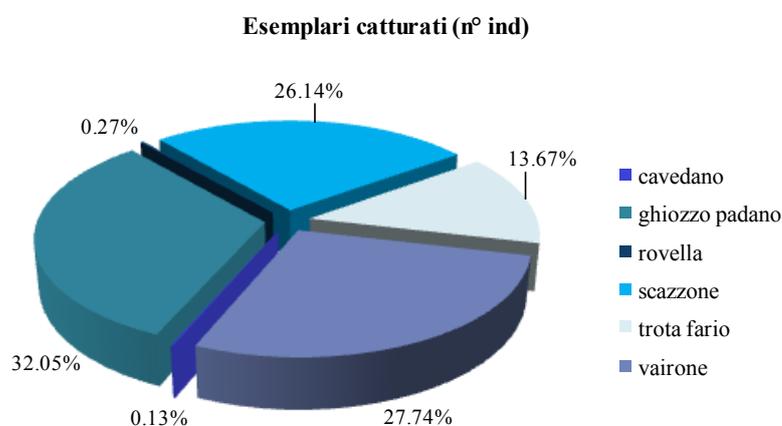


Fig. 10: Campione complessivo degli esemplari catturati disaggregato per specie ittica.

corrente più moderata, tipiche dei settori posti più a valle rispetto ai corsi d'acqua selezionati per rilevare la possibile presenza dello scazzone.

Per quanto riguarda la diffusione delle specie campionate nell'area in esame, la tabella 14 riporta la presenza delle specie ittiche nelle singole stazioni: in due casi non è stata rilevata la presenza di fauna ittica (GAMB01 e ABIS01), mentre 11 stazioni sono risultate prive di acqua al momento del campionamento. Le stazioni con il maggior numero di specie sono quelle sul fiume Burano (BURA03 e BURA04), nelle quali sono state campionate 5 specie su un totale di 6, mentre in quasi la metà delle stazioni campionate l'unica specie rinvenuta è data dalla sola trota fario. Da sottolineare che lo scazzone raramente forma comunità monospecifiche: solo nel caso del fiume Cesano (CESA02) è stata la sola specie rinvenuta.

	Cavedano	Rovella	Ghiozzo padano	Scazzone	Trota fario	Vairone
ABIS01						
BURA03		x	x	x	x	x
BURA04		x	x	x	x	x
BURA05			x	x	x	x
CALD01						x
CERT02	x			x	x	x
CESA02				x		
CESA04				x	x	
CINI02					x	
EREM01					x	
FIMA01				x	x	x
FURL01					x	
GAMB01						
GORG01					x	
GORG02				x	x	
VENE01						x
VITO02					x	x

Tab. 14: Presenza delle specie ittiche nelle stazioni di campionamento.

Densità ittica totale e standing crop ittico totale

Nella tabella 15 vengono riportati i risultati della statistica descrittiva della densità e dello standing crop relativamente al campione complessivo costituito, anche in questo caso come per i parametri ambientali, da un totale di 17 stazioni di

campionamento. Il valore medio della densità ittica complessiva non risulta elevato, è infatti pari a 0.73 ind m^{-2} ed i valori raggiunti da tale parametro sono compresi in un intervallo che oscilla da 0.00 a 3.51 ind m^{-2} .

Lo standing crop medio osservato è pari a 7.66 g m^{-2} e tale parametro oscilla tra un minimo di 0.00 ad un massimo di 31.72 g m^{-2} . I valori di standing crop risultano

	N valori	Minimo	Mediana	Massimo	Media	Dev.Std.
Densità (ind m^{-2})	17	0.000	0.354	3.513	0.731	0.911
Standing crop (g m^{-2})	17	0.000	4.985	31.715	7.664	8.295

Tab. 15: Abbondanza della fauna ittica.

bassi se confrontati con i valori di riferimento riportati in letteratura per i popolamenti a salmonidi (20 g m^{-2}) ed ancor di più lo sono se il paragone viene effettuato con quelli ciprinicoli (40 g m^{-2}) (Coles *et al.*, 1988). Ciò tuttavia è ampiamente giustificato dalle caratteristiche dei corsi d'acqua indagati, costituiti in massima parte da settori fluviali montani e oligotrofi.

Il grafico della figura 11 permette di confrontare i valori di densità e standing crop raggiunti nelle singole stazioni di campionamento indagate. In generale è possibile osservare come il comportamento dei due parametri non sia sempre

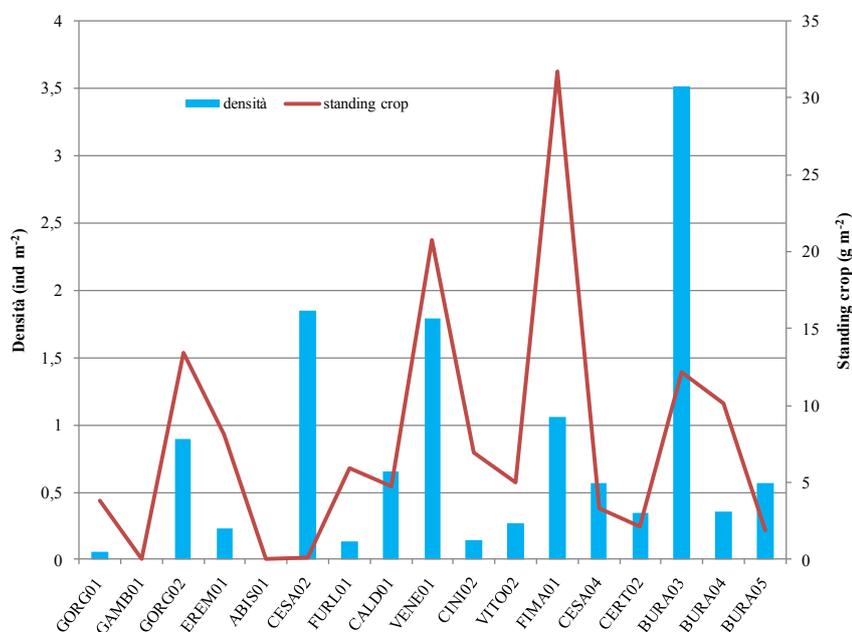


Fig. 11: Densità e standing crop del campione complessivo disaggregato per stazione.

concorde: cioè ad alti valori di densità non sempre corrispondono elevati valori di standing crop e viceversa. Ad esempio ad alti valori di densità, registrati nella stazione di campionamento sul fiume Cesano (CESA02) e in quella più a monte sul fiume Burano (BURA03),

non corrisponde una biomassa areale altrettanto elevata. Questo è dovuto al prevalere di individui di piccole dimensioni su quelli più grandi.

I valori più elevati di standing crop, invece, si registrano nel Fiumicello di Massa (FIMA01), nel fosso delle Vene (VENE01) e nel fosso della Gorga (GORG02); soprattutto nel primo caso si registra la presenza di pochi esemplari di fauna ittica, ma tutti di grandi dimensioni.

Per quanto riguarda le singole stazioni di campionamento, un'analisi più approfondita dei valori di densità e standing crop per singola specie ittica, viene discussa mediante le tabelle e i grafici di seguito riportati.

STAZIONE BURA03

Nella stazione più a monte fra quelle presenti sul fiume Burano (BURA03), il maggiore contributo sia alla densità che allo standing crop (Tab. 16) è fornito del ghiozzo padano e dal vairone. I valori di entrambi i parametri per le altre specie ittiche sono particolarmente bassi e, fatta eccezione per lo standing crop della trota fario, non superano l'unità. Per meglio comprendere la composizione in specie della comunità ittica indagata e il contributo di ogni singola specie in termini di densità e biomassa areale, nelle figure 12 e 13 vengono riportati i valori percentuali di tali parametri disaggregati per singola specie ittica.

Specie	Densità (ind m ⁻²)	Standing crop (g m ⁻²)
Vairone	1.300	5.832
Ghiozzo padano	2.194	4.081
Rovella	0.012	0.035
Trota fario	0.004	2.132
Scazzone	0.004	0.053
Totale	3.513	12.132

Tab. 16: Densità e standing crop disaggregati per specie.

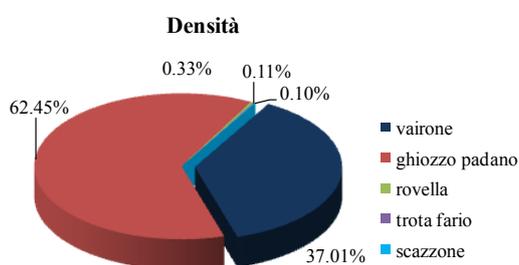


Fig. 12: Densità per singola specie.

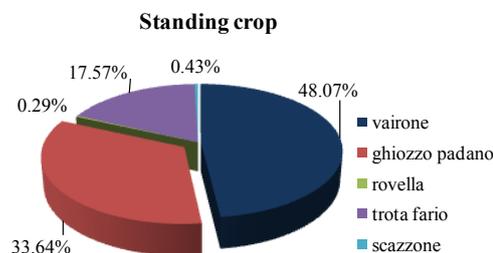


Fig. 13: Standing crop per singola specie.

STAZIONE BURA04

Nella stazione BURA 04 il numero di individui per unità di superficie

campionata è ancora minore che nella stazione precedente: tutte le specie ittiche presenti mostrano densità inferiori al valore di 1 ind m⁻². Anche i valori di standing crop risultano bassi e inferiori ad 1 g m⁻² per tutte le specie campionate, ad eccezione della trota fario che, con una biomassa areale di 9.06 g m⁻² (Tab. 17), rappresenta la specie nettamente dominante. Questo valore, accompagnato da una densità molto bassa e pari a 0.05 ind m⁻², indica che la popolazione è composta da pochi individui di grandi dimensioni.

Specie	Densità (ind m ⁻²)	Standing crop (g m ⁻²)
Trota fario	0.051	9.061
Ghiozzo padano	0.203	0.250
Vairone	0.049	0.139
Scazzone	0.049	0.729
Rovella	0.002	0.005
Totale	0.354	10.185

Tab. 17: Densità e standing crop disaggregati per specie.

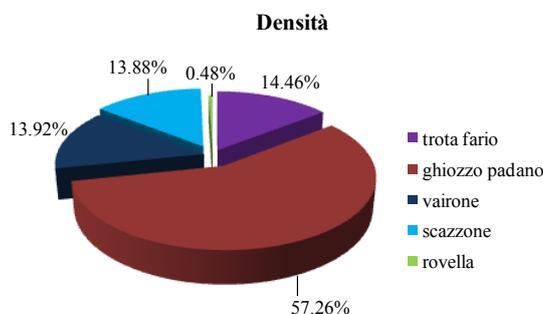


Fig. 14: Densità per singola specie.

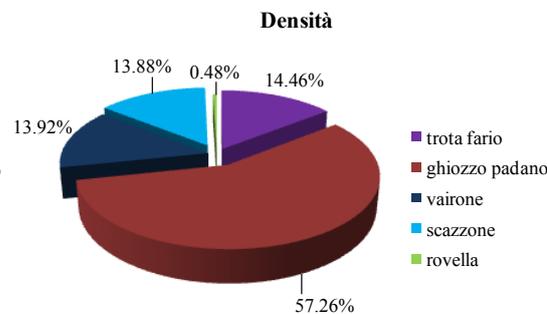


Fig. 15: Standing crop per singola specie.

STAZIONE BURAO5

BURAO5 è la stazione situata più a valle sul fiume Burano; la comunità ittica campionata è la stessa delle stazioni precedentemente discusse, fatta eccezione per la rovella risultata assente (Tab. 18).

Come mostrato dai grafici riportati nelle figure 16 e 17, anche in questo tratto fluviale, la specie dominante è il ghiozzo padano, la cui densità costituisce il 93.29% del totale, mentre la relativa biomassa areale costituisce il 65.6%. I valori percentuali di densità e standing crop delle altre specie campionate sono bassi e non superano il 3%, l'unica eccezione è costituita dalla trota fario, il cui standing crop è pari al 29.2%.

Specie	Densità (ind m ⁻²)	Standing crop (g m ⁻²)
Ghiozzo padano	0.530	1.262
Trota fario	0.014	0.562
Vairone	0.018	0.055
Scazzone	0.006	0.044
Totale	0.568	1.923

Tab. 18: Densità e standing crop disaggregati per specie.

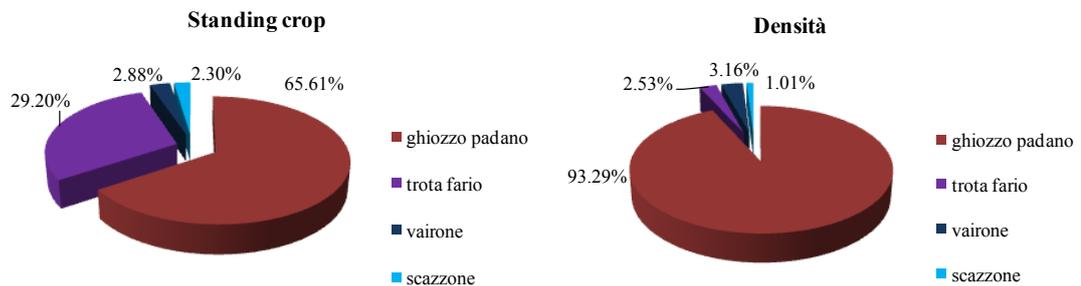


Fig. 16: Densità per singola specie.

Fig. 17: Standing crop per singola specie.

STAZIONE CALD01

Nel fosso delle Caldare l'unica specie presente è il vairone, la cui densità è di 0.65 ind m^{-2} , mentre lo standing crop è pari a 4.80 g m^{-2} (Tab. 19).

Specie	Densità (ind m^{-2})	Standing crop (g m^{-2})
Vairone	0.653	4.796

Tab. 19: Densità e standing crop disaggregati per specie.

STAZIONE CERT02

Nel fiume Certano (CERT02) le specie ittiche campionate sono quattro e cioè; scazzone, trota fario, vairone e cavedano. I valori di densità e standing crop per singola specie, come possiamo notare dalla tabella 20, non sono molto elevati. I maggiori contributi, in termini di densità, sono dati dal vairone (47.34%) e dallo scazzone (45.45%) (Fig. 18), mentre per quanto riguarda lo standing crop le specie che contribuiscono maggiormente sono la trota fario (42.97%) ed il vairone (34.16%) (Fig. 19).

Specie	Densità (ind m^{-2})	Standing crop (g m^{-2})
Scazzone	0.159	0.219
Cavedano	0.008	0.278
Trota fario	0.017	0.933
Vairone	0.166	0.742
Totale	0.350	2.172

Tab. 20: Densità e standing crop disaggregati per specie.

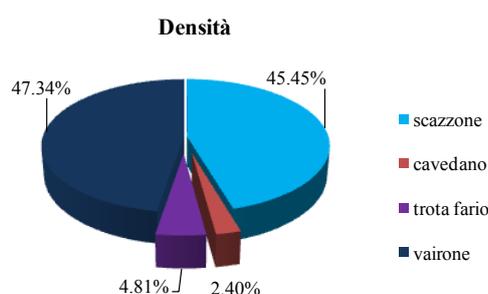


Fig. 18: Densità per singola specie.

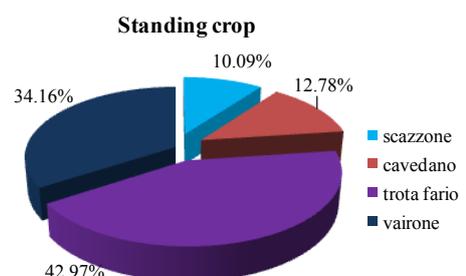


Fig. 19: Standing crop per singola specie.

STAZIONE CESA02

Lo scazzone è l'unica specie campionata nella stazione CESA02 (Tab. 21): raggiunge un valore di standing crop di 0.1 g m^{-2} , mentre la densità è abbastanza elevata e risulta pari a 1.84 ind m^{-2} .

Specie	Densità (ind m^{-2})	Standing crop (g m^{-2})
Scazzone	1.844	0.095

Fig. 21: Densità e standing crop disaggregati per specie.

STAZIONE CESA04

La stazione CESA04 è posta più a valle della stazione CESA02 precedentemente descritta: in questo tratto di fiume, oltre allo scazzone, è stata riscontrata anche la presenza della trota fario.

Specie	Densità (ind m^{-2})	Standing crop (g m^{-2})
Scazzone	0.534	2.333
Trota fario	0.034	0.966
Totale	0.568	3.299

Tab. 22: Densità e standing crop disaggregati per specie.

Il valore di densità della popolazione di scazzone è pari a 0.53 ind m^{-2} (Tab. 22), che costituisce il 94% della densità totale calcolata per la stazione, mentre la densità della trota risulta di 0.03 ind m^{-2} , che rappresenta solo il 6% del totale (Fig. 21). Anche per lo standing crop il contributo maggiore è dato dallo scazzone che, con il valore di 2.33 g m^{-2} , costituisce poco più del 70% della biomassa totale, a dispetto della trota il cui valore percentuale è poco sotto il 30% (Fig. 22).

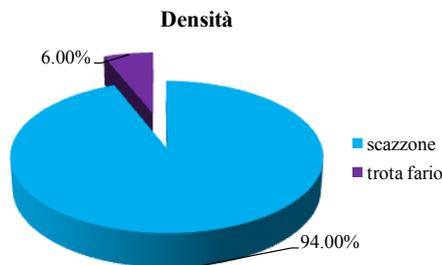


Fig. 21: Densità per singola specie.

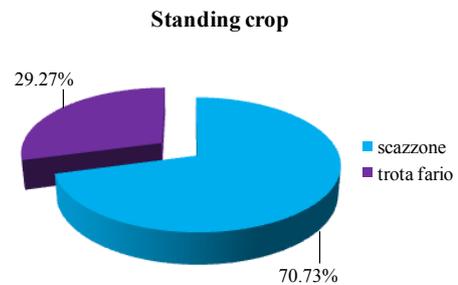


Fig. 22: Standing crop per singola specie.

STAZIONE CINI02

Nel torrente Cinisco (CINI02) la trota fario è l'unica specie presente: sia la densità che lo standing crop risultano modesti, rispettivamente pari a 0.14 ind m^{-2} e a 6.95 g m^{-2} (Tab. 23).

Specie	Densità (ind m^{-2})	Standing crop (g m^{-2})
Trota fario	0.141	6.948

Tab. 23: Densità e standing crop disaggregati per specie.

STAZIONE EREM01

Anche il fosso dell'Eremo (EREM01) presenta una comunità monospecifica, composta dalla sola trota fario, che ha un valore di densità di 0.23 ind m⁻² e una biomassa areale di 8.14 g m⁻² (Tab. 24).

Specie	Densità (ind m ⁻²)	Standing crop (g m ⁻²)
Trota fario	0.235	8.141

Tab. 24: Densità e standing crop disaggregati per specie.

STAZIONE FIMA01

Nella stazione FIMA01 è stato campionato un totale di tre specie ittiche: lo scazzone, il vairone e la trota fario (Tab. 25). In termini di densità il vairone e lo scazzone risultano le specie dominanti, infatti, insieme costituiscono quasi il 90% della densità totale (Fig. 23). La trota, per

Specie	Densità (ind m ⁻²)	Standing crop (g m ⁻²)
Scazzone	0.348	3.165
Trota fario	0.111	25.111
Vairone	0.603	3.439
Totale	1.063	31.715

Tab. 25: Densità e standing crop disaggregati per specie.

contro, ha un valore di standing crop maggiore rispetto alle altre due specie e partecipa alla composizione delle comunità con una percentuale del 79.18% (Fig. 24). Come già detto per le popolazioni di alcune stazioni precedenti, anche in questo caso l'alto valore di biomassa e il basso valore di densità numerica della trota fario sono giustificati dal prevalere di pochi individui, ciascuno avente tuttavia dimensioni elevate: ciò è probabilmente è conseguente alle immissioni operate da parte dell'uomo ai fini della pesca sportiva.

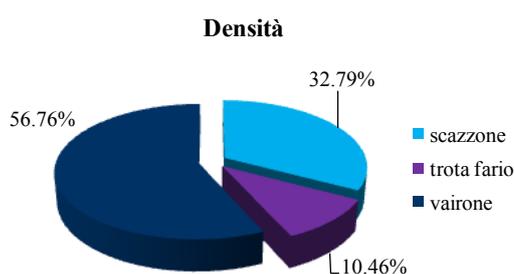


Fig. 23: Densità per singola specie.

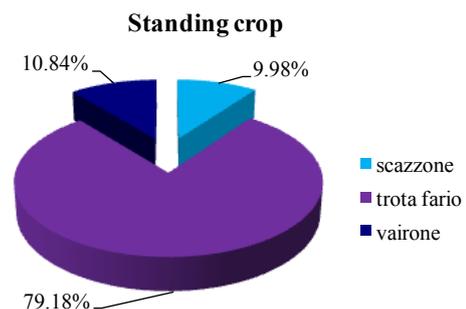


Fig. 24: Standing crop per singola specie.

STAZIONE FURL01

Nel FURL01 la comunità ittica è rappresentata dalla sola fario, che mostra una densità di 0.13 ind m⁻² e uno standing crop di 5.91 g m⁻² (Tab. 26); anche in questa stazione, la popolazione di trota fario è

Specie	Densità (ind m ⁻²)	Standing crop (g m ⁻²)
Trota fario	0.129	5.916

Tab. 26: Densità e standing crop disaggregati per specie.

costituita da pochi individui di dimensioni abbastanza ragguardevoli.

STAZIONE GORG01

Nel tratto più a monte del fosso della Gorga (GORG01) è presente un'unica specie ittica: la trota fario. Il valore di densità numerica e di standing crop sono entrambi bassi e pari rispettivamente a 0.06 ind m⁻² e a 3.80 g m⁻² per (Tab. 27).

Specie	Densità (ind m ⁻²)	Standing crop (g m ⁻²)
Trota fario	0.059	3.801

Tab. 27: Densità e standing crop disaggregati per specie.

STAZIONE GORG02

Nella seconda stazione di campionamento del fosso della Gorga (GORG02), alla trota fario si aggiunge lo scazzone ed è proprio quest'ultima la specie dominante dal punto di vista numerico, con una densità di 0.75 ind m⁻² contro un valore di 0.15 ind m⁻² per la trota (Tab. 28). Lo standing crop maggiore si registra, al contrario, per la fario con un valore di 8.19 g m⁻²; anche lo scazzone, tuttavia, raggiunge una biomassa elevata, pari a 5.20, che risulta il valore più alto riscontrato tra tutte le popolazioni indagate di questa specie. I grafici riportati nelle figure 25 e 26 mostrano come le due specie che compongono la comunità ittica contribuiscano in termini percentuali alla densità numerica e a quella ponderale calcolati per questa stazione.

Specie	Densità (ind m ⁻²)	Standing crop (g m ⁻²)
Scazzone	0.746	5.205
Trota fario	0.147	8.190
Totale	0.893	13.395

Tab. 28: Densità e standing crop disaggregati per specie.

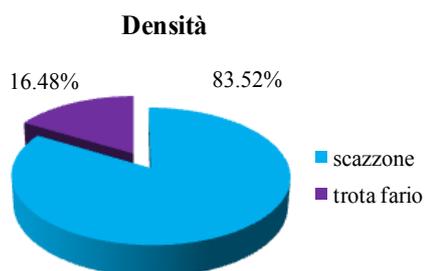


Fig. 25: Densità per singola specie.

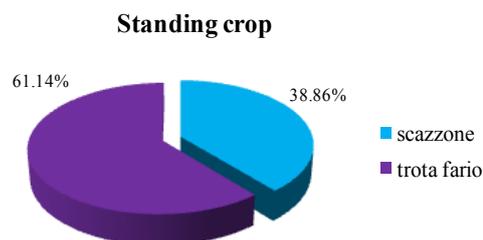


Fig. 26: Standing crop per singola specie.

STAZIONE VENE01

Anche il fosso delle Vene (VENE01) ha una comunità monospecifica: nel tratto indagato è stata riscontrata, infatti, la presenza del solo vairone. Come riportato nella tabella 29, i valori di densità e

Specie	Densità (ind m ⁻²)	Standing crop (g m ⁻²)
Vairone	1.789	20.784

Tabella 29: Densità e standing crop disaggregati per specie.

standing crop risultano abbastanza elevati, infatti, sono presenti quasi 2 individui ogni m² di superficie campionata, per una biomassa totale pari a 20.78 g m⁻², valore di tutto rispetto date le caratteristiche ambientali del tratto indagato.

STAZIONE VITO01

Nella stazione VITO02 sono state campionate due specie ittiche, la trota fario ed il vairone. Com'è possibile notare dai valori di densità e standing crop riportati nella tabella 30 e dai grafici sottostanti (Figg. 27 - 28), la trota domina sul vairone e per entrambi i parametri analizzati costituisce più del 90% del campione totale.

Specie	Densità (ind m ⁻²)	Standing crop (g m ⁻²)
Vairone	0.020	0.065
Trota fario	0.247	4.920
Totale	0.267	4.985

Tab. 30: Densità e standing crop disaggregati per specie.

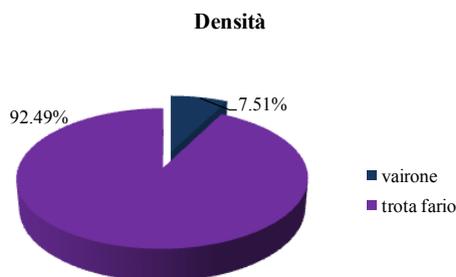


Fig. 27: Densità per singola specie.

