

Parte III

La Carta Ittica delle Marche

Elaborazioni complessive

10 - Parametri ambientali

10.1. Stazioni di campionamento

Bacino imbrifero	Numero stazioni
Aso	7
Cesano	16
Chienti	25
Conca	6
Esino	20
Foglia	10
Metauro	52
Misa	2
Musone	8
Potenza	13
Tenna	22
Tesino	1
Tevere	8
Tronto	20

Le stazioni di campionamento complessivamente prese in considerazione dalla ricerca sono pari a 212, ricadenti in 14 bacini imbriferi principali e distribuite in 88 corsi d'acqua diversi.

La localizzazione dei siti non appare del tutto razionale: le aste fluviali principali aventi il maggior numero di stazioni indagate sono risultate il Tenna ed il Cesano con 10 stazioni ciascuno, seguiti dal Potenza e dal Tronto con 9 e quindi dal Chienti e dall'Esino con 8. Nella tabella 10.1 è riportata la ripartizione delle stazioni di campionamento nei bacini imbriferi dei principali fiumi della regione. Non sembra esistere una reale corrispondenza fra la superficie interessata dal reticolo idrografico dei diversi fiumi regionali e la numerosità delle stazioni presenti.

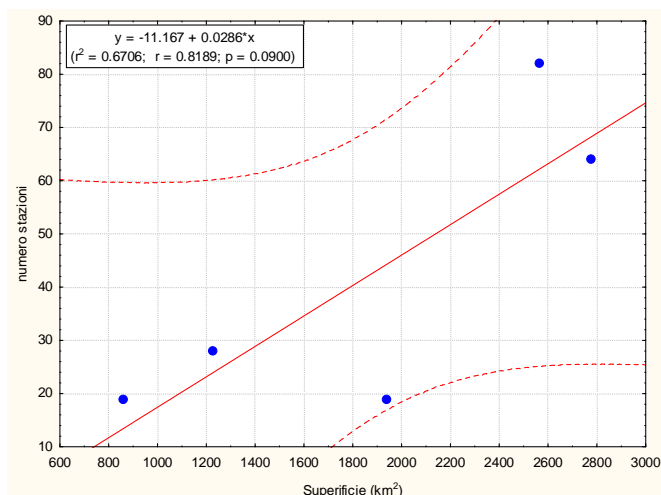
Nella ripartizione delle stazioni di campionamento ancora più evidente è l'assenza di una buona corrispondenza fra superfici territoriali delle diverse province e numero di stazioni di campionamento.

Tabella 10.1 - Ripartizione delle stazioni di campionamento nei bacini dei principali fiumi.

Provincia	Numero stazioni	Superficie (km ²)	Densità (stazioni km ⁻²)
Ancona	19	1940,16	102.11
Ascoli Piceno	28	1228,23	43.87
Fermo	19	859,51	45.24
Macerata	64	2773,75	43.34
Pesaro e Urbino	82	2564,21	31.27

Una semplice analisi di regressione come quella riportata nella figura 10.1 dimostra, infatti, l'assenza di una relazione significativa fra numero di stazioni di campionamento e superficie provinciale. L'equazione della regressione lineare calcolata è pari a: Numero stazioni = -11,167 + 0,0286 km² (r² = 0,671; r = 0,819; p = 0,090).

Tabella 10.2 - Ripartizione delle stazioni di campionamento nelle province.



delle stazioni di campionamento sembra, quindi, risentire delle scelte fatte in ambito locale, condizionata in modo evidente dall'assenza di un coordinamento complessivo.

La provincia di Pesaro e Urbino è quella in cui si concentra il maggior numero di siti indagati (82 stazioni, pari al 39% del totale), seguita da Macerata (64 stazioni, 30%); le altre province presentano valori nettamente inferiori: Ascoli Piceno con 28 siti (13%), Fermo e Ancona con 19 siti ciascuna (9%).

Figura 10.1 - Regressione N° stazioni - superficie.