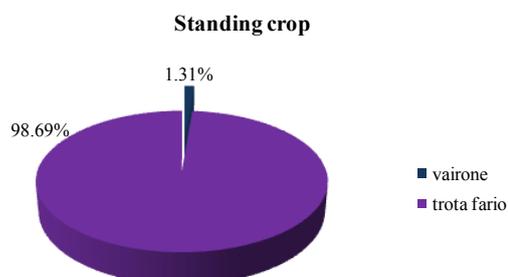


Fig. 28: Standing crop per singola specie.

ALTRE STAZIONI

Per quanto riguarda le stazioni sul Fosso Val d'Abisso (ABIS01) e sul Fosso del Gambero (GAMB01) non è stata riscontrata la presenza di fauna ittica; l'assenza di pesce è legata, probabilmente, alle caratteristiche idrologiche proprie dei fossi, che risultano ambienti di difficile colonizzazione da parte delle comunità ittiche in quanto sono ambienti molto variabili dal punto di vista idrologico, che alternano periodi di piene invernali, a periodi di magre estive che possono periodicamente portare alla totale assenza di acqua.

6.3 ECOLOGIA DELLO SCAZZONE

Per quanto riguarda l'analisi della distribuzione e dell'abbondanza delle popolazioni di scazzone nella provincia di Pesaro e Urbino, i dati raccolti durante i campionamenti svolti nel 2010 sono stati integrati con i dati di densità e di standing crop riportati nella Carta Ittica provinciale e relativi a 7 stazioni di campionamento

(De Paoli *et al.*, 2006). Non essendo in possesso dei dati di lunghezza, peso ed età dei singoli individui, non è stato possibile includere queste stazioni nelle ulteriori elaborazioni svolte.

I corsi d'acqua in cui è stata rilevata la presenza dello scazzone durante la realizzazione della Carta Ittica sono riportati nella tabella 31 insieme ai relativi codici delle stazioni di campionamento.

Codice stazione (Carta Ittica)	Codice stazione	Località	Corso d'acqua	Quota (m s.l.m)
Bevano03	BEVA01	Cantiano	Torrente Bevano	360
Bosso01	BOSS01	Ponte per Moria	Torrente Bosso	400
Burano02	BURA01	Cantiano	Fiume Burano	355
Cesano01	CESA01	Fonte Avellana	Fiume Cesano	585
Cesano02	CESA03	Leccia	Fiume Cesano	450
Giordano01	GIOR01	Pianello di Cagli	Fosso del Giordano	430
Tenetra01	TENE01	Cantiano	Torrente Tenetra	360

Tab. 31: Codici e localizzazione stazioni Carta Ittica della provincia Pesaro e Urbino.

Torrente Tenetra stazione Tenetra 01

Il campionamento, eseguito nel mese di settembre, ha permesso di rilevare 3 specie ittiche. La specie numericamente prevalente è senz'altro lo scazzone con il 97% del totale. Trota fario e trota iridea fanno registrare rispettivamente il 2 e l'1% del totale. Il torrente Tenetra, in questo tratto si presenta altamente compromesso dal punto di vista morfo-idraulico, tanto da non poter offrire, se non in misura molto limitata, rifugi ed aree di interesse per i differenti stadi vitali dei salmonidi. Lo scazzone è invece presente con una popolazione molto abbondante ed articolata in modo completo; ciò è da relazionare alla particolare tessitura del fondale, che al contrario delle rive, risagomate e devegetate, sta riacquistando una composizione naturale, dopo che alcuni interventi di manutenzione idraulica ne avevano ridotto la funzionalità ecologica. Lo scazzone, pertanto, oltre a trovare sassi e ciottoli di dimensioni adeguate alle proprie esigenze biologiche, trae vantaggio anche dalla rarefazione della trota fario, suo principale predatore e competitore per le risorse alimentari del macrobenthos. Lo scazzone costituisce una popolazione molto abbondante e strutturata in modo completo essendo presenti almeno 4 classi di età

differenti. La classe 0+ risulta sottostimata, ciò è sicuramente imputabile ai limiti di cattura che l'elettropesca possiede nei confronti dei pesci bentonici di piccola taglia (Marconato, 1991). La popolazione si trova comunque localizzata in circa 400 metri di corso d'acqua e pertanto è da considerarsi a grave rischio di "estinzione locale" (De Paoli *et al.*, 2006).

Fiume Cesano stazione Cesano 02

La stazione di monitoraggio è inserita in una zona di protezione integrale. Il campionamento, eseguito nel mese di ottobre, ha permesso di rilevare due specie ittiche. La specie numericamente più abbondante è risultata lo scazzone (63%), seguita dalla trota fario (37%). Lo scazzone costituisce una popolazione abbondante mentre la trota è presente unicamente con la prima classe di età ad accrescimento discreto (De Paoli *et al.*, 2006).

Torrente Bevano stazione Bevano 03

La stazione di monitoraggio è inserita in una zona di protezione integrale all'interno dell'abitato di Cantiano. Il campionamento, eseguito nel mese di settembre, ha permesso di rilevare quattro specie ittiche. La specie numericamente più abbondante è risultata essere la trota fario (67%), seguita dal vairone (20%), dallo scazzone (8%) e dal ghiozzo padano (5%) (De Paoli *et al.*, 2006).

Fiume Burano stazione Burano 02

La stazione di monitoraggio è inserita in una zona di protezione integrale. I campionamenti, eseguiti nel mese di settembre, hanno consentito di rilevare 8 specie. Specie numericamente prevalente è risultata essere il vairone con il 51%, seguito dal ghiozzo padano con il 41%; le altre specie contribuiscono al valore totale con poche unità percentuali ciascuna. In questo settore il fiume Burano riceve il contributo dei due affluenti montani di maggior importanza, il torrente Bevano ed il torrente Tenetra, che determinano un cambiamento dei parametri abiotici in favore delle specie stenoterme fredde. Aumentano al proposito, rispetto alla stazione precedente, i contributi sia numerici che ponderali offerti dalla trota fario. È inoltre presente lo scazzone, che in questa zona coesiste con il ghiozzo padano con il quale condivide alcune caratteristiche ecologiche. L'alborella, specie estranea al popolamento ittico indigeno, proviene da fuoriuscite accidentali da un

laghetto di pesca sportiva posto a monte (De Paoli *et al.*, 2006).

Fiume Bosso stazione Bosso 01

Numericamente dominante risulta il cavedano (44%), seguito dal vairone (16%), dalla rovela (14%), dal barbo (14%), dalla trota (10%) e dallo scazzone (2%). All'interno del tratto indagato si è potuto inoltre assistere ad una spiccata segregazione degli habitat da parte delle differenti specie ittiche: cavedano e rovela sono stati infatti rinvenuti nelle buche a velocità di corrente moderata; vairone e trota fario nelle zone a maggiore turbolenza, lo scazzone, per altro presente solo con esemplari adulti, in un unico settore fluviale dalla tessitura del fondale a sassi e ciottoli grossolani (De Paoli *et al.*, 2006).

Torrente Giordano stazione Giordano 01

La stazione di monitoraggio è inserita in una zona di protezione integrale. Il popolamento ittico è composto da due specie: lo scazzone e la trota fario. La trota costituisce una popolazione a ridotta densità sia numerica che ponderale, malgrado il novellame sia ben rappresentato. La storia recente del torrente Giordano ne ha visto la totale "captazione" ad uso idropotabile. Ne consegue che oggi la disponibilità di habitat per la fauna ittica si riduce agli ultimi 250 metri di corso d'acqua posti al di sopra della confluenza con il torrente Bosso, poiché in questo tratto è presente una piccola sorgente il cui esiguo contributo riesce a mantenere disponibilità di flusso costante anche nei mesi estivi. I rimanenti 3,4 km di torrente posti a monte della piccola sorgente non ospitano più popolamenti ittici stabili (De Paoli *et al.*, 2006). Lo scazzone costituisce una popolazione molto abbondante e strutturata in modo completo.

Densità ittica totale e standing crop dello scazzone

Complessivamente, nelle 15 stazioni in cui è risultato presente, i valori densità dello scazzone oscillano da un minimo di 0.004 ad un massimo di 1.84 ind m⁻², con

	N Valori	Media	Minimo	Massimo	Mediana	Dev Std.
Densità (ind m ⁻²)	15	0.379	0.004	1.844	0.260	0.502
Standing crop (g m ⁻²)	15	1.438	0.044	5.205	0.729	1.631

Tab. 32: Statistica descrittiva dei valori di densità e standing crop dello scazzone per il campione complessivo.

un valore medio di 0.37 ind m⁻²; il valore medio di standing crop è invece di 1.43 g m⁻², con valori che variano da minimo 0.04 a un massimo di 5.20 g m⁻² (Tab. 32).

Nella tabella 33 e nella figura 29, vengono invece riportati i valori di abbondanza numerica e ponderale dello scazzone per singola stazione di campionamento.

La densità assume il valore maggiore nella stazione CESA02, con quasi 2 individui su ogni metro di superficie indagata. Anche nel torrente Tenetra (TENE01) la densità risulta elevata con un valore di quasi 1 ind m⁻², così come, nella stazione più a valle del fosso della Gorga (GORG02, 0.75 ind m⁻²). Il minor numero di

individui per metro quadro si registra nel BURA03 (0.004 ind m⁻²) e nel BURA05

Codice Stazione	Densità (ind m ⁻²)	Standing crop (g m ⁻²)
BEVA01	0.017	0.170
BOSS01	0.017	0.240
BURA01	0.022	0.200
CESA01	0.370	2.220
CESA03	0.260	1.320
GIOR01	0.331	1.650
TENE01	0.990	3.950
BURA04	0.049	0.729
BURA05	0.006	0.044
CERT02	0.143	0.197
CESA02	1.844	0.095
CESA04	0.534	2.333
FIMA01	0.348	3.165
GORG02	0.746	5.205
BURA03	0.004	0.053

Tab. 33: Densità e standing crop dello scazzone per singola stazione di campionamento.

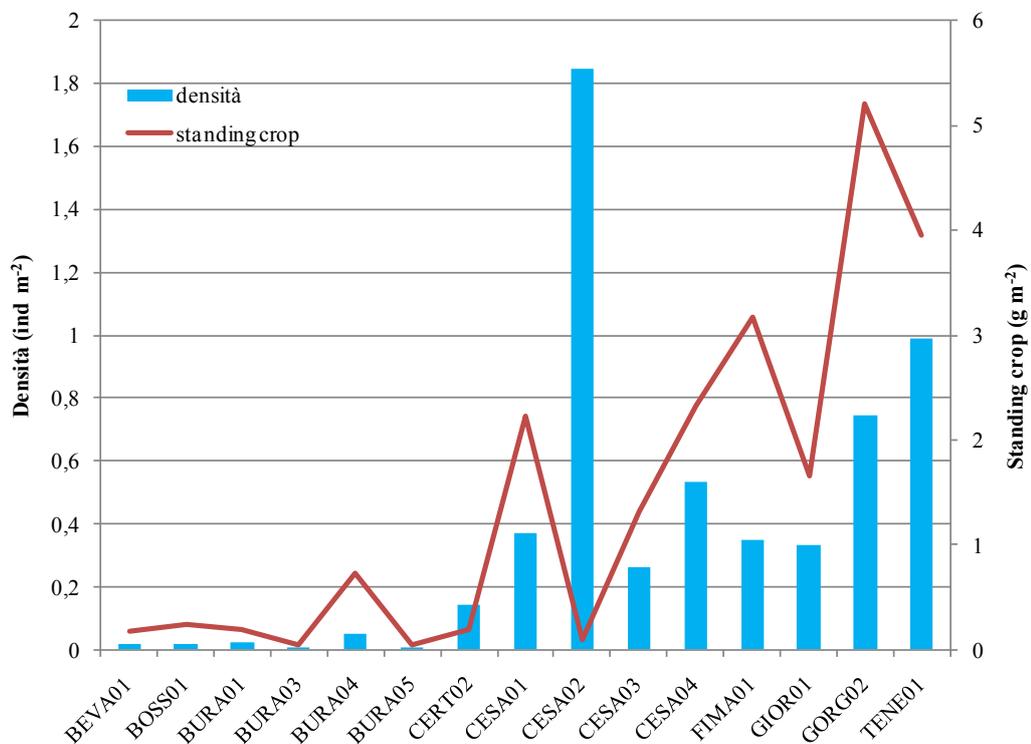


Fig. 29: Densità e standing crop dello scazzone per singola stazione di campionamento.

(0.006 ind m⁻²). Ad alti valori di densità non sempre corrispondono alti valori di standing crop, infatti, nel CESA02 la biomassa areale risulta scarsa con un valore di 0.095 g m⁻², mentre nel TENE01 e nel GORG02, all'elevato valore di densità numerica si aggiunge una buona biomassa areale, che risulta rispettivamente pari a 5.2 g m⁻² e 4.0 g m⁻².

In letteratura, i valori di densità riportati per le popolazioni europee di scazzone sono molto variabili. Nei corsi d'acqua pianeggianti, ad esempio, nel periodo successivo alla deposizione delle uova, il numero di individui per metro quadrato di superficie può essere molto elevato e raggiungere un valore di 75.1 ind m⁻² (Mann, 1971). Mentre durante la stagione di crescita, la densità inevitabilmente declina, ma comunque può mantenere valori elevati, come riportato da Prenda *et al.* (1997) che hanno registrato un valore di 2.2 ind m⁻² per il torrente Bere in Inghilterra. Nei torrenti di montagna, invece, la densità di popolazione risulta minore e può variare da 0.04 a 1.0 ind m⁻² (Mills e Mann, 1983; Crisp *et al.*, 1974). In condizioni estreme, come nei corsi d'acqua alpini della Svizzera (Uttinger *et al.*, 1998), sono state registrate densità molto basse, comprese tra 0.002 e 0.41 ind m⁻².

Per quanto riguarda il territorio italiano, i valori di densità riportati in letteratura, sono molto simili ai valori registrati per le popolazioni della provincia di Pesaro e Urbino: Perini *et al.*, (1991) stimano una densità che varia da un minimo di 0.50 ad un massimo di 1.52 ind m⁻² per la risorgiva Menegatta, mentre

nel fiume Brenta il numero di scazzoni per metro quadrato assume valori leggermente inferiori, che vanno da 0.20 a 0.86 ind m⁻².

Al fine di indagare

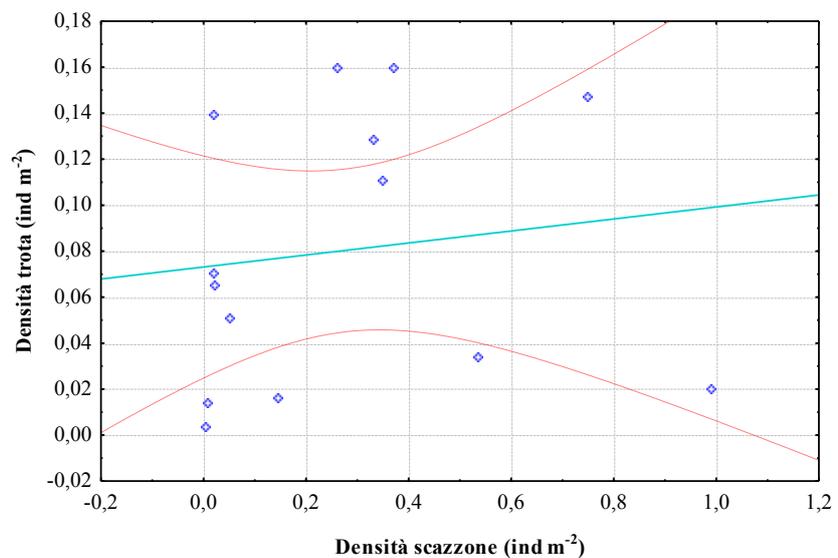


Fig. 30: Regressione densità scazzone - densità trota.

l'esistenza di una relazione tra l'abbondanza dello scazzone e le altre specie ittiche campionate, sono state costruite due regressioni, riportate nelle figure 30 e 31, che mostrano, rispettivamente, l'andamento della densità dello scazzone in relazione alla abbondanza della trota fario e a quella del campione ittico complessivo.

La relazione esistente tra la densità dello scazzone e quella della trota è di tipo positivo ($r = 0.14$), ciò vuol dire che al crescere del numero degli individui di scazzone, corrisponde un aumento del numero di trote. Tuttavia, dal punto di vista statistico la relazione non è significativa ($p > 0.05$, $R^2 = 0.02$) e la varianza giustificata dal modello risulta molto bassa: la tendenza all'aumento della densità dello scazzone con la densità della trota, mostrata dalla regressione, può essere spiegata dalla condivisione delle medesime esigenze ecologiche e dello stesso habitat.

Anche le densità di tutte le specie ittiche campionate sono state sommate e

m e s s e i n
 r e l a z i o n e
 c o n l a
 d e n s i t à
 d e l l o
 s c a z z o n e .
 L a
 r e g r e s s i o n e
 è d i
 t i p o n e g a t i v o
 ($r =$
 0.45),
 q u i n d i
 a l
 c r e s c e r e
 d e l l a
 d e n s i t à
 c o m p l e s s i v a
 d e l l a
 f a u n a
 i t t i c a ,
 c o r r i s p o n d e
 u n a

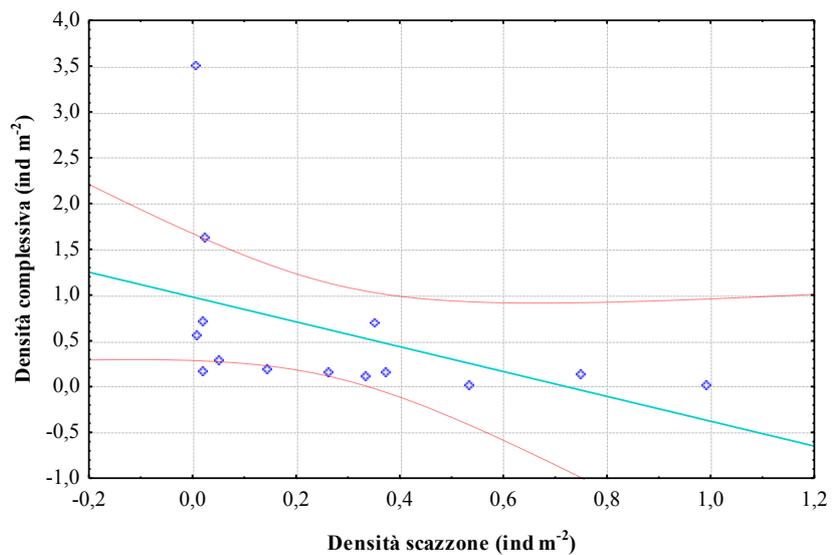


Fig. 31: Regressione densità scazzone - densità ittica complessiva.

diminuzione della densità dello scazzone. Anche in questo caso la regressione non è, tuttavia, statisticamente significativa ($p > 0.05$, $R^2 = 0.20$).

Distribuzione dello scazzone nella provincia di Pesaro - Urbino

La presenza dello scazzone è stata indagata complessivamente in 35 stazioni dislocate all'interno del reticolo idrografico della provincia di Pesaro Urbino, alcune delle quali facenti parte del progetto di monitoraggio della Carta Ittica provinciale (De Paoli *et al.*, 2006).

Come è possibile notare dalla figura 32 lo scazzone è risultato presente in 15 tratti fluviali; la specie è distribuita nel territorio provinciale con alcuni nuclei (5) che purtroppo risultano molto localizzati e abbastanza isolati fra di loro. Per quanto riguarda il bacino del Cesano, questo è l'unico caso in cui lo scazzone è distribuito in un tratto fluviale che si estende per parecchi chilometri di lunghezza: la presenza della specie è stata riscontrata in tutte le quattro stazioni poste sull'asta principale, mentre è assente nei suoi affluenti. In tutti gli altri casi, la presenza della specie è concentrata in ambiti territoriali molto più ristretti. Nel bacino del Metauro lo scazzone si distribuisce nel fiume Burano e in due suoi affluenti: il Bevano e il Tenetra. Il nucleo presente nel tratto intermedio del fiume Burano (BURA03 - BURA05) risulta probabilmente quello a maggior rischio di estinzione locale: lo

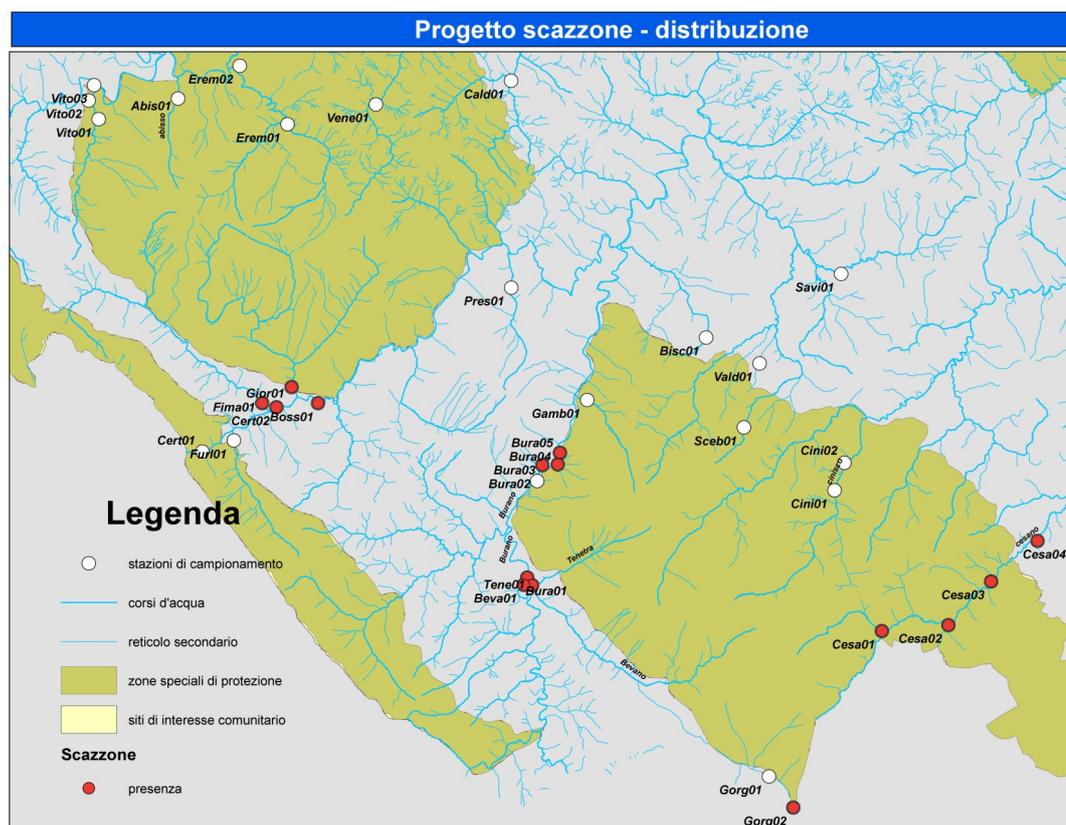


Fig. 32: Distribuzione dello scazzone nella provincia di Pesaro - Urbino.

scazzone è infatti presente in un tratto fluviale posto molto a valle nel decorso longitudinale del fiume e convive, in modo abbastanza anomalo, con alcune specie ittiche della zona del barbo. Le possibilità di esistenza per lo scazzone in tale tratto fluviale del Burano sono essenzialmente garantite da un affioramento di alcune sorgenti che riforniscono il fiume in modo costante di acqua a bassa temperatura. Nel bacino del Metauro la specie è stata campionata anche sul torrente Bosso, sul suo affluente fosso del Giordano, nel Fiumicello di Massa e sul Certano. Dei due tratti fluviali indagati sul fosso della Gorga, appartenente al bacino dell'Esino, lo scazzone è stato campionato solo sul tratto più a valle; la sua presenza è tuttavia segnalata anche nel fiume Sentino, nel tratto che riceve la confluenza del fosso della Gorga stesso (Lorenzoni *et al.*, dati non pubblicati).

Dall'osservazione dei dati della distribuzione, è possibile osservare come non sempre lo scazzone tenda a colonizzare i tratti fluviali posti più a monte e tipici dei rami iniziali dei corsi d'acqua: nelle situazioni in cui sono state collocate più stazioni di campionamento poste in successione nel decorso di un fiume, la specie risulta spesso assente nei settori più prossimi alle sorgenti, come ad esempio avviene nel caso del Burano, del Certano e del fosso della Gorga. Tale situazione deve essere molto probabilmente imputata alla tendenza dei corsi d'acqua indagati ad avere dei regimi idrici molto variabili, con la possibilità non infrequente che in estate si possano anche verificare episodi di completa assenza di acqua, fenomeno sicuramente esaltato anche dalla tendenza di concentrare nei tratti più prossimi alle sorgenti le captazioni a scopo idro - potabile operate dall'uomo.

Struttura di popolazione

La determinazione dell'età è stata effettuata trattando i 394 esemplari catturati nei diversi tratti fluviali come un'unica popolazione, questo perché in alcune stazioni il numero di scazzoni catturati risultava troppo esiguo ai fini dell'analisi.

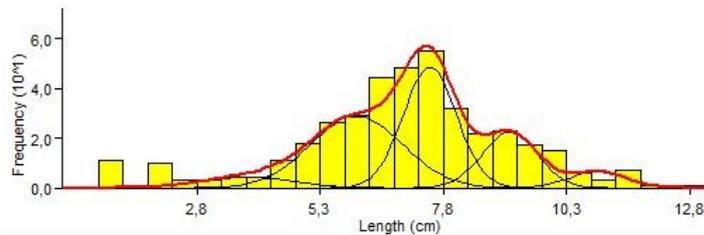


Fig. 33: Bhattacharya - Istogramma delle frequenze di lunghezza del campione complessivo.

La figura 33 mostra l'istogramma delle frequenze di lunghezza del campione totale, mentre la tabella 34 sono riportati i valori medi della lunghezza totale per ciascuna classe d'età, calcolati con il metodo di Bhattacharya (1967) grazie al software FISAT. Dal grafico è possibile notare 5 "picchi" che corrispondono a 5 classi d'età (da 0+ a 4+); la sesta classe d'età (5+) è stata da noi attribuita arbitrariamente per includere la coda della distribuzione comprendente gli esemplari di taglia maggiore, probabilmente esclusi dall'analisi a causa della loro esigua abbondanza.

Gruppo	Classe d'età	Lt media (cm)	Dev.Std.
1	0+	1,75	0,46
2	1+	5,87	0,94
3	2+	7,46	0,54
4	3+	9,10	0,87
5	4+	10,77	0,25
6	5+	11,96	-

Tab. 34: Lunghezza media e deviazione standard per classe d'età nel campione complessivo.

La figura 34 riporta la struttura di popolazione del campione totale, composto

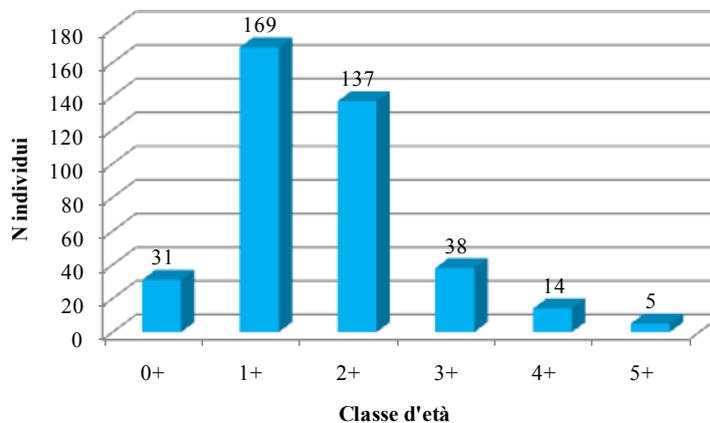


Fig. 34: Struttura di popolazione del campione totale.

da 394 scazzoni; l'istogramma mette in evidenza come le abbondanze delle 6 classi d'età siano molto diverse.

Lo scarso numero di individui appartenenti alla classe 0+ è probabilmente dovuto alla elevata difficoltà di campionamento, causata dalle ridotte dimensioni degli stessi, e dalla selettività degli attrezzi di cattura (Marconato, 1991). La classe più abbondante è quella degli 1+, con 169 individui; ben rappresentata è anche la 2+ con 137 esemplari catturati. A seguire, il numero di individui diminuisce con l'avanzare dell'età, in modo molto pronunciato, infatti, il numero di scazzoni scende a 38 nella classe 3+ e diminuisce ulteriormente nelle classi 4+ e nei 5+, in cui il numero degli esemplari è rispettivamente di 14 e 5. All'interno del campione indagato, la struttura delle singole popolazioni è molto variabile, ed in nessuna stazione sono presenti tutte e 6 le classi d'età individuate per il campione complessivo (Figg. 35 - 45).

La stazione che risulta meglio strutturata è quella del Fiumicello di Massa

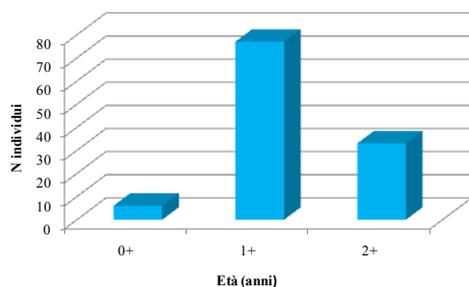


Fig. 35: Struttura per età di CESA02.

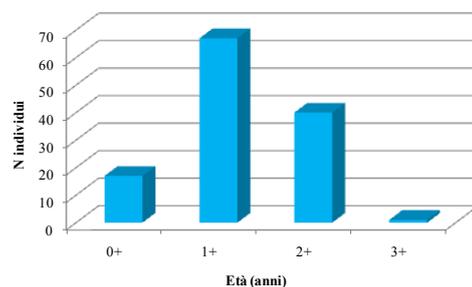


Fig. 36: Struttura per età di CESA04.

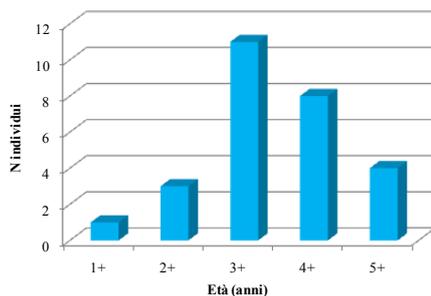


Fig. 37: Struttura per età di BURA04.

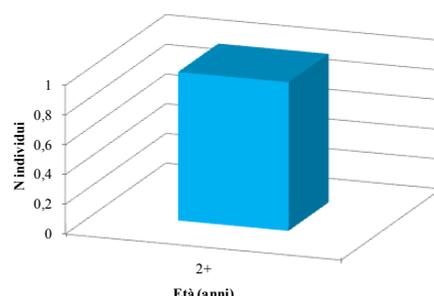


Fig. 38: Struttura per età di BURA03.

(FIMA01) dove, nonostante lo scarso numero di individui catturati, sono presenti con continuità le classi d'età, che vanno dalla 0+ alla 4+. Inoltre l'elevata presenza dei giovani dell'anno (0+) è indice della capacità della popolazione di riprodursi nel settore indagato. Anche nelle due stazioni sul fiume Cesano (CESA02 e

CESA04) e in quella sul fosso della Gorga (GORG02) sono presenti individui appartenenti alla classe 0+, ma questi ambienti non dispongono di individui appartenenti alle classi più anziane (4+ e 5+). Nel fiume Certano la struttura per età risulta sbilanciata a favore degli individui appartenenti alle classi d'età centrali: gli 0+ sono assenti, molto basso è, inoltre, il numero sia degli individui di 1 anno d'età,

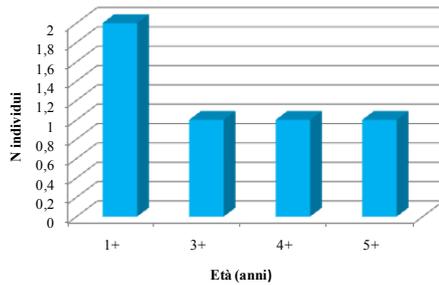


Fig. 39: Struttura per età di BURA05.

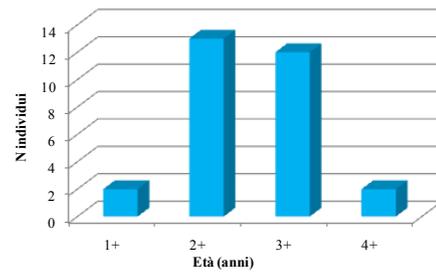


Fig. 40: Struttura per età di CERT02.

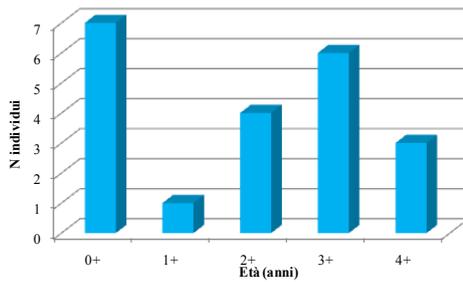


Fig. 41: Struttura per età di FIMA01.

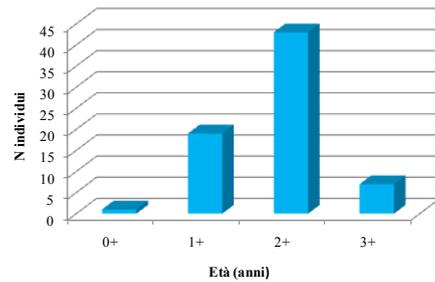


Fig. 42: Struttura per età di GORG02.

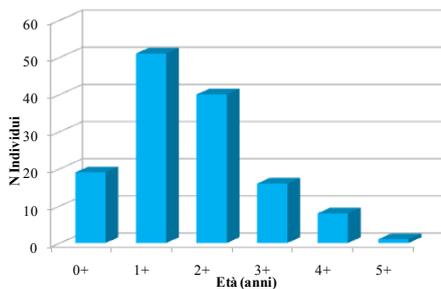


Fig. 43: Struttura per età di GIOR01.

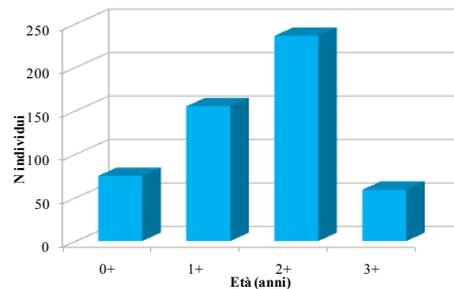


Fig. 44: Struttura per età di TENE01.

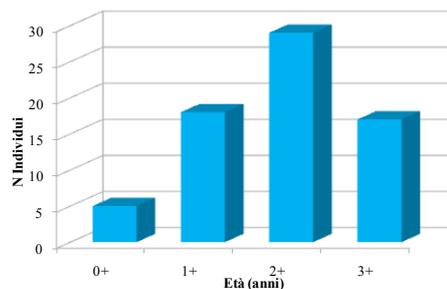


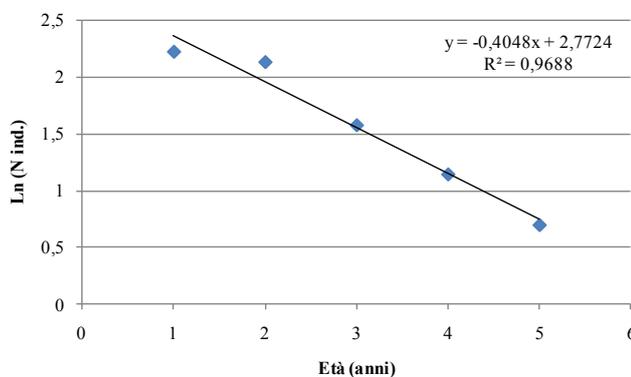
Fig. 45: Struttura per età di CESA03.

che di quelli più anziani (4+); al contrario ben rappresentate sono le classi 2+ e 3+. Nel fiume Burano la struttura più equilibrata si evidenzia nella stazione intermedia delle 3 collocate lungo il decorso del fiume: nella stazione BURA05 il numero di individui campionati è molto esiguo, la classe maggiormente rappresentata è la 1+ con due esemplari, sono assenti individui appartenenti alla classe 2+ e i giovani dell'anno (0+), mentre le classi 3+, 4+ e 5+ sono rappresentate ciascuna da un solo individuo. Nella stazione BURA03, l'unico individuo presente appartiene alla classe 1+.

Grazie ai dati riportati nella Carta Ittica della provincia di Pesaro - Urbino (De Paoli *et al.*, 2006) è stato possibile ricostruire i grafici della struttura per età di tre popolazioni di scazzone relativi al torrente Tenetra (TENE01), al fosso Giordano (GIOR01) e al fiume Cesano (CESA03) (Figg. 43 - 45). La stazione GIOR01 presenta una popolazione ben strutturata, in cui sono presenti 6 classi d'età che vanno con continuità dai giovani nati nell'anno (0+) alla classe 5+; anche nelle stazioni CESA03 e TENE01 la composizione in classi d'età risulta buona, essendo presenti 4 classi d'età consecutive, ma a differenza della popolazioni di scazzone del Giordano, sono assenti individui appartenenti alle classi più anziane (4+ e 5+).

La figura 46 illustra il grafico utilizzato per il calcolo della mortalità e della sopravvivenza del campione complessivo; la relazione trovata tra il logaritmo del numero degli individui ed il tempo è la seguente:

$$y = 2,7724 - 0,4048x \quad (R^2 = 96,28\%)$$



I valori dei tassi di mortalità e sopravvivenza sono stati calcolati per il campione complessivo e per quelle popolazioni in cui la struttura di popolazione era tale da permettere tale analisi (Tab. 35).

Fig. 46: Analisi della sopravvivenza calcolata per il campione complessivo.

Per il campione complessivo si può osservare come i valori di A e S, che rappresentano rispettivamente i tassi

annuali di mortalità e di sopravvivenza, sono pari a 0.33 per il primo parametro e 0.67 per il secondo, ciò indica che ogni anno sopravvive il 66.7 % degli

	b	Z	A	S
BURA04	0,163	0,163	0,150	0,850
CESA04	-0,913	0,913	0,599	0,401
GORG02	-0,217	0,217	0,195	0,805
Complessivo	-0,405	0,405	0,333	0,667

Tab. 35: Tassi di mortalità e di sopravvivenza

esemplari presenti nell'anno precedente. Osservando le differenze registrate fra le diverse stazioni di campionamento, è possibile notare come il valore più elevato di sopravvivenza caratterizzi il BURA04, con l'85.0%, mentre il CESA04 si distingue per il più basso valore di S (40.1%); il valore di S risulta elevato anche nella stazione GORG02 (0.81) dove sopravvive ogni anno l'80.5% degli individui.

Statistica descrittiva dei parametri biometrici dello scazzone

La statistica descrittiva del campione, così come lo studio dell'accrescimento e l'analisi della condizione delle popolazioni di scazzone sono stati effettuati sui soli

Lt (cm)					
Stazione	N valori	Media	Minimo	Massimo	Dev.Std.
BURA03	1	8.800	8.800	8.800	0.000
BURA04	27	10.093	6.200	12.700	1.353
BURA05	5	8.040	4.000	11.600	3.645
CERT02	29	8.683	6.700	11.000	1.060
CESA02	116	5.948	1.000	8.300	1.444
CESA04	125	5.928	1.000	9.000	1.986
FIMA01	21	7.062	2.300	11.200	3.265
GORG02	70	7.534	2.200	10.000	1.276
Complessivo	394	6.802	1.000	12.700	2.147

Tab. 36: Statistica descrittiva della lunghezza totale nel campione complessivo e disaggregato per stazione di campionamento.

Peso (g)					
Stazione	N valori	Media	Minimo	Massimo	Dev.Std.
BURA03	1	15.000	15.000	15.000	0.000
BURA04	27	15.000	3.000	29.000	5.306
BURA05	5	12.500	1.500	23.000	10.025
CERT02	29	10.103	4.000	20.000	3.913
CESA02	116	3.376	0.250	10.000	1.981
CESA04	125	4.025	0.500	12.000	2.523
FIMA01	21	9.095	0.500	22.000	7.223
GORG02	70	6.448	1.000	16.000	2.957
Complessivo	394	5.869	0.250	29.000	4,762

Tab. 37: Statistica descrittiva del peso nel campione complessivo e disaggregato per stazione di campionamento.

dati raccolti durante i campionamenti svolti nel 2010, per mancanza dei dati quantitativi riguardanti i campionamenti effettuati durante la realizzazione della Carta Ittica provinciale.

Nelle tabelle 36 - 38 è riportata la statistica descrittiva relativa alla lunghezza totale, peso ed età del campione totale (394 individui) e del campione disaggregato per stazione di campionamento.

La composizione del campione complessivo è ben rappresentativa delle caratteristiche della specie: il valore medio della lunghezza

totale è di 6.8 cm, ad essa corrisponde un peso medio di 5.90 g ed un'età di 2.03 anni; l'esemplare più piccolo raggiunge una lunghezza di 1 cm, un peso di 0.25 ed

Età (anni)					
Stazione	N valori	Media	Minimo	Massimo	Dev.Std.
BURA03	1	2.420	2.420	2.420	0.000
BURA04	27	3.827	1.420	5.420	1.010
BURA05	5	3.220	1.420	5.420	1.789
CERT02	29	2.903	1.420	4.420	0.738
CESA02	116	1.653	0.420	2.420	0.533
CESA04	125	1.620	0.420	3.420	0.672
FIMA01	21	2.277	0.420	4.420	1.526
GORG02	70	2.220	0.420	3.420	0.628
Complessivo	394	2.039	0.420	5.420	0.977

Tab. 38: Statistica descrittiva dell'età nel campione complessivo e disaggregato per stazione di campionamento.

un'età di 0.42; l'esemplare di maggiori dimensioni è lungo 12.70 cm, raggiunge un peso di 29.00 g e possiede un'età di 5.42 anni.

L'analisi delle singole popolazioni nei diversi tratti fluviali indagati evidenzia come il numero di individui campionati sia molto variabile; il maggior numero di

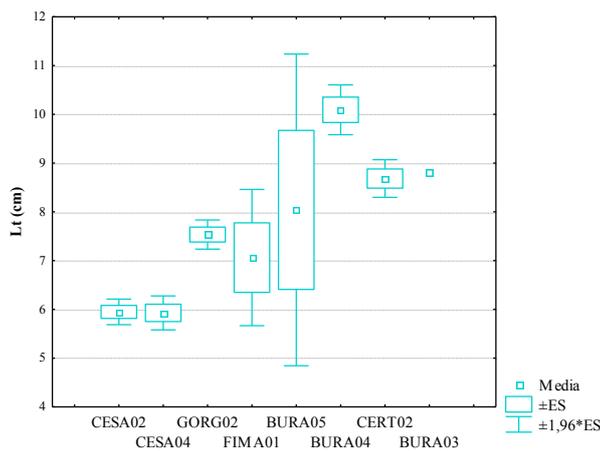


Fig. 47: Lunghezza totale: confronto fra le stazioni di campionamento.

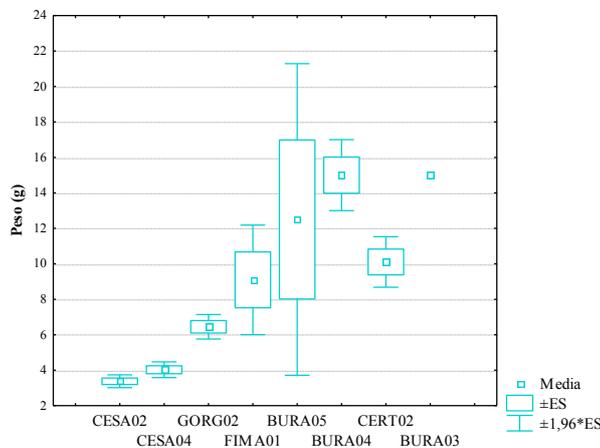


Fig. 48: Peso: confronto fra le stazioni di campionamento.

esemplari catturati si registra per entrambe le stazioni sul fiume Cesano, 116 nel CESA02 e 125 nel CESA04; buona è risultata anche l'abbondanza del campione nella stazione più a valle sul fosso della Gorga (GORG02), in cui gli individui campionati sono risultati 70. Per quanto riguarda il Burano, il numero degli scazzoni catturati passa dai 27 del BURA04, ai 5 del BURA05 e all'unico esemplare del tratto più a monte (BURA03). Modesto è anche il numero di individui campionati sul Fiumicello di Massa e sul Certano che sono rispettivamente di 21 su FIMA01 e 29 su CERT02.

I grafici delle figure 47-49 illustrano i Box and Whisker plot

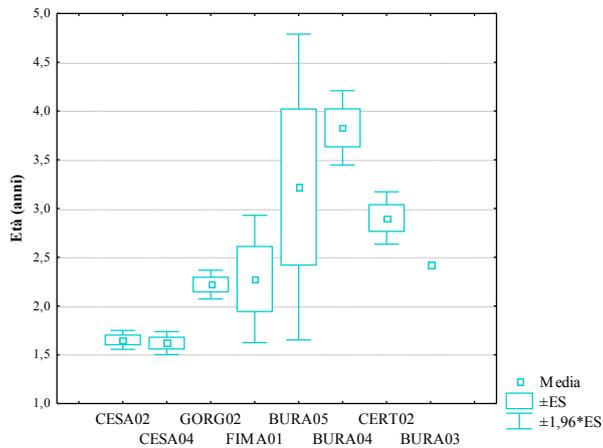


Fig. 49: Età: confronto fra le stazioni di campionamento.

che riportano il valore medio, l'errore standard e i limiti fiduciali al 95% di probabilità dei parametri ittici analizzati (lunghezza, peso ed età). Il confronto dei dati disaggregati per stazione di campionamento mostra come i campioni indagati presentino caratteristiche molto varie tra loro, che evidenziano andamenti dei

parametri indagati diversi fra le varie popolazioni.

Dall'analisi dei dati si evince come il campione del BURA04 sia mediamente di taglia maggiore e più longevo (lunghezza media = 10.10 cm, peso medio = 15.00 g ed età media = 3.80 anni) rispetto agli altri. Anche la stazione CERT02 si caratterizza per la presenza di esemplari con una lunghezza media elevata (valore medio = 8.70 cm), che raggiungono mediamente un'età di 2.90 anni e un peso di 10.10 g. La stazione BURA05 risulta composta da individui mediamente ancora più anziani (età media = 3.20 anni) e con un peso medio più elevato (12.50 g), ma con un valore medio di lunghezza inferiore e pari a 8.00 cm.

Le stazioni GORG02 e FIMA01 presentano lo stesso valore medio per l'età (2.20 anni): il primo settore è, però, caratterizzato da individui mediamente più lunghi, ma di peso minore (lunghezza media = 7.50 cm, peso medio = 6.50 g) rispetto all'altra stazione di campionamento (lunghezza media = 7.10 cm, peso medio = 9.10 g).

Gli individui campionati nei due tratti fluviali indagati sul fiume Cesano mostrano i valori medi più bassi per tutti e tre i parametri ittici analizzati: la lunghezza media è in entrambe le stazioni pari a 5.90 cm, mentre i valori medi di peso e età sono rispettivamente di 3.40 g e 1.70 anni per CESA02 e di 4.00 g e 1.60 anni per CESA04.

Accrescimento: regressione lunghezza peso

La regressione lunghezza peso del campione complessivo (Fig. 50) è risultata pari a:

$$P = 0.0151Lt^{2.978} \quad (R^2 = 92.91\%).$$

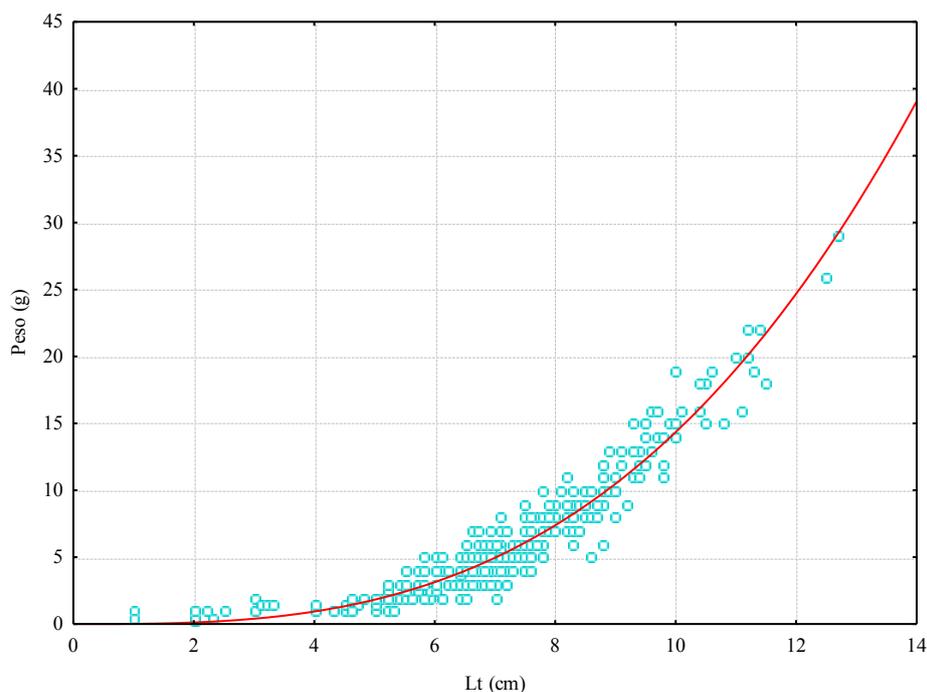


Fig. 50: Regressione lunghezza peso del campione complessivo.

Il valore del coefficiente di regressione (b) è inferiore a 3 ($b = 2.97$), indicando un accrescimento allometrico di tipo negativo (Bagenal, 1978), con la lunghezza che aumenta in modo più che proporzionale rispetto alle altre dimensioni dello spazio.

I grafici delle figure 51 - 56 riportano le relazioni calcolate per le diverse stazioni di campionamento, mentre la tabella 39 riassume i valori dell'intercetta, del coefficiente di regressione e della varianza giustificata dalle diverse relazioni trovate. Dalle elaborazioni sono state escluse le stazioni BURA03 e BURA05, poiché il numero degli individui catturati non è risultato sufficiente per il calcolo della regressione. Il

Stazione	a	b	R^2
BURA04	0.036	2.609	89.59%
CESA02	0.014	2.979	79.17%
CESA04	0.010	3.177	81.40%
CERT02	0.011	3.121	89.73%
FIMA01	0.016	2.997	97.87%
GORG02	0.018	2.860	78.39%

Tab. 39: Regressioni lunghezza - peso.

coefficiente di regressione (b) risulta molto variabile tra un settore e l'altro; i valori maggiori sono registrati per le popolazioni del CESA04 ($b = 3.18$) e CERT02 ($b = 3.12$), dove b risulta superiore a 3, indicando un accrescimento allometrico di tipo positivo (il peso aumenta in modo più che proporzionale un rispetto alle altre dimensioni). Per le restanti popolazioni il coefficiente (b) è inferiore a 3, indicando un maggiore crescita in lunghezza rispetto alle altre dimensioni, ciò comporta la

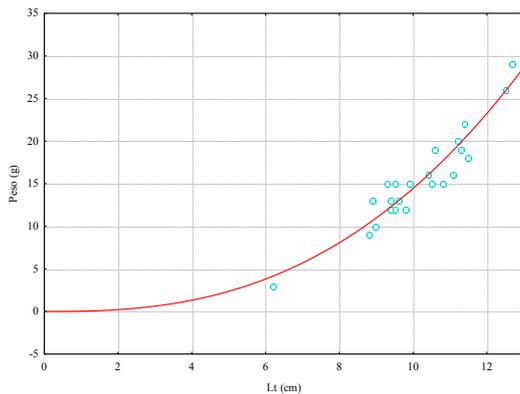


Fig. 51: Regressione lunghezza peso del BURA02.

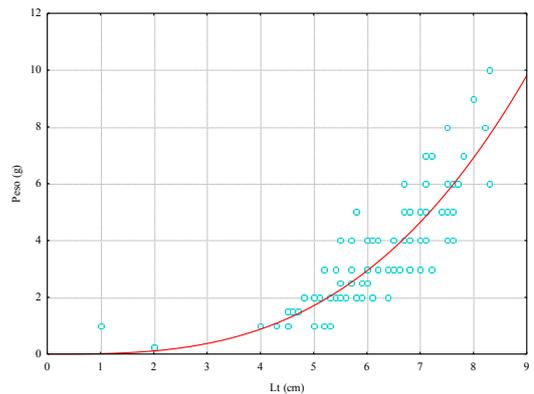


Fig. 52: Regressione lunghezza peso del CESA02.

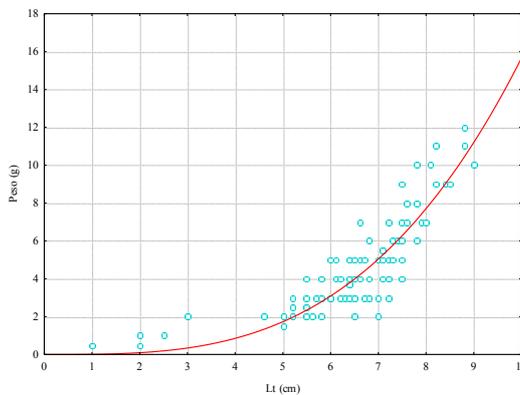


Fig. 53: Regressione lunghezza peso del CESA04.

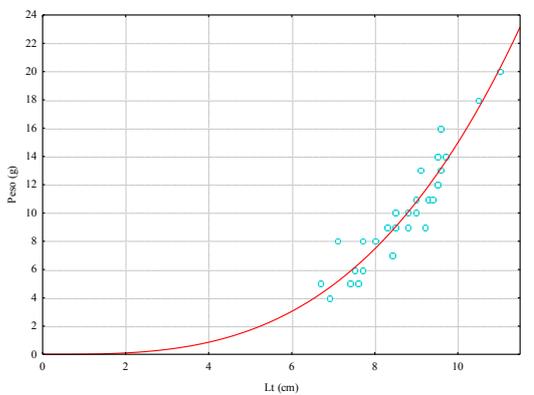


Fig. 54: Regressione lunghezza peso del CERT02.

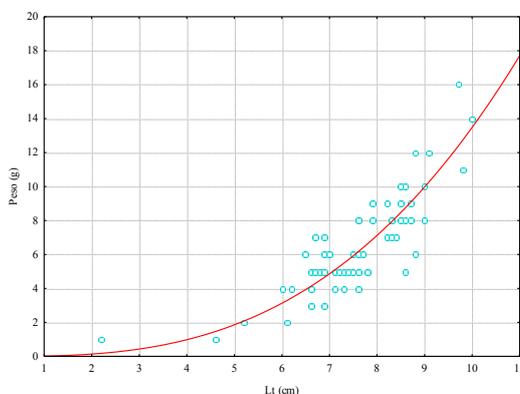


Fig. 55: Regressione lunghezza peso del GORG02.

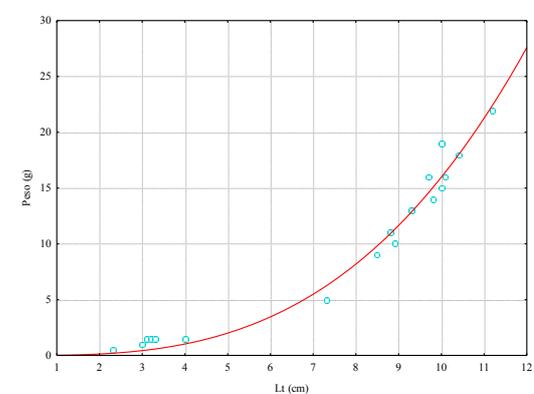


Fig. 56: Regressione lunghezza peso del FIMA01.

presenza individui esili ed allungati; particolarmente basso risulta, inoltre, il valore registrato per la popolazione del BURA04 ($b = 2.61$).

La varianza giustificata dalle singole regressioni è generalmente elevata e varia da un massimo del 97.8% (FIMA01) ad un minimo del 78.3% (GORG02).

Le regressioni lunghezza - peso calcolate per le diverse stazioni di campionamento sono state confrontate mediante analisi della covarianza (Ancova), che ha evidenziato la presenza di differenze altamente significative ($F = 37.002$; $p < 0.01$): in particolare si osserva come a parità di lunghezza (Lt media covariata = 6.798 cm) i pesi maggiori vengano raggiunti dagli individui della stazione BURA04, mentre al contrario gli scazzoni presenti nel CESA02 sono quelli che mostrano di avere il peso minore (Fig. 57).

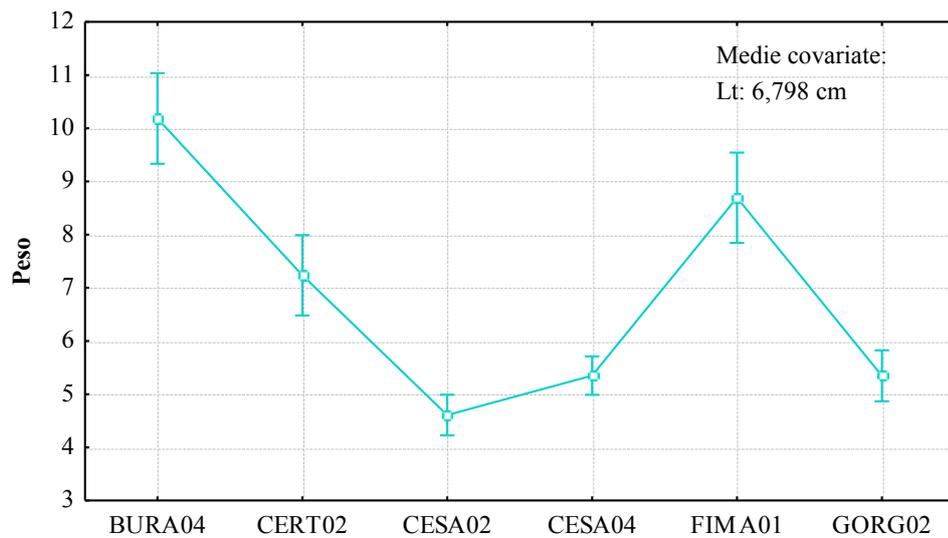


Fig. 57: Ancova: confronto, a parità di lunghezza dei pesi medi nel campione disaggregato per stazione di campionamento.

Accrescimento teorico in lunghezza

L'accrescimento teorico in lunghezza è stato calcolato per il campione complessivo e, dove il numero di individui campionato è risultato sufficiente, anche per singola stazione di campionamento.

L'equazione relativa al campione totale, costituito da 394 individui, è stata calcolata utilizzando i valori della lunghezza totale e della classe d'età dei singoli individui ed è la seguente (Fig. 58):

$$L_t = 12.28 \{1 - e^{-0.43(t+(-0.04))}\}$$

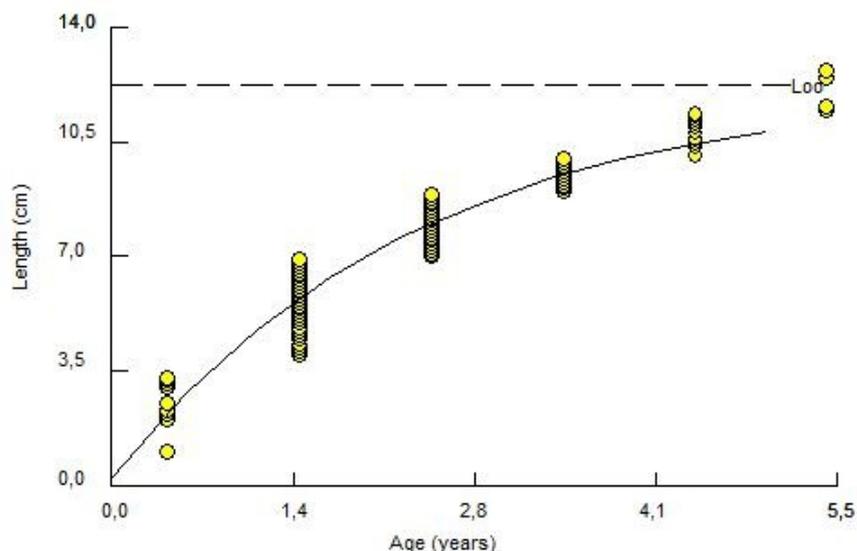


Fig. 58: Accrescimento teorico in lunghezza del campione complessivo.

Secondo il modello di von Bertalanffy, gli scazzoni raggiungono una lunghezza massima teorica di 12.28 cm, valore in linea con i dati dai riportati in letteratura (Bevagna *et al.*, 1990, Perini *et al.*, 1992).

La velocità di accrescimento risulta buona ed è pari a 0.43 anni^{-1} : gli scazzoni esaminati raggiungono la taglia di 5.85 cm a un anno, di 7.85 cm a due anni, di 9.48 cm a tre anni. Con l'avanzare dell'età, l'accrescimento rallenta e il tempo necessario per raggiungere dimensioni sempre maggiori diviene progressivamente più lungo: la taglia di 10 cm viene raggiunta a 4 anni e a 5 anni la lunghezza raggiunta è di 11 cm.

La tabella 40 mostra i valori dei diversi parametri dell'equazione di von

Stazione	k	L_{∞}	t_0	Φ'	R^2
BURA04	0.269	14.767	-0.674	1.768	97.78%
CESA02	0.735	9.119	0.115	1.787	100%
CESA04	0.750	9.692	0.190	1.848	99.46%
CERT02	0.342	14.157	0.252	1.835	100%
FIMA01	0.310	14.02	-0.340	1.804	94.09%
GORG02	0.603	10.752	-0.031	1.843	99.38%
COMPLESSIVO	0.430	12.28	-0.040	1.804	89.12%

Tab. 40: Parametri dell'equazione di von Bertalanffy per il campione complessivo e per singola popolazione.

Bertalanffy calcolati per il campione complessivo e per singola stazione di campionamento. Per quanto riguarda i singoli settori fluviali indagati, le curve di accrescimento di von Bertalanffy sono state costruite utilizzando i valori di L_t media corrispondenti ad ogni frazione dell'anno.

Le popolazioni di scazzone sul fiume Cesano risultano avere un accrescimento più veloce ($k = 0.74$ nel CESA02 e $k = 0.75$ nel CESA04) tra le popolazioni esaminate, ma gli individui raggiungono la minore taglia massima teorica ($L_{\infty} = 9.12$ cm nel CESA02 e $L_{\infty} = 9.67$ cm nel CESA04). Le popolazioni che, al contrario, raggiungono una lunghezza massima teorica maggiore sono quelle del BURA04 ($L_{\infty} = 14.77$ cm), CERT02 ($L_{\infty} = 14.16$ cm), FIMA01 ($L_{\infty} = 14.02$ cm), ma in tutti questi casi la velocità di accrescimento risulta più lenta rispetto alle altre popolazioni indagate ($k = 0.27$ nel BURA04; $k = 0.34$ nel CERT02 e $k = 0.31$ nel FIMA01).

Il parametro Φ' permette di sintetizzare le informazioni contenute dai vari parametri dell'equazione di von Bertalanffy descrivendo la qualità complessiva dell'accrescimento (Pauly e Munro, 1984; Abella *et al.*, 1994): quanto più è elevato il valore di Φ' , tanto migliore è l'accrescimento. Ciò risulta particolarmente utile quando si vogliono confrontare le caratteristiche di popolazioni diverse.

Il valore di tale parametro per l'intero campione è pari a 1.80; nelle singole stazioni di campionamento Φ' assume il valore più basso nel BURA04 ($\Phi' = 1.77$), mentre assume il valore più alto, che indica la presenza di un migliore accrescimento, nel CESA04 ($\Phi' = 1.85$).

Fattore di condizione di Le Cren

	N valori	Minimo	Mediana	Massimo	Media	Dev.Std.
K_n	383	0.322	1.011	2.917	1.083	0.476

Tab. 41: Statistica descrittiva del fattore di condizione di Le Cren nel campione totale.

La tabella 41 riporta la statistica descrittiva del fattore di condizione di Le Cren (K_n) calcolato per il campione complessivo. K_n presenta un valore medio pari a 1.08 e varia in un intervallo compreso tra un minimo di 0.32 e un massimo di 2.92.

La tabella 42 riporta la statistica descrittiva di K_n nel campione disaggregato per stazione di campionamento e la figura 59 riporta i relativi Box and Whisker

Stazione	N valori	Minimo	Mediana	Massimo	Media	Dev.Std.
BURA04	26	0.736	1.530	2.049	1.546	0.277
BURA05	5	0.788	1.799	1.926	1.476	0.553
CERT02	29	0.815	1.335	1.838	1.327	0.275
CESA02	109	0.322	0.736	1.479	0.791	0.267
CESA04	125	0.398	0.929	2.917	1.127	0.608
FIMA01	21	0.687	1.310	2.033	1.356	0.393
GORG02	68	0.412	1.058	1.805	1.075	0.288

Tab. 42: Statistica descrittiva del fattore di condizione di Le Cren nel campione disaggregato per stazione di campionamento.

plot. Il valore medio più elevato ($K_n = 1.546$) si registra nella stazione intermedia del fiume Burano (BURA04); il valore medio più basso ($K_n = 0.791$) si osserva invece nella stazione CESA02. All'analisi della

varianza le differenze tra i valori medi del fattore di condizione di Le Cren nelle diverse stazioni di campionamento sono risultate statisticamente significative ($F = 17.846$; $p < 0.01$). In particolare, come emerge dal test di Tukey (Tab. 43), la stazione CESA02 mostra valori significativamente diversi dalle altre stazioni di campionamento ($p < 0.05$).

Stazione	BURA04	BURA05	CERT02	CESA02	CESA04	FIMA01	GORG02
BURA04		1,000	0,473	0,000	0,000	0,725	0,000
BURA05	1,000		0,991	0,007	0,543	0,998	0,388
CERT02	0,473	0,991		0,000	0,245	1,000	0,102
CESA02	0,000	0,007	0,000		0,000	0,000	0,000
CESA04	0,000	0,543	0,245	0,000		0,249	0,984
FIMA01	0,725	0,998	1,000	0,000	0,249		0,111
GORG02	0,000	0,388	0,102	0,000	0,984	0,111	

Tab. 43: Test di Tukey, confronto tra stazioni, in rosso sono riportati i valori statisticamente significativi.

plot. Il valore medio più elevato ($K_n = 1.546$) si registra nella stazione intermedia del fiume Burano (BURA04); il valore medio più basso ($K_n = 0.791$) si osserva invece nella stazione CESA02. All'analisi della varianza le differenze tra i valori medi del fattore di condizione di Le Cren nelle diverse stazioni di campionamento sono risultate statisticamente significative ($F = 17.846$; $p < 0.01$). In particolare, come emerge dal test di Tukey (Tab. 43), la stazione CESA02 mostra valori significativamente diversi dalle altre stazioni di campionamento ($p < 0.05$).

statisticamente significative esistono inoltre, nel confronto fra la stazione BURA04 con CESA02, CESA04 e GORG02 e fra CESA02 e CESA04 ($p < 0.05$).

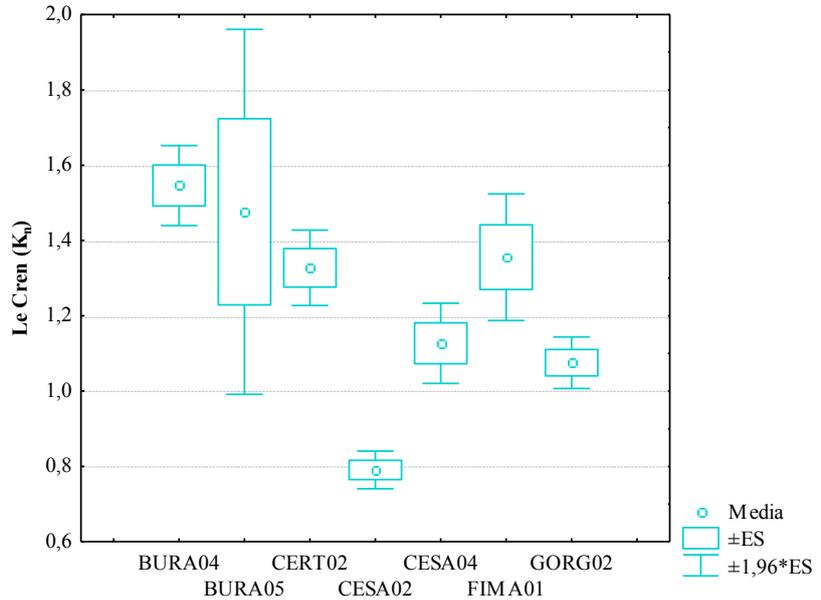


Fig. 59: Fattore di condizione di Le Cren: confronto tra le stazioni di campionamento.

Attraverso un'analisi di

regressione lineare si è cercato di evidenziare le relazioni con le altre specie ittiche in grado di condizionare lo stato di benessere dello scazzone: i valori medi del fattore di condizione di Le Cren dello scazzone nelle diverse stazioni di campionamento sono stati messi in rapporto con le densità dello scazzone stesso, con quella della trota fario e con la densità complessiva di tutte le specie ittiche campionate.

In figura 60 è riportato il risultato della regressione tra il fattore di Le Cren e la densità dello scazzone; dal grafico si nota la presenza di una correlazione negativa ($r = -0.93$) fra le due variabili: all'aumentare del numero degli individui corrisponde un peggioramento della condizione dello scazzone. La relazione è risultata, a livello statistico, altamente significativa ($p < 0.01$, $R^2 = 0.87$). Il peggioramento

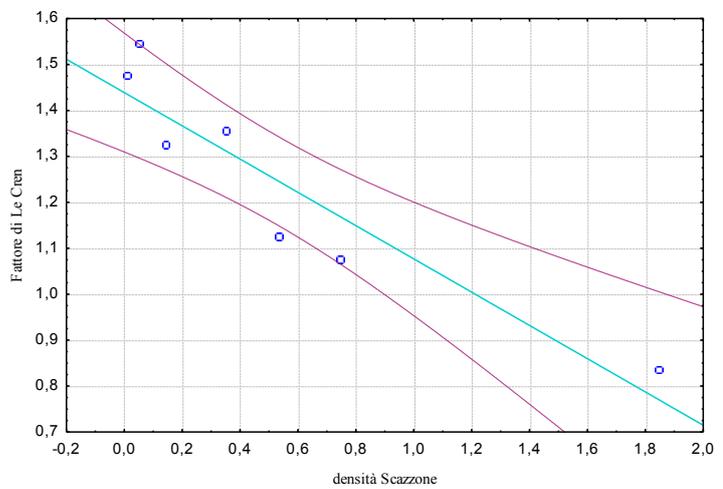


Fig. 60: Regressione condizione scazzone-densità scazzone.

delle condizioni all'aumentare della densità è molto probabilmente dovuto a fattori densità-dipendenti: all'aumentare del numero di scazzoni in una popolazione corrisponde una diminuzione delle risorse trofiche e dello spazio a disposizione per ogni individuo e, di conseguenza, si ha una diminuzione nella condizione generale di benessere.

Anche la correlazione tra la densità della trota e la condizione dello scazzone è risultata di tipo negativo ($r = -0.47$), ma in questo caso non è stata evidenziata l'esistenza di una significatività statistica fra le due variabili ($p > 0.05$, $R^2 = 0.22$). Dalla regressione riportata in figura 61, si può comunque notare, come all'aumentare

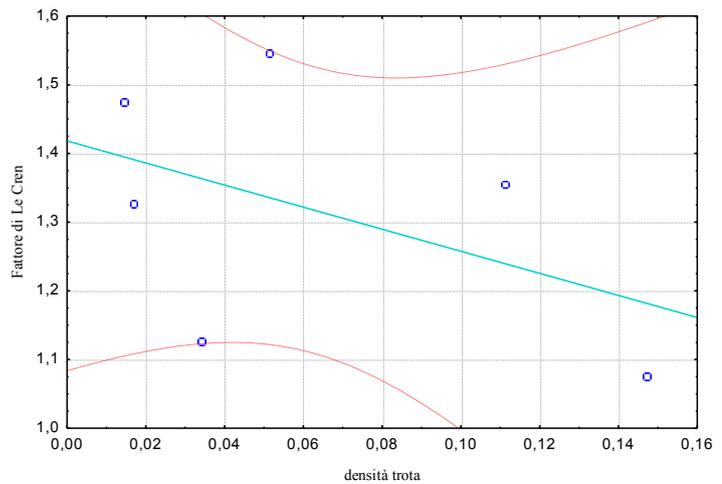


Fig. 61: Regressione condizione scazzone-densità trota fario.

del numero di trote lo stato di benessere dello scazzone peggiori.

La regressione lineare tra la densità ittica totale, che corrisponde alla somma delle densità di tutte le specie campionate in ciascun settore fluviale indagato, ad eccezione della densità dello scazzone, e la condizione dello scazzone è riportata nella figura 62. Anche in questo caso la regressione non è risultata significativa dal punto di vista statistico ($p = 0.07$, $R^2 = 0.49$), ma la relazione è di tipo positivo ($r = 0.70$), quindi all'aumentare della densità totale corrisponde un aumento della condizione dello scazzone. Le densità maggiori sono raggiunte nelle stazioni dei tratti

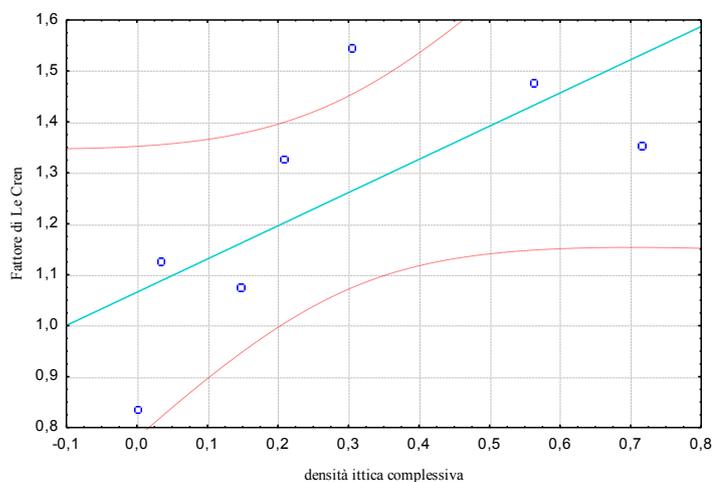


Fig. 62: Regressione condizione scazzone-densità ittica totale.

fluviali localizzati più a valle, dove la biodiversità ittica aumenta ed oltre a trota fario e scazzone si possono rinvenire anche i ciprinidi ed il ghiozzo padano. Lungo il gradiente longitudinale aumenta la produttività primaria e secondaria e questo provoca in genere un aumento delle risorse alimentari per i pesci; ciò può comportare, di conseguenza, un aumento in peso degli individui e quindi un miglioramento generale nelle condizioni degli scazzoni. Non sembra, quindi, evidenziarsi in questo caso un effetto negativo dovuto ad un'interazione negativa con l'insieme delle specie ittiche con le quali lo scazzone si trova a convivere nell'area indagata.

Età	N valori	Minimo	Mediana	Massimo	Media	Dev.Std.
0+	29	0.438	1.484	2.917	1.706	0.971
1+	163	0.322	0.766	1.541	0.806	0.249
2+	135	0.398	1.058	1.703	1.076	0.265
3+	38	1.028	1.498	2.033	1.514	0.224
4+	14	1.404	1.764	1.933	1.701	0.169
5+	4	1.511	1.895	2.049	1.838	0.230

Tab. 44: Statistica descrittiva del fattore di condizione di Le Cren nel campione disaggregato per classe d'età.

Nella tabella 44 viene, invece, riportata la statistica descrittiva del fattore di condizione di Le Cren nel campione complessivo disaggregato per classe d'età, mentre la figura 63 ne riporta il confronto tra i relativi valori medi.

Il valore medio più alto, pari ad 1.84, è raggiunto dalla classe d'età più anziana (5+) in cui si osserva un intervallo di variazione tra un minimo di 1.51 ed un massimo di 2.05. Il

valore medio più basso ($K_n = 0.81$) è raggiunto dalla classe 1+, nella quale i valori oscillano tra un minimo di 0.32 ed un massimo di 1.54.

Nel grafico 62 che descrive l'andamento dei valori medi del fattore di Le Cren nelle

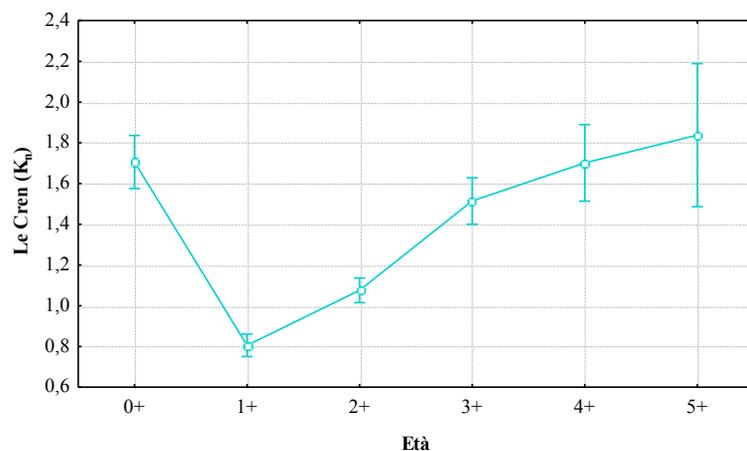


Fig. 63: Confronto tra i valori medi del fattore di Le Cren nel campione disaggregato per classe d'età.

diverse classi d'età, si osserva un brusco peggioramento della condizione passando dai giovani nati nell'anno (0+) alla classe 1+; i valori medi di K_n aumentano poi progressivamente fino alla classe 5+ in cui il parametro raggiunge il valore più elevato. All'analisi della varianza le

Età	0+	1+	2+	3+	4+	5+
0+		0,000	0,000	0,251	1,000	0,983
1+	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000
2+	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000
3+	0,251	0,000	0,000		0,549	0,518
4+	1,000	0,000	0,000	0,549		0,985
5+	0,983	0,000	0,000	0,518	0,985	

Tab. 45: Confronto classi d'età, Test di Tukey, in rosso sono riportati i valori statisticamente significativi.

differenze tra i valori medi nelle diverse classi d'età sono risultate altamente significative ($F = 60.258$, $p < 0.01$). In particolare, dal test HSD di Tukey (Tab. 45), si evince che le classi 1+ e 2+ sono quelle che differiscono significativamente da tutte le altre ($p < 0.01$). L'analisi del fattore di condizione è stata condotta, inoltre, all'interno di ogni stazione di campionamento disaggregando il campione in classi d'età (Figg. 64 - 69). La stazione BURA05 è stata esclusa da questa elaborazione in quanto composta da un numero troppo esiguo di individui. Come si evince dai grafici riportati nelle figure 65, 68 e 69 la situazione nelle stazioni CESA04, FIMA01 e GORG02 ricalca quanto visto per il campione totale, con una diminuzione nel valore medio di K_n passando dalla classe 0+ alla classe 1+; i valori medi di K_n aumentano poi progressivamente fino alle classi d'età superiori in cui si raggiunge il valore medio più alto. Fa eccezione la stazione CESA02, in cui il valore medio di K_n è minore negli 0+ per poi aumentare con la crescita degli individui. Nelle stazioni in cui i giovani nati nell'anno non sono presenti (BURA04

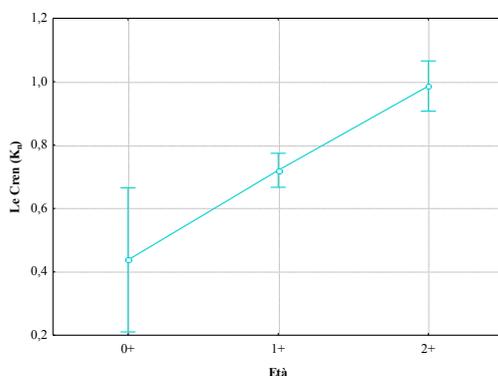


Fig. 64: CESA02: Confronto del fattore di Le Cren per classe d'età.

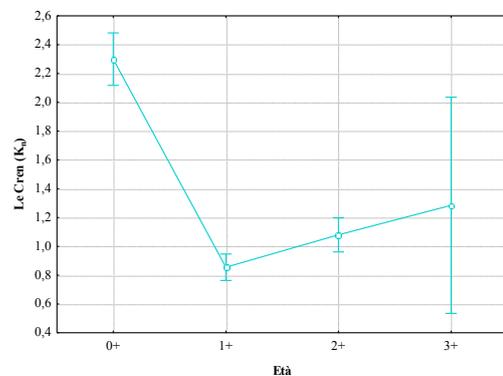


Fig. 65: CESA04: Confronto del fattore di Le Cren per classe d'età.

e CERT02), si nota comunque una tendenza all'aumento del fattore di condizione con l'invecchiamento degli esemplari.

Tale andamento sembra confermare i risultati delle precedenti analisi, evidenziando come la condizione dello scazzone sia soprattutto influenzata dall'instaurarsi di fenomeni di competizione intraspecifica. E' evidente, infatti, il legame di tipo inverso esistente tra la condizione degli esemplari di età diversa e la loro abbondanza, come rivelata dalla struttura per età del campione: le classi di età 1+ e 2+, che risultano quelle con la condizione meno esaltante, appaiono senza dubbio anche quelle più abbondanti dal punto di vista numerico.

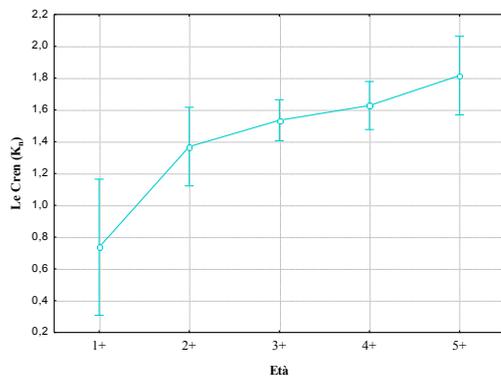


Fig. 66: BURA04: Confronto del fattore di Le Cren per classe d'età.

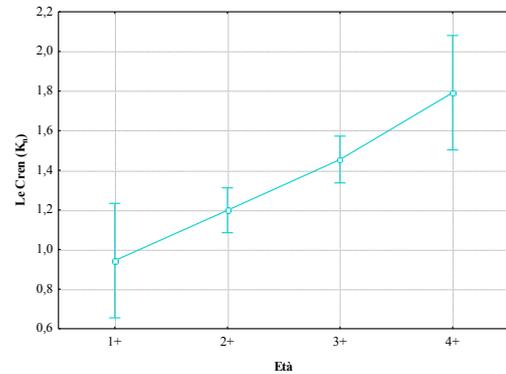


Fig. 67: CERT02: Confronto del fattore di Le Cren per classe d'età.

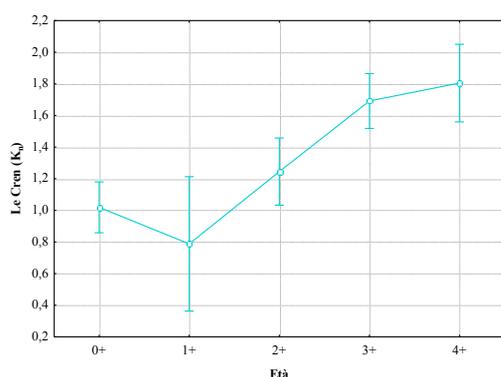


Fig. 68: FIMA01: Confronto del fattore di Le Cren per classe d'età.

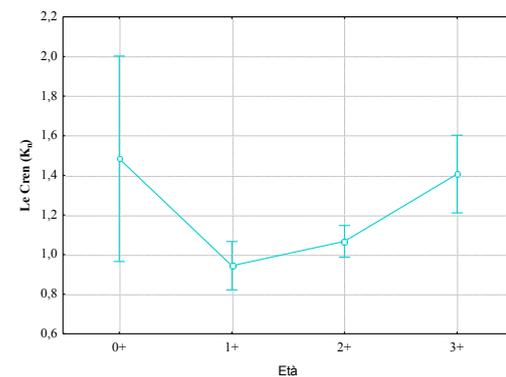


Fig. 69: GORG02: Confronto del fattore di Le Cren per classe d'età.

Relazioni tra lo scazzone e le altre specie ittiche

La tabella 46 riporta le specie ittiche campionate nelle stazioni, sia della Carta Ittica provinciale (De Paoli *et al.*, 2006) che di quelle campionate nel 2010, in cui è stata rinvenuta la presenza dello scazzone.

Codice	scazzone	trota fario	vairone	ghiozzo padano	barbo	cavedano	rovella	alborella	trota iridea
BEVA01	x	x	x	x					
BOSS01	x	x	x		x	x	x		
BURA01	x	x	x	x	x	x	x	x	
BURA03	x	x	x	x			x		
BURA04	x	x	x	x			x		
BURA05	x	x	x	x					
CERT02	x	x	x			x			
CESA01	x	x							
CESA02	x								
CESA03	x	x							
CESA04	x	x							
FIMA01	x	x	x						
GIOR01	x	x							
GORG02	x	x							
TENE01	x	x							x

Tab. 46: Tabella della composizione in specie delle singole stazioni.

Per meglio capire il tipo associazione esistente tra specie che compongono le comunità ittiche dei tratti fluviali indagati, è stata effettuata un'analisi sulla base del numero di volte che due specie ittiche diverse si trovano a coesistere assieme.

I risultati dell'analisi sono mostrati nella figura 70. Dal grafico è evidente come il legame più stretto sia quello esistente tra lo scazzone e la trota fario: la trota è infatti presente in 14 delle 15 stazioni che sono risultate popolate dello scazzone. L'altra specie rinvenuta con maggior frequenza assieme allo scazzone è il vairone: le due specie coesistono in 8 stazioni. La presenza delle altre specie nei settori fluviali indagati è risultata sporadica e tutte le altre associazioni fra coppie di specie sono molto meno frequenti e non superano mai il valore di 5 stazioni in comune, come nel caso del ghiozzo padano.

La coesistenza della trota e dello scazzone è conseguente alle esigenze ecologiche abbastanza simili: ambedue le specie occupano, infatti, i tratti più montani dei corsi d'acqua, corrispondenti alla zona superiore della trota (Huet, 1949; Mearelli *et al.*, 1995). Anche il vairone predilige acque fredde e ben ossigenate e tende a localizzarsi leggermente più a monte (zona inferiore della trota) rispetto agli altri ciprinidi reofili. Nei corsi d'acqua della provincia di Pesaro e Urbino, più raramente lo scazzone partecipa con il ghiozzo padano e i ciprinidi reofili alla comunità della zona del barbo.

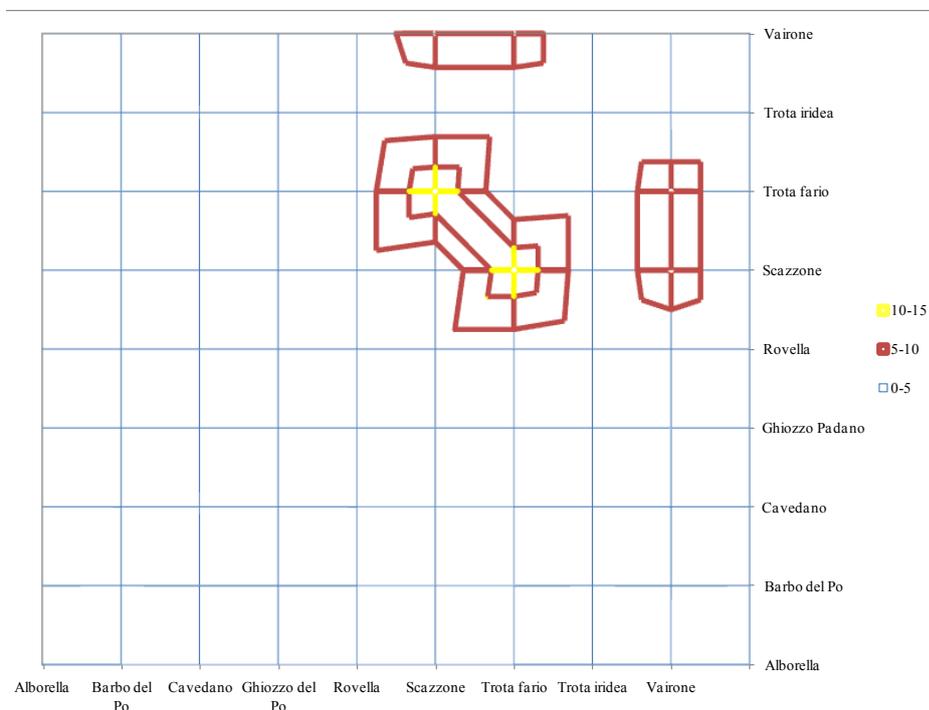


Fig. 70: Associazione fra le coppie di specie nelle stazioni indagate.

Analisi delle corrispondenze canoniche

Per quantificare il ruolo che hanno le variabili ambientali nel determinare la distribuzione spaziale delle diverse specie campionate è stata utilizzata l'analisi delle Corrispondenze Canoniche (CCA): metodo statistico multivariato usato per evidenziare e spiegare le relazioni tra le associazioni di specie e il loro ambiente.

Questa metodologia è stata concepita per individuare la presenza di gradienti ambientali a partire da *dataset* costituiti da più matrici di dati. Il metodo utilizza

dati relativi alle comunità biologiche (generalmente dati di abbondanza) e dati abiotici formando una combinazione lineare di variabili ambientali che massimizza la separazione di nicchia delle specie. Tale metodo, inoltre, restituisce un piano di ordinamento in cui possono essere simultaneamente riportate le stazioni di campionamento, le specie e le variabili ambientali considerate (Ter Braak e Verdonshot, 1995).

Le variabili ambientali considerate nel corso della ricerca sono 11: velocità stimata cover, ombreggiatura, copertura vegetale alveo, granulometria, tipologia fluviale, larghezza dell'alveo, grado di antropizzazione, distanza dalla sorgente, pendenza e altezza sul livello del mare. Per l'elaborazione dei dati sono stati utilizzati i codici numerici attribuiti ai diversi parametri ambientali; per quanto riguarda la tipologia fluviale e la granulometria sono stati usati i valori dei codici della categoria prevalente, che raggiungeva cioè i valori percentuali più alti.

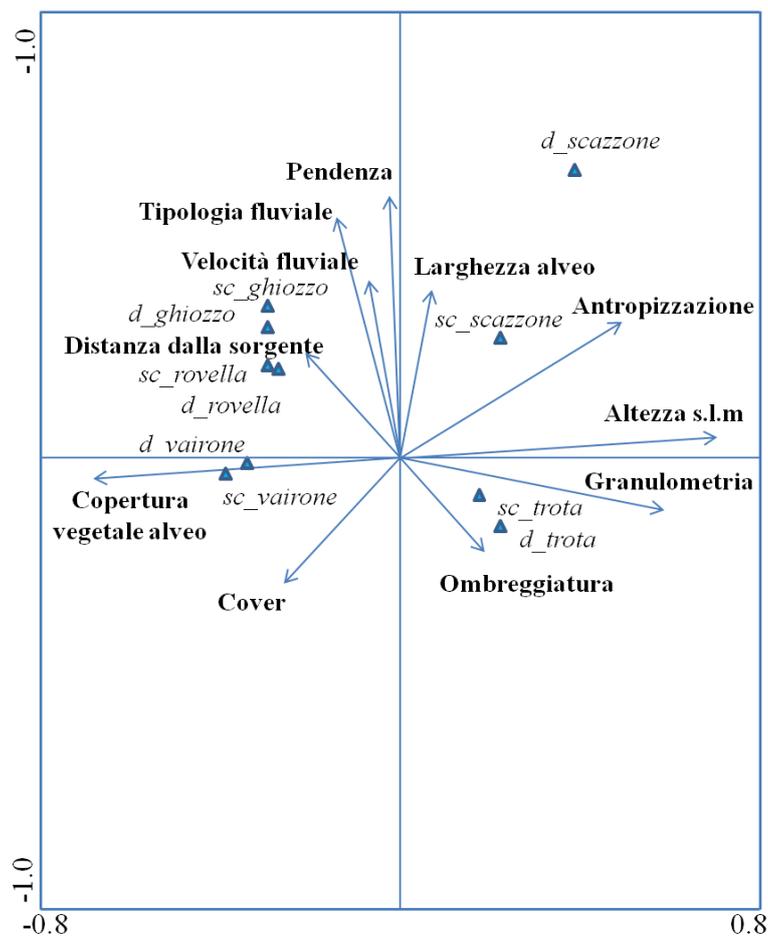


Fig. 71: Analisi delle correlazioni canoniche: grafico delle interazioni parametri ambientali - specie ittiche (per ogni specie ittica d = densità, sc = standing crop).

I dati biotici sono, invece, relativi alla densità (ind m^{-2}) e allo standing crop (g m^{-2}) delle specie campionate, nelle 17 stazioni indagate nel 2010 nelle quali è stata riscontrata la presenza di fauna ittica. Sia le variabili ambientali

che i dati di densità e standing crop sono stati trasformati ($\log_{10}(N + 1)$) per normalizzare la distribuzione (Brown e Austen, 1996) e standardizzati ad una media di 0 ed una deviazione standard di 1.

La CCA restituisce un diagramma (Fig. 71) in cui sono simultaneamente riportate le specie e le variabili ambientali considerate e che quindi indica la collocazione delle singole specie rispetto all'influenza delle variabili ambientali (ter Braak e Verdonshot, 1995): quanto più le specie sono prossime fra loro nello spazio cartesiano, quanto più simili saranno le loro preferenze ecologiche. Nel diagramma i parametri ambientali sono rappresentati da frecce che si dirigono in una determinata direzione e la cui lunghezza è proporzionale alla rispettiva correlazione con l'asse di ordinamento: una freccia lunga indica, quindi, una forte correlazione con l'asse del grafico verso cui punta. Variabili ambientali che si dirigono nella medesima direzione sono correlate in modo diretto fra loro, mentre se si rivolgono verso direzioni opposte la correlazione sarà di tipo inverso. Per quanto riguarda invece le specie ittiche, la loro posizione nel grafico (rappresentata dai triangoli) indica la relazione tra le abbondanze di ciascuna specie e la variabile rappresentata dalla freccia (ter Braak, 1986): triangoli molto prossimi saranno influenzati dalle medesime variabili ambientali.

Nella CCA elaborata partendo dai dati rilevati nel corso della ricerca (Tab. 47)

	Asse1	Asse2	Asse3	Asse4
Autovalori	0.781	0.308	0.264	0.089
Correlazione specie ittiche - ambiente	0.999	0.869	0.8	0.711
%uali cumulate dei dati ittici	38.7	53.9	67	71.5
%uali cumulate delle relazioni specie ittiche-ambiente	52.6	73.4	91.2	97.2
Inerzia totale				2.018

Tab. 47 - Analisi delle corrispondenze canoniche: sommario dei risultati.

il primo asse spiega il 52.6% della variabilità complessiva (inerzia totale = 2.018).

I parametri che risultano correlati in modo significativo e diretto con l'asse 1 (Tab. 48) sono l'altezza sul livello del mare ($p = 0.001$) e la granulometria ($p = 0.014$), mentre la copertura vegetale dell'alveo ($p = 0.047$) risulta correlata in modo inverso. Quindi ad un aumento dell'altitudine e della dimensione dei clasti corrisponde una diminuzione della copertura vegetale dell'alveo.

	Coefficienti canonici		Correlazione assi			
	Asse 1	Asse 2	Asse 1	<i>p</i>	Asse 2	<i>p</i>
velocità stimata	-1.139	-0.853	0.169	0.546	0.208	0.458
cover	0.271	-0.601	-0.069	0.807	-0.163	0.562
ombreggiatura	-0.006	0.157	0.259	0.352	-0.049	0.864
copertura vegetale alveo	0.006	0.231	-0.520	0.047	-0.242	0.384
granulometria	0.096	-0.706	0.620	0.014	-0.061	0.830
tipologia fluviale	0.047	0.601	0.066	0.815	0.471	0.077
altezza s.l.m.	1.279	1.824	0.745	0.001	0.143	0.611
larghezza alveo	0.842	0.260	-0.025	0.931	0.186	0.508
antropizzazione	-0.058	-1.303	0.351	0.200	0.054	0.848
distanza dalla sorgente	-0.013	1.173	-0.342	0.213	0.095	0.736
pendenza	0.238	1.270	0.161	0.566	0.559	0.030

Tab. 48: Analisi delle corrispondenze canoniche delle variabili ambientali.

Il secondo asse è meno informativo (20.8 % della varianza complessiva) e solo un parametro risulta correlato in modo significativo e diretto: la pendenza ($p = 0.03$).

Gli autovalori del primo asse sono risultati altamente significativi al Monte Carlo test ($p = 0.004$) ciò evidenzia una stretta associazione fra variabili ambientali e composizione della fauna ittica (ter Braak, 1986).

	Coefficienti canonici		Correlazione assi			
	Asse 1	Asse 2	Asse 1	<i>p</i>	Asse 2	<i>p</i>
densità scazzone	1.256	2.103	0.496	0.060	0.850	0.000
standing crop scazzone	0.702	0.855	0.289	0.295	0.087	0.759
densità trota	0.699	-0.455	0.501	0.057	-0.446	0.096
standing crop trota	0.593	-0.282	0.330	0.229	-0.330	0.229
densità vairone	-1.102	-0.031	-0.778	0.001	-0.100	0.722
standing crop vairone	-1.280	-0.104	-0.702	0.004	-0.117	0.677
densità ghiozzo padano	-0.941	0.999	-0.414	0.125	0.145	0.606
standing crop ghiozzo padano	-0.970	1.085	-0.429	0.110	0.163	0.561
densità cavedano	-0.109	-3.066	-0.091	0.746	-0.178	0.527
standing crop cavedano	-0.109	-3.066	-0.091	0.746	-0.178	0.527
densità rovela	-0.8972	0.687	-0.348	0.204	0.079	0.780
standing crop rovela	-0.8972	0.6847	-0.3478	0.204	0.079	0.780

Tab. 49: Analisi delle corrispondenze canoniche: correlazioni delle specie ittiche.

Ulteriori informazioni possono essere desunte dalla tabella 49, che riporta le correlazioni delle specie ittiche con i primi due assi dell'analisi. L'unica specie le cui abbondanze, sia in termini di densità che di standing crop, risultano collegate in modo statisticamente significativo con il primo asse della CCA è il vairone. La correlazione è di tipo inverso, ciò significa che l'abbondanza di questa specie diminuisce con l'incremento della quota altimetrica, delle dimensioni dei clasti presenti nell'alveo, mentre aumenta con l'aumentare della copertura vegetale dell'alveo.

La densità dello scazzone è, invece, correlata in modo significativo e diretto con l'asse 2: l'abbondanza numerica dello scazzone è maggiore nei corsi d'acqua dove la pendenza è più pronunciata.

L'analisi del grafico della figura 71, quindi, offre numerosi spunti di riflessione e permette di meglio interpretare l'autoecologia dello scazzone: la specie, assieme alla trota fario, è quella che più di altre predilige gli ambienti di alta quota, dove le ridotte dimensioni dei corsi d'acqua permettono un elevato grado di ombreggiatura dell'alveo ed in cui l'elevata velocità di corrente comporta la presenza di fondali costituiti soprattutto da clasti di dimensioni elevate ed impedisce la colonizzazione da parte della vegetazione acquatica. Rispetto ad un tale gradiente ambientale (Asse 1), l'abbondanza della trota fario e dello scazzone varia in modo opposto rispetto a quella delle altre specie ittiche che compongono le comunità ittiche originarie dei corsi d'acqua marchigiani: al modificarsi delle condizioni ambientali che causano una riduzione dell'abbondanza di trota fario e scazzone aumenta la numerosità di ghiozzo padano, vairone, cavedano e rovela (e viceversa). L'analisi mette in luce anche l'esistenza di un probabile fattore di rischio che incide negativamente sulla fauna ittica ed in particolare sulla conservazione delle popolazioni di scazzone: nell'area indagata, i settori fluviali localizzati ad elevata altitudine risentono di un maggiore livello di impatto antropico rispetto alle aree poste più a valle, con un andamento che appare in controtendenza rispetto a quanto osservato in altre aree dell'Italia centrale (Lorenzoni *et al.*, 2010).

Dall'osservazione delle relazioni sintetizzate dal gradiente ambientale rappresentato dall'asse 2 è possibile evidenziare l'esistenza delle maggiori

differenze ecologiche che separano lo scazzone dalla trota fario: la prima specie tende ad aumentare le proprie abbondanza (e quindi predilige) soprattutto nei corsi d'acqua contraddistinti da elevate pendenze, scarsa profondità, che sono molto turbolenti e di maggiore ampiezza, al contrario della trota fario che, a parità di altre caratteristiche ambientali, proprio in queste condizione risulta meno numerosa, preferendo microhabitat costituiti dalle zone più profonde, meno turbolente (pool) e con una pendenza ridotta. Per completare il quadro delle relazioni dello scazzone con il proprio ambiente è possibile effettuare un'ultima considerazione: esso è la sola specie fra quelle indagate per la quale esiste una notevole discrepanza fra comportamento della densità e della biomassa areale, come evidenziato dalla separazione esistente fra queste due variabili nello spazio multivariato della CCA (Fig. 71).

Per capire le implicazioni di questo fatto occorre ricordare una semplice regola ecologica: la densità sopravvaluta di solito l'importanza degli esemplari di piccole dimensioni, mentre al contrario la biomassa areale aumenta quanto più a prevalere nella popolazione sono gli esemplari di maggiore taglia (Odum, 1988). Ancora una volta sono soprattutto i cambiamenti ambientali associati all'asse 2 a giustificare la separazione fra i due modi di esprimere l'abbondanza dello scazzone: ciò significa che gli esemplari di piccole dimensioni (elevata densità) prevalgono in condizioni di elevata pendenza, scarsa profondità, elevata turbolenza (riffle) e larghezza dell'alveo, minore abbondanza di trota fario, mentre gli esemplari di maggiori dimensioni (elevato standing crop) tendono a divenire maggioritari dove le caratteristiche dei corsi d'acqua sono esattamente opposte (minore pendenza, maggiore profondità, scarsa turbolenza ed ampiezza dell'alveo, maggiore abbondanza di trote). In tale andamento è anche possibile, quindi, ipotizzare il possibile effetto dovuto a un incremento della pressione di predazione esercitato dall'aumento dell'abbondanza della trota fario: gli scazzoni di taglia maggiore aumentano laddove le fario divengono più abbondanti, poiché l'aumentata predazione elimina selettivamente gli esemplari di dimensioni più ridotte.

Una conferma di quanto evidenziato dalla CCA emerge dall'analisi di regressione lineare effettuata tra la densità delle singole specie ittiche ed il primo

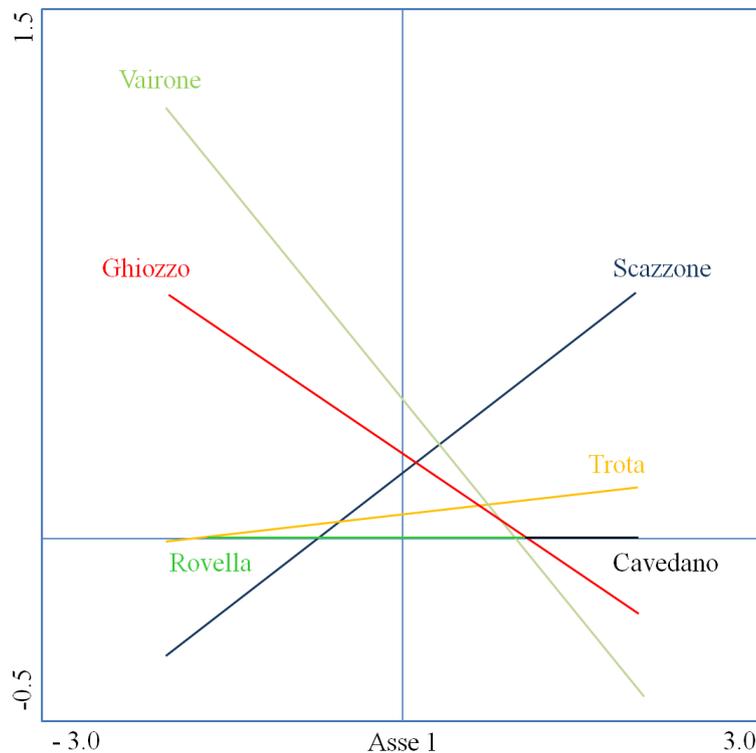


Fig. 72: Andamento delle densità delle singole specie lungo il primo asse della CCA.

asse della CCA. I risultati di tale indagine sono riportati nella figura 72. La densità dello scazzone è correlata in maniera statisticamente significativa ($F = 5.22$, $p = 0.040$) con l'asse 1, con un andamento simile a quello riscontrato per la trota fario, la cui densità aumenta anch'essa lungo asse 1; in questo secondo caso, tuttavia,

la relazione esistente non è statisticamente significativa ($F = 3.74$, $p = 0.075$). Le densità del vairone e del ghiozzo padano hanno, invece, un andamento simile tra loro ed opposto rispetto alle altre due specie appena descritte; sia il vairone che il ghiozzo, infatti, aumentano le proprie densità spostandosi a valle lungo il gradiente longitudinale. A livello statistico, la densità del vairone ($F = 17.92$, $p < 0.01$) varia in maniera altamente significativa rispetto all'asse 1, mentre per il ghiozzo padano ($F = 2.67$, $p = 0.126$) la relazione non è significativa. Le densità del cavedano e della rovello sono risultate poco influenzate dall'asse 1 ed in ogni caso la correlazione non appare significativa all'analisi statistica ($F = 1.00$, $p = 0.244$ per il cavedano e $F = 1.74$, $p = 0.209$ per la rovello); inoltre per entrambe le specie l'andamento della retta di regressione fra i 2 parametri è parallela all'asse 1. In parte ciò è sicuramente imputabile allo scarso numero di volte in cui le due specie sono state rinvenute nelle stazioni indagate e ai bassi valori di densità riscontrati sia per la rovello che per il cavedano.

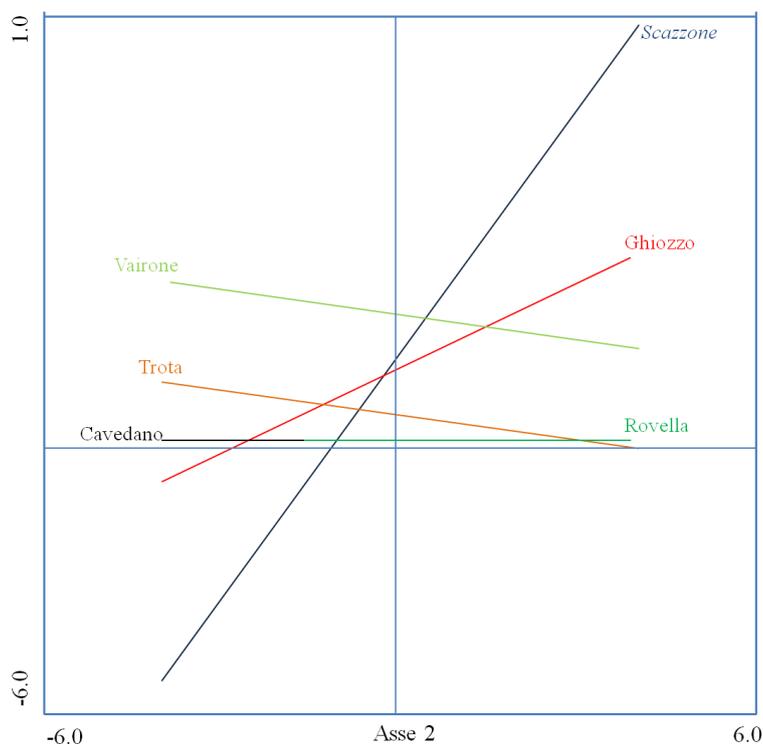


Fig. 73: Andamento delle densità delle singole specie lungo il primo asse della CCA.

L'analisi di regressione lineare fra le densità delle specie ittiche e l'asse 2 è illustrata dalla figura 73. La densità dello scazzone è risultata correlata in maniera statisticamente significativa ($F = 5.06$, $p = 0.04$) con l'asse 2; anche il ghiozzo padano mostra un andamento simile a quello dello

scazzone ma in questo caso la relazione non è significativa ($F = 0.48$, $p = 0.50$). Anche le densità della trota fario e del vairone non sono risultate correlate in modo statisticamente significativo con l'asse 2 ($F = 1.87$, $p = 0.19$ per la trota e $F = 0.05$, $p = 0.16$ per il vairone), comunque ambedue le specie mostrano un comportamento opposto a quello dello scazzone, indicando una loro predilezione verso i corsi d'acqua caratterizzati da una scarsa pendenza, da una modesta profondità e da una minore turbolenza. Così come visto per l'asse 1, le rette di regressione delle densità di cavedano e rovella con l'asse 2 risultano parallele all'asse stesso: la densità del cavedano è risulta correlata in modo significativo con l'asse ($F = 5.06$, $p = 0.04$) mentre quella della rovella non è risulta significativa a livello statistico ($F = 0.14$, $p = 0.29$).

7. Analisi contenuto stomacale della trota fario

Durante la campagna di campionamento sono state catturate un totale di 206 trote fario, appartenenti ai diversi settori fluviali indagati; la statistica descrittiva relativa alla lunghezza totale, peso ed età del campione complessivo è riportata nella tabella 50.

	N valori	Minimo	Media	Massimo	Dev. Std.
Lt (cm)	206	3.900	15.139	36.500	7.312
Peso (g)	206	1.000	67.598	551.000	99.877
Età (anni)	206	0.580	1.753	6.580	1.332

Tab. 50: Statistica descrittiva della lunghezza totale, peso ed età della trota fario nel campione complessivo .

Il valore medio della lunghezza totale risulta pari a 15.14 cm, ad essa corrisponde un peso medio di 67.60 g ed un'età di 1.75 anni. L'esemplare più piccolo raggiunge una lunghezza di 3.90 cm, un peso di 1.00 g e un'età di 0.58 anni, mentre l'esemplare di maggiori dimensioni è lungo 36.50 cm, per un peso di 551.00 g ed un'età di 6.58 anni.

Nella figura 74 è riportata la struttura di popolazione della trota fario nel campione complessivo; l'istogramma mette in evidenza una struttura continua in cui, sebbene con abbondanze molto diverse, sono rappresentate 7 classi d'età: dai giovani nati nell'anno (0+) fino agli esemplari più anziani aventi 6 anni (6+). Dal grafico è

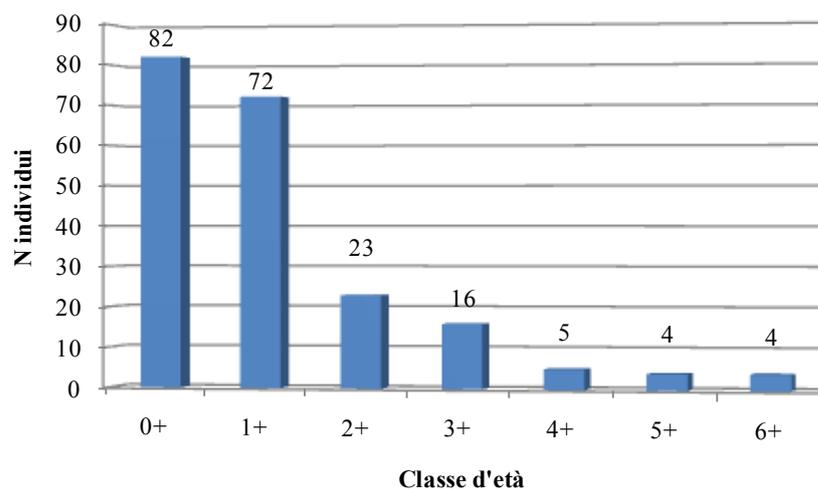


Fig. 74: Struttura di popolazione del campione complessivo.

evidente come il numero maggior di individui è compreso nelle classi 0+ (n = 82) e 1+ (n = 72); nelle classi d'età intermedie, 2+ e 3+, si osserva un drastico calo del

numero di individui in quanto sono rappresentate rispettivamente da 23 e 16 esemplari. Quasi del tutto assenti risultano le trote più anziane (4+, 5+ e 6+). Lo scarso numero di trote fario appartenenti alle classi d'età più anziane e di conseguenza l'assenza di individui di maggiori dimensioni è, probabilmente, causato da una troppo intensa attività di pesca e da un prelievo eccessivo ed è da relazionarsi anche con il periodo in cui sono stati effettuati i campionamenti: nel mese di luglio, infatti, la maggior parte delle trote al di sopra della taglia minima è stata catturata dai pescatori sportivi.

L'analisi del contenuto stomacale è stata effettuata su campione rappresentativo, compostato da 51 trote, provenienti dai diversi settori fluviali

Stazione	N valori	Minimo	Mediana	Massimo	Media	Dev. Std.
GORG01	5	19.000	22.300	29.100	22.940	3.786
GORG02	7	10.700	14.100	33.700	17.286	7.705
CESA04	3	8.200	18.800	19.000	15.333	6.178
BURA03	1	36.400	36.400	36.400	36.400	0.000
BURA05	1	23.800	23.800	23.800	23.800	0.000
CERT02	2	20.700	21.100	21.500	21.100	0.566
FIMA01	4	21.000	30.300	36.500	29.525	8.102
VITO02	1	25.000	25.000	25.000	25.000	0.000
ABIS01	10	19.500	21.000	26.000	22.250	2.264
EREM01	4	21.900	22.850	27.000	23.650	2.296
CINI02	3	17.700	21.100	24.500	21.100	3.400
BURA04	10	20.500	27.550	35.900	28.050	4.695
Complessivo	51	8.200	22.500	36.500	23.296	6.334

Tab. 51: Statistica descrittiva della lunghezza totale nel campione complessivo e disaggregato per stazione di campionamento.

Stazione	N valori	Minimo	Mediana	Massimo	Media	Dev. Std.
GORG01	5	81.000	131.000	292.000	151.200	81.806
GORG02	7	17.000	32.000	448.000	97.571	155.595
CESA04	3	7.000	71.000	76.000	51.333	38.475
BURA03	1	551.000	551.000	551.000	551.000	0.000
BURA05	1	158.000	158.000	158.000	158.000	0.000
CERT02	2	87.000	98.000	109.000	98.000	15.556
FIMA01	4	99.000	296.000	522.000	303.250	206.815
VITO02	1	157.000	157.000	157.000	157.000	0.000
ABIS01	10	75.000	113.000	189.000	127.100	38.980
EREM01	4	100.000	126.000	186.000	134.500	36.601
CINI02	3	57.000	110.000	159.000	108.667	51.013
BURA04	10	100.000	251.000	533.000	269.700	131.149
Complessivo	51	7.000	130.000	551.000	170.588	135.865

Tab. 52: Statistica descrittiva del peso nel campione complessivo e disaggregato per stazione di campionamento.

campionati. Nella tabella 51 - 53 è riportata la statistica descrittiva relativa alla lunghezza totale, al peso e all'età delle trote fario sia nel campione complessivo, sia in quello disaggregato per stazione di campionamento.

Il valore della lunghezza totale è compreso in un intervallo che varia da un minimo di 8.20 ad un massimo di 36.50 cm, per quanto riguarda il peso, il campione complessivo

Codice	N valori	Minimo	Mediana	Massimo	Media	Dev. Std.
GORG01	5	1,580	2,580	4,580	2,780	1,095
GORG02	7	1,580	1,580	5,580	2,151	1,512
CESA04	3	0,580	1,580	1,580	1,247	0,577
BURA03	1	6,580	6,580	6,580	6,580	0,000
BURA05	1	2,580	2,580	2,580	2,580	0,000
CERT02	2	2,580	2,580	2,580	2,580	0,000
FIMA01	4	2,580	5,080	6,580	4,830	2,062
VITO02	1	3,670	3,670	3,670	3,670	0,000
ABIS01	10	1,670	2,670	3,670	2,770	0,876
EREM01	4	2,670	2,670	3,670	2,920	0,500
CINI02	3	1,580	2,580	3,580	2,580	1,000
BURA04	10	2,580	4,080	6,580	4,380	1,229
Complessivo	51	0,580	2,670	6,580	3,155	1,522

Tab. 53: Statistica descrittiva dell'età nel campione complessivo e disaggregato per stazione di campionamento.

oscilla in un intervallo compreso tra 0.70 g e 551.00 g, con un valore medio di 170.59 g. L'esemplare di trota fario più giovane ha un'età di 0.58 anni, il più anziano di 6.58 anni mentre il valore medio è di 3.15 anni.

Il livello di determinazione sistematica delle categorie alimentari rinvenute negli stomaci esaminati giunge fino al dettaglio di Ordine per quanto riguarda il *Phylum* degli Artropodi, mentre per gli altri *taxa* (come Molluschi, Anellidi ed Aschelminți) la determinazione si ferma al livello di Classe. Tutti quelli individui per cui non è stato possibile risalire al *taxa* d'appartenenza, per lo stadio di digestione troppo avanzato, sono stati inseriti nella categoria indeterminato.

La tabella 54 mostra il contenuto stomacale della trota fario espresso come valore d'importanza (V.I.), mentre il grafico riportato in figura 75 rappresenta lo stesso parametro espresso come valore percentuale. Alla classe degli insetti appartengono il maggior numero di categorie alimentari riscontrate ed anche le più importanti, infatti, Efemerotteri (V.I.= 0.18; 24.94%), Imenotteri (V.I.= 0.15, 20.62%) e Tricotteri (V.I.= 0.09, 12.86%) sono le componenti alimentari più rappresentate nella dieta della trota. Tra i crostacei, gli Anfipodi (V.I.=0.08, 18.68%) costituiscono il gruppo più importante. Valori minori, ma comunque rilevanti, sono raggiunti da Coleotteri (V.I.=

	V.I.
Coleotteri	0,0550
Dermateteri	0,0001
Ditteri	0,0501
Diplopodi	0,0001
Eterotteri	0,0078
Emitteri	0,0105
Efemerotteri	0,1789
Imenotteri	0,1479
Lepidottero	0,0014
Megalotteri	0,0001
Ortotteri	0,0006
Odonati	0,0025
Plecotteri	0,0300
Tricotteri	0,0922
Ragni	0,0073
Acari	0,0003
Isopodi	0,0034
Anfipodi	0,0838
Decapodi	0,0006
Gasteropodi	0,0175
Irudinei	0,0003
Oligocheti	0,0005
Gordiaci	0,0013
Scazzone	0,0001
Ghiozzo	0,0001
Resti vegetali	0,0134
Indeterminato	0,0114

Tab. 54: Valore d'importanza delle diverse categorie alimentari.

0.05, 7.67%), Ditteri (V.I.= 0.05, 6.98%) e Plecotteri (V.I.=0.030, 4.27%). I valori d'importanza raggiunti dagli altri *taxa* sono bassi e trascurabili.

A differenza di quanto rilevato per gli insetti, la presenza dei pesci nella dieta delle trote appare abbastanza scarsa. La predazione nei confronti di questa categoria alimentare, infatti, è risultata un evento sporadico o occasionale ed è avvenuta esclusivamente a carico di sole due specie: scazzone e ghiozzo padano, rinvenute entrambe con un unico individuo nel contenuto stomacale di due diverse trote sulle 54 analizzate. Il basso valore d'importanza (V.I.) risultato per la componente pesci, rispetto a quella degli insetti, nella dieta della trota può essere stato influenzato dal periodo in cui sono stati effettuati i campionamenti e dalla composizione per età del campione di trote analizzate.

Alcune ricerche (Hunt, 1975) hanno rilevato come, ad esempio, la predazione degli insetti sia maggiore in certi momenti nella giornata, soprattutto quando la luminosità è più intensa. Bisogna inoltre tener presente che i campionamenti sono stati effettuati in estate, periodo in cui si ha una maggiore disponibilità numerica ed una maggiore catturabilità dei macroinvertebrati rispetto alle altre categorie

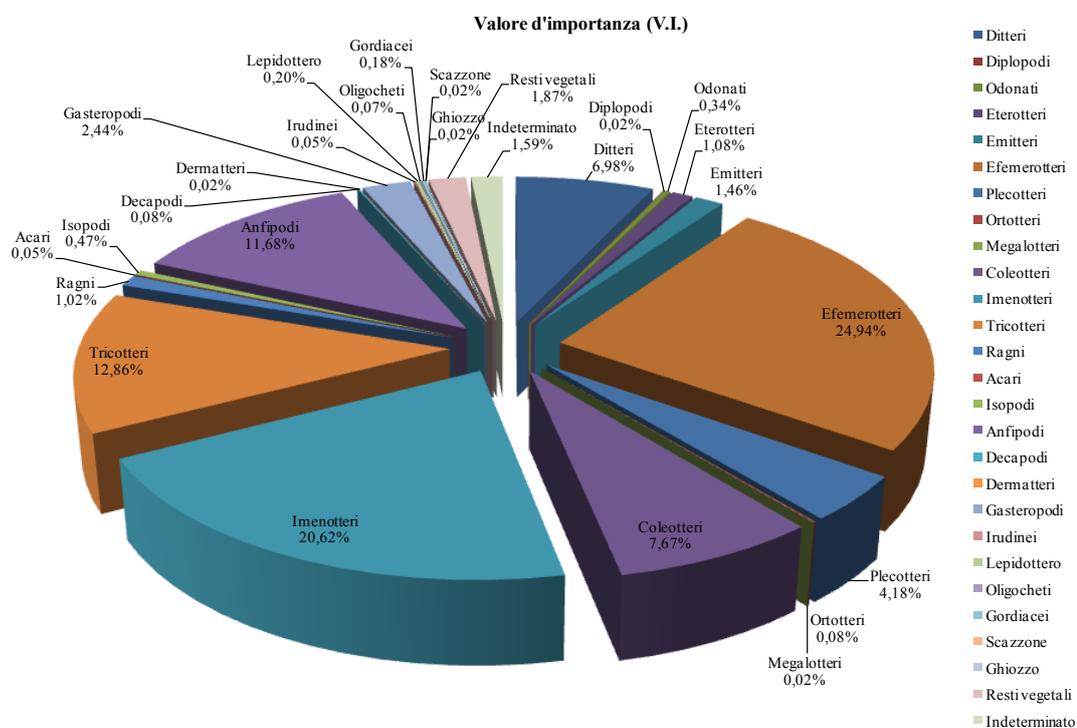


Fig. 75: Percentuale del valore d'importanza delle diverse categorie alimentari.

alimentari: gli insetti, infatti, sono ancora in fase riproduttiva, appaiono maggiormente vulnerabili, in quanto effettuano le mute e l'estate è anche il momento stagionale in cui si osserva la maggiore abbondanza delle forme alate (Hunt, 1975).

Un'ulteriore analisi è stata effettuata per indagare l'esistenza di una differenziazione dell'alimentazione in base all'età della trota fario. La figura 76 riporta, espresso come valore percentuale, il numero di numero degli individui predati in ogni categoria alimentare per ciascuna classe d'età; le classi più anziane (4+, 5+ e 6+), essendo composte da un numero esiguo di individui, sono state riunite in un'unico gruppo ($\geq 4+$).

La dieta della trota fario è apparsa abbastanza omogenea e non diversificata in base all'età, probabilmente, ad influire maggiormente è la disponibilità delle diverse categorie alimentari nei corsi d'acqua in cui vive. La maggior parte delle categorie alimentari raggiunge valori percentuali molto variabili nelle classi d'età esaminate: solo per alcuni *taxa* si osserva con l'età una tendenza all'aumento nel numero degli individui predati, come ad esempio per Efemerotteri, Emitteri e

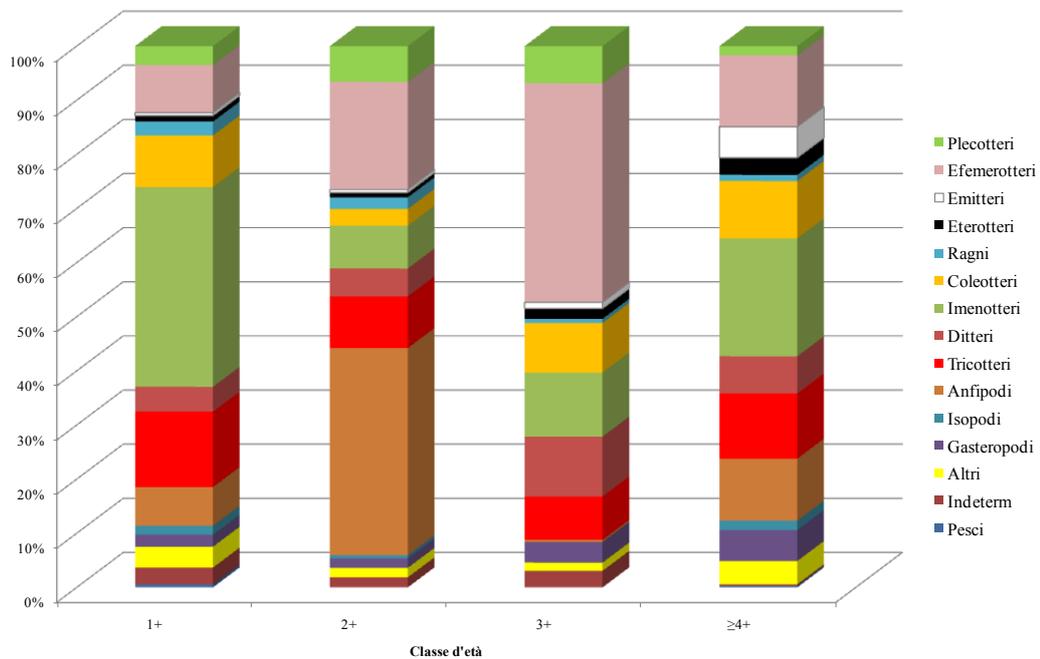


Fig. 76: Composizione della dieta per classe d'età.

Gasteropodi, mentre in altri gruppi d'insetti, Tricotteri, Plecotteri e Ditteri, il numero degli esemplari predati rimane pressoché costante.

8. Conclusioni

Lo scazzone è diffuso in Europa a partire dalle regioni più settentrionali come il mar Baltico, dove popola le coste ed il corso inferiore dei fiumi di Svezia, Finlandia, Russia ed Estonia, ma è ampiamente distribuito anche nella parte centrale, dove colonizza i bacini di Danubio, Elba, Ems, Weser, Rodano e Reno; nei Balcani si spinge fino alla Bulgaria e alla Macedonia: è presente nel fiume Zrmanja in Croazia e forse nella Neretva in Bosnia-Erzegovina, dove tuttavia l'attribuzione a *Cottus gobio* dei Cottidi presenti è ancora incerta (Kottelat e Freyhof, 2007). In Italia lo scazzone è diffuso in tutto l'arco alpino, nei due versanti dell'Appennino Tosco-Emiliano, nella parte alta del bacino del Tevere (Bevagna, 1990) e nelle Marche, dove il limite sud dell'areale sembra essere costituito dal bacino del Chienti (Lorenzoni *et al.*, in stampa) e non dal Potenza (Bianco, 1993; Kottelat e Freyhof, 2007) o dal Tronto (Bruno, 1987), come talvolta riportato in letteratura.

In Italia il crescente degrado ambientale e la conseguente riduzione delle aree idonee alla riproduzione ha portato ad una contrazione e frammentazione delle popolazioni di *Cottus gobio*; per questo lo scazzone è classificato come specie 'vulnerabile' nel Libro rosso degli animali d'Italia - Vertebrati (Bulgarini *et al.*, 1998), inoltre è inserito nell'allegato II della Direttiva 92/43/CEE tra le "specie animali e vegetali d'interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione". Per l'Unione Internazionale della Conservazione della Natura (2010), la specie è collocata nella categoria di rischio a "minore preoccupazione" (*least concern*), a causa del suo areale particolarmente ampio; i popolamenti di scazzone presenti nella regione Marche rivestono, tuttavia, un particolare interesse poiché rappresentano uno dei limiti meridionali dell'areale di distribuzione della specie in Europa (Bevagna *et al.*, 1990; Kottelat e Freyhof, 2007).

Lo studio delle abbondanze e della distribuzione dello scazzone nei corsi d'acqua della provincia di Pesaro - Urbino ha permesso di delineare il quadro generale della situazione attuale e di individuare le possibili cause di minaccia per la sopravvivenza delle popolazioni. Delle 35 stazioni individuate dalla ricerca come possibili habitat per la specie, considerando anche i risultati della Carta Ittica

provinciale (De Paoli *et al.*, 2006), solo 15 sono realmente colonizzate. La specie è distribuita nel territorio provinciale con alcuni nuclei che purtroppo risultano molto localizzati e abbastanza isolati fra di loro. Ciò costituisce un elemento di rischio, in quanto la frammentazione di una metapopolazione riduce la possibilità di scambio degli individui fra i vari demi, tramite immigrazione ed emigrazione, ed aumenta pertanto le possibilità di estinzione locale (Levins, 1970).

Dalle analisi condotte è emerso che l'abbondanza dello scazzone, sia per quanto riguarda la densità sia lo standing crop, presenta valori non molto elevati: la densità media è di 0.236 ind m⁻², mentre lo standing crop è pari a 0.792 g m⁻². I valori di densità calcolati per le singole stazioni risultano molto variabili: alcune popolazioni, come quelle del fosso della Gorga e del fiume Cesano (GORG02 = 0.746 ind m⁻²; CESA02 = 1.844 ind m⁻²), raggiungono valori particolarmente elevati, altre, come ad esempio quelle del fiume Burano (BURA03 = 0.004 ind m⁻²; BURA05 = 0.006 ind m⁻²), presentano popolamenti estremamente rarefatti. Per quanto riguarda il bacino del Cesano, dai dati di distribuzione ed abbondanza emerge, quindi, come la situazione dello scazzone sia particolarmente favorevole: la specie è diffusa in un tratto fluviale che si estende per parecchi chilometri di lunghezza e raggiunge le maggiori abbondanze fra quelle osservate nel territorio provinciale. Il nucleo presente nel tratto intermedio del fiume Burano (BURA03 - BURA05), al contrario, risulta probabilmente quello a maggior rischio di estinzione locale. Qui lo scazzone colonizza un tratto fluviale le cui caratteristiche ambientali sono ai limiti delle preferenze ecologiche della specie: esso convive, in modo abbastanza anomalo, con alcune specie ittiche della zona del barbo, e dà luogo ad un popolamento abbastanza isolato e caratterizzato da abbondanze estremamente esigue. Le possibilità di esistenza per lo scazzone in tale parte del fiume Burano sono essenzialmente garantite da un affioramento di alcune sorgenti che riforniscono il fiume in modo costante di acqua a bassa temperatura. Nel tratto più a monte del fiume Burano è comunque presente un altro nucleo più consistente della specie, ristretto alla confluenza del Bevano e al tratto inferiore del Tenetra. Quello che può essere considerato il terzo nucleo presente nel bacino del fiume Metauro è stato rilevato nel torrente Bosso, nel suo affluente fosso del Giordano,

nel Fiumicello di Massa e nel Certano. Nella parte di bacino dell'Esino che ricade in provincia di Pesaro - Urbino, lo scazzone è stato campionato solo sul tratto più a valle del fosso della Gorga. Tale popolazione, che appare in continuità con quelle presenti nel fiume Sentino ed in alcuni suoi affluenti della parte montana del bacino (Marconi *et al.*, 2009; Lorenzoni *et al.*, dati non pubblicati), andrebbe gestita assieme a queste, concordando le politiche gestionali di tutela e conservazione assieme alle province di Perugia e di Macerata.

L'isolamento e la frammentazione delle popolazioni che emerge dalla ricerca, è un fenomeno che sarebbe negativo in ogni caso e per qualsiasi specie, in quanto altera il rapporto fra estinzione locale e ricolonizzazione rendendo più difficile la conservazione (Levins, 1970); nel caso dello scazzone, tuttavia, tale difficoltà è esaltata dalla ridotta capacità di movimento della specie che, come le altre appartenenti al genere *Cottus*, è tipicamente molto sedentaria (Hudy *et al.*, 2009) e quindi necessita di una più grande connettività nell'habitat. La presenza di briglie, traverse, zone cementificate, ostacoli anche di ridotte dimensioni costituiti dall'uomo lungo il corso dei torrenti aumentano ancora di più la tendenza all'isolamento delle popolazioni e quindi le conseguenze negative della frammentazione. La scarsa propensione a ricolonizzare i tratti fluviali in cui le popolazioni possono essersi temporaneamente estinte, giustifica anche un'altra evidenza emersa dalla ricerca: il fatto che nella sua distribuzione in provincia di Pesaro - Urbino lo scazzone è spesso assente dalla parte più a monte dei corsi d'acqua in cui vive. Nei corsi d'acqua in cui erano localizzate più stazioni di campionamento in successione, la specie è spesso risultata mancante nei settori più prossimi alle sorgenti, come ad esempio osservato nei casi del Burano, del Certano e del fosso della Gorga. Tale situazione deve essere molto probabilmente imputata alla tendenza dei corsi d'acqua indagati ad avere dei regimi idrici molto variabili, con la possibilità, non infrequente, che in estate si possano anche verificare episodi di completa assenza di acqua, anche a causa della tendenza di concentrare nei tratti più prossimi alle sorgenti le captazioni a scopo idro - potabile operate dall'uomo. Tale impatto antropico è stato fondamentale nel determinare la scomparsa dello scazzone nella parte montana del fosso Giordano (De Paoli *et al.*, 2006) e del fosso

della Gorga; maggiori e più precise informazioni al riguardo potrebbero derivare da un'approfondita ricerca sulla presenza di eventuali fonti storiche in grado di chiarire in dettaglio la distribuzione passata della specie in provincia di Pesaro - Urbino.

In letteratura, i valori di densità riportati per le popolazioni europee di scazzone sono molto variabili: nelle condizioni più favorevoli, rappresentate ad esempio dai corsi d'acqua di pianura, nel periodo immediatamente successivo alla deposizione delle uova, il numero di individui per metro quadrato di superficie può presentare picchi molto elevati e raggiungere anche valori di 75.1 ind m⁻² (Mann, 1971). Durante la stagione di crescita, la densità inevitabilmente declina, ma comunque può rimanere elevata, come riportato da Prenda *et al.* (1997), che hanno registrato un valore di 2.2 ind m⁻² per il torrente Bere in Inghilterra. I tratti fluviali indagati nel corso della ricerca sono per lo più piccoli torrenti montani oligotrofi e poco produttivi ed i valori di densità potenziali per le popolazioni di scazzone risultano necessariamente minori rispetto a quanto riscontrabile in condizioni ottimali. I valori registrati per i corsi d'acqua della provincia di Pesaro - Urbino sono comunque in linea con quanto citato in letteratura per piccoli corsi d'acqua: la densità di popolazione riportata in bibliografia per i torrenti di montagna varia da 0.04 a 1.0 ind m⁻² (Mills *et al.*, 1983; Crisp *et al.*, 1974). Per quanto riguarda il territorio italiano, Perini *et al.*, (1991) stimano una densità che varia da un minimo di 0.50 ad un massimo di 1.52 ind m⁻² per la risorgiva Menegatta, mentre nel fiume Brenta il numero di scazzoni per metro quadrato assume valori leggermente inferiori, che vanno da 0.20 a 0.86 ind m⁻². In alcune popolazioni dell'Umbria i valori di densità registrati per lo scazzone sono pari a 1.26 ind m⁻² per il fosso di Bagni (affluente del fiume Topino), mentre risultano notevolmente inferiori per la popolazione del fiume Topino in località S. Giovenale, dove la densità raggiunge il valore di 0.133 ind m⁻² (Lorenzoni *et al.*, 2009).

Le popolazioni campionate in provincia di Pesaro - Urbino raramente mostrano, dal punto di vista della loro conservazione, una situazione da considerare critica: la ricerca ha evidenziato l'esistenza di una buona struttura di popolazione nella maggior parte dei casi, indice di una situazione ottimale. Lo scarso numero di

individui appartenenti alla classe d'età 0+, che talvolta è stato osservato, può essere causato da una sottostima del campione determinato dalla selettività dei mezzi di campionamento che tendono a privilegiare gli individui di grandi dimensioni (Marconato, 1991). In ogni caso l'attribuzione ai mezzi di campionamento dell'assenza dei giovani dell'anno deve essere confermata ulteriormente e si deve comunque porre molta attenzione al fenomeno, perché potrebbe anche essere indice di condizioni ambientali alterate che influiscono negativamente sulla riproduzione della specie. Le stazioni che vertono nelle condizioni peggiori per quanto riguarda i giovani nati nell'anno sono la stazione posta sul fiume Certano (CERT02) e quella intermedia sul fiume Burano (BURA04), dove la classe 0+ risulta totalmente assente. Dal punto di vista sia qualitativo che quantitativo, nel fiume Burano si evidenzia quindi la presenza della situazione più critica di tutto il territorio provinciale: nella stazione intermedia (BURA04) risultano assenti i nati nell'anno (0+), mentre nella stazione posta più a monte (BURA03) e in quella più a valle (BURA05) i valori di densità registrati sono particolarmente bassi.

La classe d'età più anziana rilevata nelle popolazioni della provincia di Pesaro - Urbino è quella dei 5+, inferiore rispetto a quanto riportato in letteratura: la longevità massima della specie risulta essere di norma pari a 8 - 9 anni (Gandolfi *et al.*, 1991).

I valori dei tassi di mortalità e sopravvivenza sono stati calcolati per il campione complessivo e per quelle popolazioni in cui la struttura di popolazione era tale da permettere tale analisi. Per il campione complessivo si può osservare come i valori di Z, A e S, che rappresentano rispettivamente i tassi annuali di mortalità e di sopravvivenza, sono pari rispettivamente a 0.40, 0.33 e a 0.67: ciò indica che ogni anno sopravvive il 66.7 % degli esemplari presenti nell'anno precedente. Per quanto riguarda le singole stazioni di campionamento i valori appaiono molto eterogenei, variando dal valore di sopravvivenza più elevato che caratterizza il BURA04 e pari all'85.0%, al più basso registrato nel Cesano (CESA04) e pari al 40.1%. La mortalità calcolata per i corsi d'acqua della provincia di Pesaro e Urbino non appare, quindi, eccessiva; per alcuni corsi d'acqua inglesi i valori risultano generalmente più elevati rispetto a quelli emersi

per l'area indagata: Crisp e Mann (1991) hanno calcolato tassi istantanei di mortalità (Z) compresi fra 0.85 e 0.96, mentre Crisp, Mann e Cubby (1984) hanno registrato valori oscillanti fra 0.67 e 0.81.

La relazione tra la lunghezza e il peso, relativa sia al campione totale che disaggregato per settore fluviale, ha evidenziato, per le popolazioni di scazzone delle provincia di Pesaro - Urbino, un accrescimento allometrico di tipo negativo. Infatti, ad eccezione di due popolazioni, quella posta più a valle sul fiume Cesano (CESA04) e quella sul fiume Certano (CERT02), il valore del coefficiente di regressione (b) risulta essere sempre inferiore a 3: gli esemplari, quindi si accrescono maggiormente in lunghezza che in peso. Tali valori risultano differenti rispetto a quanto riportato in letteratura per due popolazioni umbre (fosso di Bagni in località Acciano e fiume Topino in località S. Giovenale) che mostrano, al contrario, un accrescimento di tipo allometrico positivo (fosso di Bagni $b = 3.177$ e fiume Topino $b = 3.402$), con individui che si accrescono maggiormente in peso che in lunghezza (Lorenzoni *et al.*, 2009).

Lo studio dell'accrescimento teorico in lunghezza ha mostrato che il valore della lunghezza massima teorica (L_{∞}), calcolato sia per il campione complessivo che disaggregato per singola stazione, è leggermente inferiore ai valori riportati in letteratura e relativi ad una popolazione italiana di scazzoni del fiume Brenta, dove i maschi hanno una lunghezza massima teorica pari a 16.280 cm, mentre le femmine si accrescono leggermente meno raggiungendo un valore di 14.973 cm (Perini *et al.*, 1992). Tali valori sono invece superiori se paragonati a quelli riportati in letteratura per alcune popolazioni inglesi ($L_{\infty} = 7.2$ cm) (Froese e Pauly, 2010). Per contro, la velocità di accrescimento (k) delle popolazioni inglesi è pari a 0.70 anni⁻¹ e risulta nettamente maggiore dei valori di k delle popolazioni marchigiane indagate, con la sola eccezione delle popolazioni sul fiume Cesano.

Complessivamente l'accrescimento delle popolazioni della provincia di Pesaro - Urbino può essere considerato buono: i valori di Φ' , calcolati sia per il campione complessivo che per le singole stazioni indagate, risultano maggiori di 1.560 che è il valore della mediana di tale parametro riportato in letteratura e relativo a due popolazioni inglesi della stessa specie (Froese e Pauly, 2010).

Nelle popolazioni della provincia di Pesaro - Urbino, gli esemplari raggiungono al 1° anno la lunghezza di 1.926 cm, 5.856 cm al 2° anno, 7.733 cm al 3° anno, 9.484 cm al 4° anno, 10.778 cm al 5° anno e 11.960 cm al 6° anno. Gli individui presentano lunghezze minori rispetto a quanto riportato in letteratura per una popolazione del fiume Brenta (1° anno 5.237 cm nei maschi e 4.581 cm nelle femmine, 2° anno 7.029 cm nei maschi e 5.900 cm nelle femmine, 3° anno 8.250 cm nei maschi e 7.942 cm nelle femmine, 4° anno 9.735 cm per i maschi e 8.814 cm per le femmine, 5° anno 11.383 cm per i maschi e 10.475 cm per le femmine, 6° anno 12.348 cm per i maschi e 11.556 cm per le femmine) (Perini *et al.*, 1991).

L'analisi dei valori del fattore di condizione di Le Cren (K_n) mostra che lo stato di benessere della popolazione può essere considerato buono, essendo il valore medio calcolato pari a 1.083 (il peso reale è di poco superiore al peso ideale). Analizzando, invece, il campione disaggregato per classe d'età, si nota come nella classe 1+ gli individui raggiungano un peso reale minore di quello ideale ($K_n = 0.806$). Dalla regressione tra il fattore di Le Cren e la densità dello scazzone si osserva un peggioramento della condizione generale di benessere degli esemplari all'aumentare della densità. Per tale specie, quindi, quello che si evidenzia è l'esistenza di una forte componente densità - dipendente, che penalizza lo stato di benessere delle popolazioni più numerose: l'aumentare del numero di esemplari presenti in una popolazione causa evidentemente una diminuzione della disponibilità *pro-capite* delle risorse trofiche e dello spazio a disposizione, penalizzando la condizione e riducendo lo stato di benessere generale degli individui. L'analisi della condizione relativa nel campione disaggregato per stazione di campionamento evidenzia come nel fiume Cesano (CESA02), dove è stata osservata la densità più elevata fra tutti i corsi d'acqua indagati (1.84 ind m⁻²), probabilmente è stata raggiunta la capacità portante dell'ambiente: il valore medio di K_n è nettamente inferiore ad 1 ($K_n = 0.791$), indicando che gli individui non si trovano in uno stato di benessere ottimale. L'esistenza di fattori densità - dipendenti che penalizzano il benessere degli esemplari viventi a concentrazioni elevate, lascia intravedere la possibilità di effettuare alcuni interventi di prelievo di un certo numero di individui, ad esempio per costituire degli stock tenuti in

cattività, senza per questo danneggiare eccessivamente le popolazioni donatrici: la riduzione delle abbondanze delle stesse potrà essere compensata in breve tempo dall'aumento della sopravvivenza, dell'accrescimento e delle potenzialità riproduttive degli esemplari rimasti, proprio in virtù degli effetti positivi mediati dalla riduzione densità. In tale contesto, le popolazioni più indicate per interventi di questo genere (popolazioni donatrici) sono proprio quelle che la ricerca ha indicato come più prossime alla capacità portante dell'ambiente, come ad esempio le popolazioni del fiume Cesano.

La condizione dello scazzone sembra peggiorare anche all'aumentare dell'abbondanza della trota fario; tuttavia, la regressione lineare calcolata fra queste due variabili è risultata non significativa dal punto di vista statistico: se confermata, l'esistenza di una relazione di questo tipo sottolineerebbe la presenza di una interazione interspecifica di tipo competitivo, mediata dall'uso delle stesse risorse trofiche e giustificata dal fatto che entrambe le specie sono bentofaghe per buona parte del loro ciclo vitale (Crisp *et al.*, 1978; Pizzul *et al.*, 2004, 2010). La relazione esistente tra la densità dello scazzone e quella della trota non conferma, comunque per l'area indagata, tale ipotesi, anzi mette in luce la presenza di una relazione di tipo diretto ($r = 0.14$): ciò indica che al crescere dell'abbondanza della trota fario cresce anche la densità dello scazzone, con un andamento opposto a quello che sarebbe logico aspettarsi nel caso in cui fra le due specie esistesse un'interazione di tipo antagonista; ancora una volta, tuttavia, la regressione non è significativa ($p > 0.05$, $R^2 = 0.02$) e la varianza giustificata dal modello è molto bassa. La tendenza ad un aumento concomitante della densità delle due specie può essere spiegata dalle variazioni ambientali che avvengono lungo il gradiente longitudinale di un fiume (Huet, 1949; Mearelli *et al.*, 1995) e dal fatto che esse condividono le medesime esigenze ecologiche e lo stesso habitat (Crisp, 1963; Prenda *et al.*, 1997): l'importanza dell'influenza delle condizioni ambientali evidentemente oscura l'eventuale presenza di una interazione antagonista fra le due specie. Anche nell'area indagata, come anche in numerose altre realtà italiane (Marconato, 1986; Marconi, 2009; Lorenzoni *et al.*, 2010), la trota fario è la specie che maggiormente si trova associata allo scazzone. La trota è infatti risultata

presente in 14 delle 15 stazioni in cui vive lo scazzone; l'altra specie che si associa con maggior frequenza è il vairone che coesiste con lo scazzone in 8 stazioni. Tutte le altre specie sono più sporadiche e formano associazioni molto meno frequenti, che non superano mai il valore di 5 stazioni in comune, come nel caso del ghiozzo padano. La coesistenza della trota fario e dello scazzone è conseguente alle simili esigenze ecologiche: ambedue le specie occupano, infatti, i tratti più montani dei corsi d'acqua, corrispondenti alla zona superiore della trota (Huet, 1949; Mearelli *et al.*, 1995). Anche il vairone predilige acque fredde e ben ossigenate e tende a localizzarsi leggermente più a monte (zona inferiore della trota) rispetto agli altri ciprinidi reofili. Nei corsi d'acqua della provincia di Pesaro e Urbino, più raramente lo scazzone partecipa con il ghiozzo padano e i ciprinidi reofili alla comunità della zona del barbo.

L'analisi dell'alimentazione della trota fario non ha permesso di accertare in modo evidente l'esistenza di intensa attività predatoria a danno dello scazzone: soltanto un giovane individuo di questa specie, oltre ad un ghiozzo padano, è stato rinvenuto in uno dei 54 stomaci esaminati. Ciò conferma la possibilità che le trote possano predare esemplari di altre specie ittiche, cosa ampiamente nota (Gandolfi *et al.*, 1991; Elliot, 2002), ma allo stesso tempo la ricerca ha anche evidenziato come i pesci rappresentino una componente del tutto secondaria nella dieta del campione di trote esaminato. Vari fattori, tuttavia possono aver concorso a determinare questo risultato, primo fra tutti la composizione per età delle fario viventi nell'area indagata: nelle trote la dieta è fortemente influenzata dalla taglia (Werner *et al.*, 1984) e soprattutto gli esemplari di maggiori dimensioni divengono ittiofagi e possono cibarsi di scazzoni (Tomlinson *et al.*, 2003). La struttura di popolazione del campione complessivo delle trote catturate nel corso dei campionamenti mette in evidenza una disposizione continua in cui, sebbene con abbondanze molto diverse, sono rappresentate 7 classi d'età (da 0+ a 6+). Dall'analisi è evidente, tuttavia, l'appiattimento della struttura causato dalla predominanza dei giovani: quasi l'87% degli esemplari appartiene alle prime 3 classi di età (da 0+ a 2+), quando le trote ancora non hanno raggiunto la taglia legale, mentre quasi del tutto assenti risultano le trote più anziane (4+, 5+ e 6+).

Tale andamento è, molto probabilmente, causato da una troppo intensa attività di pesca e da un prelievo eccessivo ed è da relazionarsi anche con il periodo in cui sono stati effettuati i campionamenti: nel mese di luglio, infatti, la maggior parte delle trote al di sopra della taglia minima è stata catturata dai pescatori sportivi. In modo analogo ad altre ricerche condotte in simili realtà italiane (Pizzul *et al.*, 2004, 2010), la dieta delle trote esaminate è molto ampia, ma costituita in massima parte da organismi bentonici, soprattutto insetti, con una parte importante che deriva dalla componente terrestre: infatti, efemerotteri (V.I.= 0.18; 24.94%), imenotteri (V.I.= 0.15, 20.62%) e tricotteri (V.I.= 0.09, 12.86%) sono i gruppi più rappresentati; tra i crostacei, gli anfipodi (V.I.=0.08, 18.68%) costituiscono il gruppo più importante. Il basso valore d'importanza (V.I.) costituito dalla componente pesci, rispetto a quella degli insetti, nella dieta della trota può essere stato influenzato tuttavia dal periodo in cui sono stati effettuati i campionamenti, oltre che dalla composizione per età del campione di trote analizzate (Pizzul *et al.*, 2010). Alcune ricerche (Hunt, 1975) hanno rilevato come, ad esempio, la predazione degli insetti da parte delle trote sia maggiore in certi momenti nella giornata, soprattutto quando la luminosità è più intensa. Bisogna inoltre tener presente che i campionamenti sono stati effettuati in estate, periodo in cui si ha una maggiore disponibilità numerica ed una maggiore catturabilità dei macroinvertebrati rispetto alle altre categorie alimentari: gli insetti, infatti, sono ancora in fase riproduttiva, appaiono maggiormente vulnerabili, in quanto effettuano le mute e l'estate è anche il momento stagionale in cui si osserva la maggiore abbondanza delle forme alate (Hunt, 1975). In queste particolari condizioni, quindi, il reperimento di scazzoni nello stomaco delle trote risulta particolarmente difficile: anche le acque basse, molto limpide e poco veloci della fase di magra, caratterizzante i corsi d'acqua nel periodo in cui sono stati effettuati i campionamenti, evidentemente non ha contribuito a favorire gli eventi predatori delle fario sugli scazzoni. Le modalità di predazione attuate dalla fario, implicano infatti che le prede per essere facilmente disponibili debbano trovarsi nella colonna d'acqua o in superficie, dove la cattura è più agevole rispetto al reperimento di organismi sul fondo (Gerking, 1994).

La prova della presenza nell'area indagata di un'interazione fra trota fario e scazzone che possa danneggiare le popolazioni della seconda specie, tuttavia, può scaturire da considerazioni di tipo indiretto che possono derivare da analisi di tipo diverso. L'analisi delle corrispondenze canoniche (CCA) ha permesso di approfondire e chiarire l'autoecologia dello scazzone: la specie è quella che più di altre in Italia predilige gli ambienti di alta quota, dove si trova associata alla trota fario, ad ulteriore conferma di quanto già evidenziato anche in precedenza. Gli ambienti in cui vive in provincia di Pesaro - Urbino sono costituiti dai corsi d'acqua caratterizzati da dimensioni molto modeste, che garantiscono un elevato grado di ombreggiatura dell'alveo, e da un'elevata velocità di corrente che comporta anche la presenza di fondali costituiti soprattutto da clasti di grandi dimensioni ed impedisce la colonizzazione da parte della vegetazione acquatica. Dall'analisi si conferma anche l'esistenza di quello che rappresenta probabilmente uno dei più importanti fattori di rischio che incide negativamente sulla conservazione delle popolazioni di scazzone: nell'area indagata, i settori fluviali localizzati ad elevata altitudine risentono di un elevato impatto antropico, causato da una forte alterazione degli habitat (cementificazione delle sponde, modifiche degli alvei) e dalla presenza di importanti prelievi idrici che ne riducono fortemente le portate.

Grazie all'analisi delle corrispondenze si evidenzia anche la presenza di quelle che possono essere considerate le più importanti differenze ecologiche esistenti fra scazzone e trota fario: la prima specie tende a prediligere soprattutto i corsi d'acqua contraddistinti da elevate pendenze, scarsa profondità, grande turbolenza e notevole ampiezza, al contrario della trota fario che, a parità di altre caratteristiche ambientali, preferisce microhabitat costituiti dalle zone più profonde, meno turbolente (pool) e aventi una pendenza ridotta. Il quadro dell'ecologia dello scazzone si completa con un'ultima considerazione che scaturisce sempre dai risultati della analisi delle corrispondenze: lo scazzone è la sola specie fra quelle indagate per la quale esiste una notevole discrepanza fra comportamento della densità e della biomassa areale, come evidenziato dalla separazione fra queste due variabili nello spazio multivariato della CCA. Per capire le implicazioni di questo

fatto occorre ricordare una semplice regola ecologica: la densità sopravvaluta di solito l'importanza degli esemplari di piccole dimensioni, mentre al contrario la biomassa areale aumenta quanto più a prevalere nella popolazione sono gli esemplari di maggiore taglia (Odum, 1988). Ancora una volta sono soprattutto i cambiamenti ambientali associati alla differente scelta nel microhabitat fra scazzone e trota fario a giustificare le differenze esistenti nel comportamento fra i due diversi modi di esprimere l'abbondanza dello scazzone: non è escluso che la scelta di un microhabitat differenziale sia proprio la conseguenza dell'evoluzione di comportamenti adatti ad evitare la predazione da parte della fario. L'analisi evidenzia, infatti, che gli scazzoni di più piccole dimensioni prevalgono in condizioni di elevata pendenza, scarsa profondità, elevata turbolenza (riffle), ampia larghezza dell'alveo e minori abbondanze di fario, mentre gli esemplari di maggiori dimensioni tendono a divenire prevalenti nelle situazioni ambientali opposte (minore pendenza, maggiore profondità, scarsa turbolenza ed ampiezza dell'alveo), dove maggiore è anche l'abbondanza delle trote fario. In tale andamento è anche possibile, quindi, ipotizzare il possibile effetto dovuto a un incremento della pressione di predazione esercitata dall'aumento dell'abbondanza della trota fario: gli scazzoni di taglia maggiore aumentano laddove le fario divengono più abbondanti, poiché l'aumentata predazione elimina selettivamente gli esemplari di dimensioni più ridotte.

Riassumendo i risultati della ricerca sembrano confermare quanto già riportato in letteratura: trota fario e scazzone sono due specie ittiche che spesso vivono associate fra loro, prediligendo ambienti acquatici dalle caratteristiche ampiamente sovrapponibili. La loro interazione è di tipo antagonistico: esiste un'ampia sovrapposizione nell'utilizzo delle risorse trofiche fra le due specie, entrambe bentofaghe opportuniste (Crisp *et al.*, 1978, Perini *et al.*, 1991, Pizzul *et al.*, 2004, 2010), ognuna delle quali inoltre può predare alcuni (lo scazzone) (Palm *et al.*, 2009) o tutti (la trota fario) (Pizzul *et al.*, 2004, 2010) gli stadi del ciclo biologico dell'altra specie. Nelle abbondanze delle due specie, tuttavia, molto spesso si raggiunge un equilibrio, causato da comportamenti coevoluiti: infatti anche se le due specie condividono la stessa posizione lungo il gradiente longitudinale di un

fiume (Lorenzoni *et al.*, 2006), tendono ad occupare microhabitat diversi (Gaudin *et al.*, 1990). Nel caso dello scazzone, la ricerca ha evidenziato come molto probabilmente la scelta di un proprio microhabitat differenziale sia funzionale proprio ad evitare la predazione da parte delle trote. L'uomo, tuttavia, può alterare questo equilibrio in vari modi, uno dei quali è rappresentato dalla distruzione degli habitat fluviali: è noto inoltre che la presenza di appositi rifugi diminuisce l'impatto della fario sullo scazzone e la densità dello scazzone non subisce variazioni in negativo, anche in presenza di un'elevata abbondanza di fario (Perrow *et al.*, 1997). Altro fattore di disturbo antropico è causato dall'aumento della pressione predatoria esercitata dalla trota fario, quando le abbondanze di quest'ultima sono alterate artificialmente dalle semine di materiale adulto: in questi casi si può determinare una drastica diminuzione delle popolazioni di scazzone (Tomlinson *et al.*, 2003). Per questo motivo bisogna porre molta attenzione ai ripopolamenti di trota fario, evitando di farvi ricorso o utilizzando soltanto individui giovani e un numero molto limitato di esemplari. E' stato già dimostrato in altre realtà italiane che le immissioni di salmonidi adulti sono in grado di incidere negativamente sulla distribuzione e l'abbondanza dello scazzone (Marconato, 1986). Altro fattore di disturbo antropico è quello conseguente alla frammentazione delle popolazioni di scazzone, che altera l'equilibrio fra estinzione e ricolonizzazione locale. Come specie poco vagile e bentonica lo scazzone è particolarmente sensibile alle alterazioni degli alvei fluviali (Zerunian, 2002), che possono anche compromettere le zone di riproduzione della specie.

Lo scazzone, nonostante sia una specie poco o per nulla manipolata dall'uomo e la sua distribuzione sia scarsamente influenzata dalle attività ittiogeniche effettuate nel passato, è comunque un pesce che ha subito notevoli contrazioni numeriche nella maggior parte degli ambienti naturali in cui è diffuso (Crisp *et al.*, 1978). La ricerca condotta sulle popolazioni della specie presenti nei corsi d'acqua della provincia di Pesaro - Urbino ha permesso d'indagare l'abbondanza e la distribuzione di questo piccolo cottide e di fornire indicazioni sulle cause che possono rappresentare una minaccia per la sua sopravvivenza. Il quadro generale che emerge dalla ricerca rappresenta la base conoscitiva fondamentale per

monitorare l'evoluzione nel tempo dello stato dei popolamenti esistenti ed evidenzia la necessità di intraprendere da subito le necessarie azioni atte alla conservazione della specie, che siano orientate al ripristino della naturalità dei corsi d'acqua indagati, alla salvaguardia dei siti attraverso l'istituzione di aree di protezione e all'adozione di idonee misure gestionali che riguardino lo scazzo stesso e le specie ittiche con le quali condivide il medesimo habitat.

9. Indicazioni pratiche per la gestione

Sulla base dei risultati fin qui ottenuti è possibile individuare alcune proposte utili ai fini della tutela e conservazione delle popolazioni di scazzone, che devono essere indirizzati a:

- tenere sotto costante osservazione l'abbondanza delle popolazioni e la loro struttura per età;
- monitorare lo stato dei corsi d'acqua, sia in termini di qualità delle acque, sia da un punto di vista della conservazione morfologico - funzionale;
- monitorare le portate estive dei corsi d'acqua popolati dallo scazzone;
- effettuare un censimento dei prelievi idrici ed imporre il rispetto del deflusso minimo vitale, stimato anche sulle base delle esigenze ecologiche dello scazzone;
- evitare i ripopolamenti sovradensitari con i salmonidi;
- sulla base del principio di precauzione, evitare i ripopolamenti con i salmonidi adulti;
- intensificare la vigilanza per evitare i fenomeni di bracconaggio;
- all'interno dei vari nuclei individuati della specie, ripristinare la continuità fluviale eliminando le barriere che ostacolano la libera circolazione degli scazzoni;
- intraprendere dei tentativi sperimentali di allevamento della specie, per costituire un serbatoio di biodiversità *ex situ*, da utilizzare per ricostituire popolamenti eventualmente estinti; contrariamente a quanto viene ritenuto, lo scazzone si presta ad essere tenuto in cattività (Piccinini *et al.*, 2010).

Le popolazioni più idonee al prelievo degli esemplari da avviare all'allevamento e alla riproduzione artificiale sono quelle con abbondanze prossime alla capacità portante dell'ambiente. Tali popolazioni, individuabili mediante l'analisi della loro densità, delle modalità di accrescimento e del fattore di condizione di Le Cren, appaiono in grado di compensare in breve periodo le conseguenze negative di una modesta riduzione di abbondanza, grazie ai fattori di regolazione densità - dipendenti evidenziati dai risultati della ricerca.

10. Bibliografia

- Abella A., Auteri R., Serena F., Silvestri R., Voliani A., 1994. Studio sulla variabilità di accrescimento a diverse altitudini della trota fario nel torrente Lima. *Atti del 5° Convegno Nazionale A.I.I.A.D.* 307 - 312.
- Anderson R. O., Neumann R. M., 1996. Length, weight and associated structural indices. In: *Fisheries Techniques*. Murphy B. R., Willis D. W. (Eds). Am. Fish. Soc. Bethesda.
- Bagenal T. B., 1978. *Fish production in fresh waters*. Eds. Blackwell, London.
- Bhattacharya C. G., 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics*. 23, 115 - 135.
- Bevagna D., Giovinazzo G., Lorenzoni M., Mearelli M., Petesse M., 1990. Segnalazioni di *Cottus gobio* (Osteichthyes, Cottidae) in alcuni corsi d'acqua umbri. *Riv. Idrobiol.* 29 (1), 113 - 122.
- Bianco P. G., 1987. L'inquadramento zoogeografico dei pesci d'acqua dolce italiani e problemi derivanti dalle falsificazioni faunistiche. *Atti II Convegno AIIAD*, 41-65.
- Bianco P. G., 1993. L'ittiofauna continentale dell'Appennino umbro-marchigiano, barriera semipermeabile allo scambio di componenti primarie tra gli opposti versanti dell'Italia centrale. *Biogeographia*. 17, 427 - 485.
- Bianco P. G., Delmastro G. B., 2011. Recenti novità tassonomiche riguardanti i pesci d'acqua dolce autoctoni in Italia e descrizione di una nuova specie di luccio. *Researches on Wildlife Conservation*, vol. 2.
- Brown M. L. e Austen D. J., 1996. Data management and statistical techniques. In: *Fisheries Techniques*. Murphy B. R., Willis D. W. (Eds). Am. Fish. Soc. Bethesda.
- Bruno S. (1987): *Pesci e crostacei d'acqua dolce*. Giunti, Firenze.
- Bruno S. (1995): *Rettili, anfibi e pesci nel Parco Nazionale d'Abruzzo e dintorni: Reptilia, Amphibia, Pisces*. Progetto Biodiversità Ente Autonomo Parco Nazionale d'Abruzzo, Roma.
- Bulgarini F., Calvario E., Fraticelli F., Petretti F., Sarrocco S. (Eds), 1998. Libro Rosso degli Animali d'Italia - Vertebrati. WWF Italia, Roma.
- Coles T. F., Extence C. A., Bates A. J., Oglanby G. T., Mason C., 1988. *Surveing*

- the entire ecosystem. *Polish Archiwium of Hydrobiology*. 35 (3-4), 563 - 575.
- Crisp D. T., 1963. A preliminary survey of brown trout (*Salmo trutta* L.) and bullheads (*Cottus gobio* L.) in high-altitude becks. *Salmon and Trout Magazine*. 167, 45-59.
- Crisp D. T., Mann R. H. K., 1991. Effects of impoundment on populations of bullhead, *Cottus gobio* L., and minnow, *Phoxinus phoxinus* (L), in the basin of Cow Green Reservoir. *J. Fish Biol.* 38, 731 - 740.
- Crisp D. T., Mann R. H. K., Cubby P. R., 1984. Effects of impoundment upon fish populations in afferent streams at cow green reservoir. *J. Appl. Ecol.* 21, 739 - 56.
- Crisp D. T. , Mann R. H. K., McCormack J. C., 1974. The populations of fish at Cow Green, Upper Teesdale, before impoundment. *J. Appl. Ecol.* 11, 969 - 996.
- Crisp D. T., Mann R. H. K., McCormack J. C., 1978. The effects of impoundment and regulation upon the stomach contents of fish at Cow Green, Upper Teesdale. *J. Appl. Ecol.* 12, 287 - 301.
- De Paoli A., Santini Simoncelli M., Grilli P., Esposito L., 2006. Carta Ittica delle acque correnti. Provincia di Pesaro e Urbino, Gestione e Tutela Acque interne.
- Elliott J. M., 2002. A quantitative study of day-night changes in the spatial distribution of insects in a stony stream. *J. Anim. Ecol.* 71, 112-122.
- Froese R., Pauly D., 2010. FishBase. World Wide Web electronic publications. www.fishbase.org, version (05/2011).
- Fox P., 1978. Preliminary observations on different reproductive strategies in the bullhead (*Cottus gobio* L.) in Northern and Southern England. *J. Fish Biol.* 12, 5 - 11.
- Gandolfi G., Zerunian S., Torricelli P., Marconato A., 1991. I pesci delle acque interne italiane. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
- Gaudin P., Caillere L., 1990. Microdistribution of *Cottus gobio* L. and fry of *Salmo trutta* L. in a first order stream. *Polskie Arch. Hydrobiol.* 37, 81-94.
- Gerking S. D., 1994. *Feeding Ecology of Fish*. Academic Press, San Diego California, 416 pp.
- Giles N., 1980: A stomach sampler for use on live fish. *J. Fish Biol.* 16, 441-444.

- Hickeley P., North R., Muchiri S. M., Harper D. M. 1994. The diet of largemouth bass, *Micropterus salmoides*, in Lake Navaisha, Kenia. *J. Fish Biol.* 44, 607-619.
- Hudy M., Shiflet J., 2009: Movement and recolonization of Potomac Sculpin in a Virginia stream. *North American Journal of Fisheries Management.* 29, 196 - 204.
- Huet M., 1949. Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles dans les eaux courantes. *Rev. Suis. d'Hydrologie.* 11, 332 - 351.
- Hunt R. L., 1975. Food relations and behaviour of salmonid fishes. In: Coupling of Land and Water Systems. A. D. Hasler (Ed.). *Ecol. Stud.* 10, 137 - 151.
- IAS 2000 Ver. 006.001, 1994. Computer software, Delta Sistemi, Rome, Italy.
- Kottelat M., Freyhof J., 2007. *Handbook of European Freshwater Fishes*. Kottelat, Cornol.
- Ladich F., 1989. Sound production by the river bullhead, *Cottus gobio* L. (Cottidae, Telostei). *J. Fish Biol.* 35, 531 - 538.
- Le Cren E. D., 1951. The length relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol.* 20, 210 - 218.
- Levins, R. (1970). Extinctions. In Some Mathematical Questions in Biology. Lecture on Mathematics in the Life Sciences, Vol. 2. American Mathematical Society, Providence, Rhode Island, pp. 75-100.
- Lorenzoni M., Angeli V, Bicchi A., Pedicillo G., Carosi A., Viali P., Baldini G., Ghetti L., Zeetti A., Natali M., Biscaro Parrini A., Dolciamì R., Mezzetti A., Lancioni T., Bocale M.C., Manfredini S., Tozzi G. (2009). *Carta ittica regionale Bacino del Fiume Chiascio e Fiume Topino*. Regione dell'Umbria. Assessorato Ambiente- Servizio caccia e Pesca.
- Lorenzoni M., Esposito L., in stampa. *Carta ittica delle Marche*. Regione Marche, Servizio Agricoltura, Forestazione, Pesca.
- Lorenzoni M., Ghetti L., Carosi A., Dolciamì R., 2010. *La fauna ittica e i corsi d'acqua dell'Umbria. Sintesi delle carte ittiche regionali dal 1986 al 2009*.

- Lorenzoni M., Mearelli M., Ghetti L., 2006: Native and exotic fish species in the Tiber River watershed (Umbria - Italy) and their relationship to the longitudinal gradient. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 382, 19 - 44.
- Maitland P. S., Campbell R. N., 1992. *Freshwater Fishes of the British Isles*. Harper Collins, London. 368 pp.
- Mann R. H. K. 1971. The populations, growth and production of fish in four small streams in Southern England. *J. Anim. Ecol.* 40, 155-190.
- Marchetti R., 1993. *Ecologia applicata*. Città Studi, Milano. 1055 pp.
- Marconato A., 1986. Distribuzione dell'ittiofauna e gestione della pesca. *Quaderni E.T.P.* 14, 139 - 149.
- Marconato A., 1990. Calcolo della produzione ittica in popolazioni naturali. *Riv. Idrobiol.* 29 (1), 329 - 341.
- 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.
- Marconato A., Bisazza A., 1988: Mate choice, egg cannibalism and reproductive success in the river bullhead, *Cottus gobio* L. *J. Fish Biol.* 33, 905-916.
- Marconi M., 2009: *Carta Ittica della Provincia di Macerata: Acque di categoria A*. Provincia di Macerata, Macerata.
- Mearelli M., Giovinazzo G., Lorenzoni M., Petesse M. L., Carosi A., 1995. Zonazione ittica dei corsi d'acqua del bacino del fiume Tevere. *Atti S.It.E.* 16, 669 - 671.
- Mearelli M., Carosi A., Dorr A.J.M., Giovinazzo G., Natali M., La Porta G., Lorenzoni M., 2004. Primi risultati relativi alla messa a punto di un protocollo operativo per l'uso della pesca elettrica nel Lago Trasimeno. *Biol. Amb.* 18: 201 -206.
- Mills C., Mann R., 1983. The bullhead *Cottus gobio*, a versatile and successful fish. *Freshwater Biological Association.* 51, 76 - 88.
- Moran P. A. P., 1951. A mathematical theory of animal trapping. *Biometrika.* 38, 307 - 311.
- Odum E. P. 1988. *Basi di Ecologia*. Piccin, Padova.

- Palm D., Lindberg M., Brannas E., Lundqvist H., Ostergren J., Carlsson U., 2009. Influence of European sculpin, *Cottus gobio*, on Atlantic salmon salar, recruitment and the effect of gravel size on egg predation - implication for habitat restoration. *Fisheries Management and Ecology*. 16, 501 - 507.
- Pauly D., Munro J. L. 1984. Once more on comparison of growth in fish and invertebrates. *ICLARM Fishbyte*. 1(2), 21 - 22.
- Peduzzi R., Meng H. 1976. Introduzione alla pesca elettrica, 2 - La reazione del pesce alla corrente elettrica. *Rivista Italiana Piscicoltura e Ittiopatologia*. 11 (2), 55 - 63.
- Perini V., Marconato A., Bisazza A., 1991, Struttura, dinamica di popolazione e alimentazione dello scazzone (*Cottus gobio* L.) in due ambienti a diversa produttività. *Atti convegno AIIAD* 1991. 103-116.
- Perrow M., Punchard N., Jowitt A., 1997. The habitat requirements of bullhead (*Cottus gobio*), and brown trout (*Salmo trutta*) in the headwaters of selected norfolk rivers: implications for conservation and fisheries. Technical report, Environment Agency, Eastern Area, Anglian Region, Ipswich.
- Piccinini A., De Biaggio M., Beauchamp J., Magnanini G., Nonnis Marzano F., 2010, Prove di riproduzione artificiale di *Cottus gobio* in sistema a riciclo. *Studi trent. Sci. Nat.* 87, 241 - 243.
- Pizzul E., De Fiorido D., Marin A., Moro G. A., Tibaldi E., 2004. Osservazioni sull'alimentazione di *Salmo [trutta] trutta* Linnaeus, 1758 in un torrente alpino (Alpi Giulie, Nord Est Italia) in relazione alla presenza di macroinvertebrati nell'ambiente naturale. *Quaderni E.T.P. Journal of Freshwater Biology*. 33: 45-57.
- Pizzul E., Bertoli M., Calligaris M., Moro G. A., Tibaldi E., 2010. Analisi sull'alimentazione della trota fario (*Salmo [trutta] trutta*) in relazione alla disponibilità trofica in un torrente alpino del Friuli Venezia Giulia. *Studi Trent. Sci. Nat.* 87, 15 - 20.
- Prenda J., Armitage P., Graystone A., 1997. Habitat use by the fish of two chalk streams. *J. Fish Biol.* 51, 64 - 79.
- Ricker W. E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish

- populations. *J. Fish. Res. Board. Can.*. 191, 1 - 382.
- Seber G. A. F., Le Cren E. D., 1967. Estimating population parameters from catches large relative to the population. *J. Anim. Ecol.* 36, 631 - 643.
- Slechtova V., Bohlen J., Freyhof J, Persat H., Delmastro G. B., 2004. The Alps as barrier to dispersal in cold-adapted freshwater fishes? Phylogeographic history and taxonomic status of the bullhead in the Adriatic freshwater drainage. *Mol. Phyl. Evol.* 33, 225 - 239.
- ter Braak C. J. F., 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology.* 76, 1167 - 1179.
- ter Braak C. J. F., 1994. Canonical community ordination. Part I: Basic theory and linear methods. *Ecoscience.* 1, 127 - 140.
- ter Braak C.J.F., Verdonshot P.F.M., 1995. Canonical Correspondence Analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. *Aquatic Science.* 57 (3), 255 - 289.
- Tesch F. W., 1955. Das Wachstum des Barsches (*Perca fluviatilis L.*) in verschiedenen Gewässern. *Z. Fish (N.F.)*. 4, 321 - 420.
- Timmons T. J., Shelton W. L., Davies W. D. 1981. Food of largemouth bass before and during the first three years after impoundment of west point reservoir, Alabama and Georgia. *J. Tennessee Acad. Sci.* 56 (1): 23-27.
- Tomlinson M., Perrow M., 2003. Ecology of the Bullhead *Cottus gobio*. Ecology Series No.4. *Conserving Natura 2000 rivers.*
- Utzinger J., Roth C., Peter A., 1998. Effects of environmental parameters on the distribution of bullhead *Cottus gobio* with particular consideration of the effects of obstructions. *J. Appl. Ecol.* 35, 882 - 892.
- von Bertalanffy L. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biology.* 10: 181 - 243.
- Werner E. E., Gilliam J. F., 1984. The ontogenetic niche and species interactions in size-structured populations. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 15, 393-425.
- Zerunian S. 2002. Pesci delle acque interne italiane. *Quaderni di conservazione della natura.* 20, 122 -1 27.
- Zippin C., 1956. An evaluation of removal method of estimating animal

population. *Biometrics*. 12, 163 - 189.

Zippin C., 1958. The removal method of population estimation. *J. Wildl. Mgmt.* 22,
82 - 90.

Le analisi condotte nel corso dell'indagine concordano con le indicazioni progettuali sottoposte alla valutazione e ammesse al finanziamento da parte della Regione Marche.

L'importo previsto per il monitoraggio delle stazioni di campionamento, l'elaborazione dei dati e la stesura della relazione finale è pari a 12.600,00 €. Le spese preventivate per ottenere i risultati previsti dall'indagine sono state oggetto di una specifica convenzione fra Provincia di Pesaro e Urbino e l'Università degli Studi di Perugia e corrispondono a quelle effettivamente sostenute, di seguito riportate:

Importo finanziato da parte della Provincia di Pesaro - Urbino	12.600,00 €
Contratto di collaborazione coordinata e continuativa con il Dr. Luca Esposito per analisi di laboratorio per l'attribuzione dell'età dei pesci ed analisi del contenuto stomacale	10.000,00 €
Missioni per il personale	2.000,00 €
Materiale di consumo (alcool, anestetico, formalina, benzina per elettrostorditori, disinfettante, provette per contenuto stomacale, provette per scaglie, ecc...)	600,00 €
TOTALE SPESE PER L'UNIVERSITA' DI PERUGIA	12.600,00 €

Perugia, 10/10/2011

Il responsabile scientifico
del Dipartimento di Biologia Cellulare e Ambientale
dell'Università di Perugia

Massimo Lorenzoni