In particolare, dai valori riportati nella tabella 10.2 e dal grafico della figura 10.1, è possibile appurare come sia la provincia di Ancona quella che risulta particolarmente deficitaria nel rapporto siti indagati/superficie territoriale posseduta, con un valore di una stazione per oltre 100 km² di territorio; al contrario, la provincia di Pesaro e Urbino risulterebbe addirittura caratterizzata da una possibile ridondanza delle informazioni, avendo un rapporto di 1 stazione ogni 31 km² di superficie. Le altre province sono più omogenee e si allineano al dato di un sito ogni 45 km² circa di territorio. Occorre, comunque, precisare che la provincia di Ancona si era dotata nel 1998, e quindi precedentemente alla Carta Ittica, di una Carta delle Vocazioni Ittiogeniche i cui dati andrebbero pertanto acquisiti (Melotti *et al.*, 2007).

10.2 - Parametri ambientali analizzati

Parametro	Tipo di dati	Unità di misura
Superficie sottesa	quantitativo	km ²
Quota altimetrica	quantitativo	m s.l.m.
Esposizione	qualitativo	categorie
Piovosità	qualitativo	categorie
Geologia della stazione di campionamento	qualitativo	classi
Geologia del bacino sotteso	qualitativo	classi
Pendenza media del tratto fluviale sotteso	quantitativo	gradi (°)
Pendenza media della stazione	quantitativo	gradi (°)

I parametri ambientali utilizzati per l'analisi di sintesi della Carta Ittica Regionale sono riportati nella tabella 10.3, con l'indicazione se si tratti di dati numerici continui o di tipo discreto: solo per i primi si è resa possibile un'analisi statistica descrittiva di

Tabella 10.3 - Parametri ambientali analizzati.

	N° Valori	Valore medio	Valore minimo	Valore massimo	Deviazione standard
Superficie sottesa (km)	212	105,595	0,013	897,397	163,933
Quota altimetrica (m s.l.m.)	212	424,887	1,000	1025,000	226,332
Distanza dalla sorgente (km)	212	19,951	0,500	114,200	24,677
Pendenza media della stazione (°)	212	2,609	0,000	15,100	2,174
Pendenza media del tratto sotteso (°)	212	2,815	0,200	12,600	2,195

Tabella 10.4 - Statistica descrittiva dei parametri ambientali analizzati.

tipo quantitativo, mentre per i secondi alcune valutazioni sono state effettuate utilizzando le frequenze e le distribuzioni del campione.

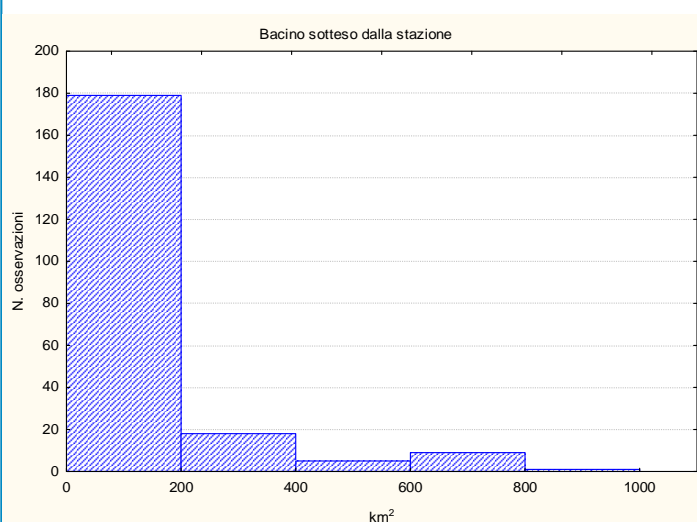


Figura 10.2 - Distribuzione delle osservazioni.

10.2.1 - Superficie sottesa

Nelle 212 stazioni indagate la superficie sottesa dalle stazioni di campionamento presenta un valore medio pari a 105,595 km², con valori che oscillano fra un minimo di 0,013 ed un massimo di 897,397 km² (Tabella 10.4).

La maggior parte delle osservazioni ricade nell'ambito dell'intervallo fra 0 e 200 km² di superficie del bacino sotteso dalla stazione di campionamento, molto più scarsi sono i siti indagati compresi nel range di

	N° Valori	Valore medio	Deviazione standard
Ancona	19	161,237	190,121
Ascoli Piceno	28	90,385	142,317
Fermo	19	93,817	119,074
Macerata	64	133,051	212,611
Pesaro e Urbino	82	79,195	121,543

Tabella 10.5 - Confronto fra province.

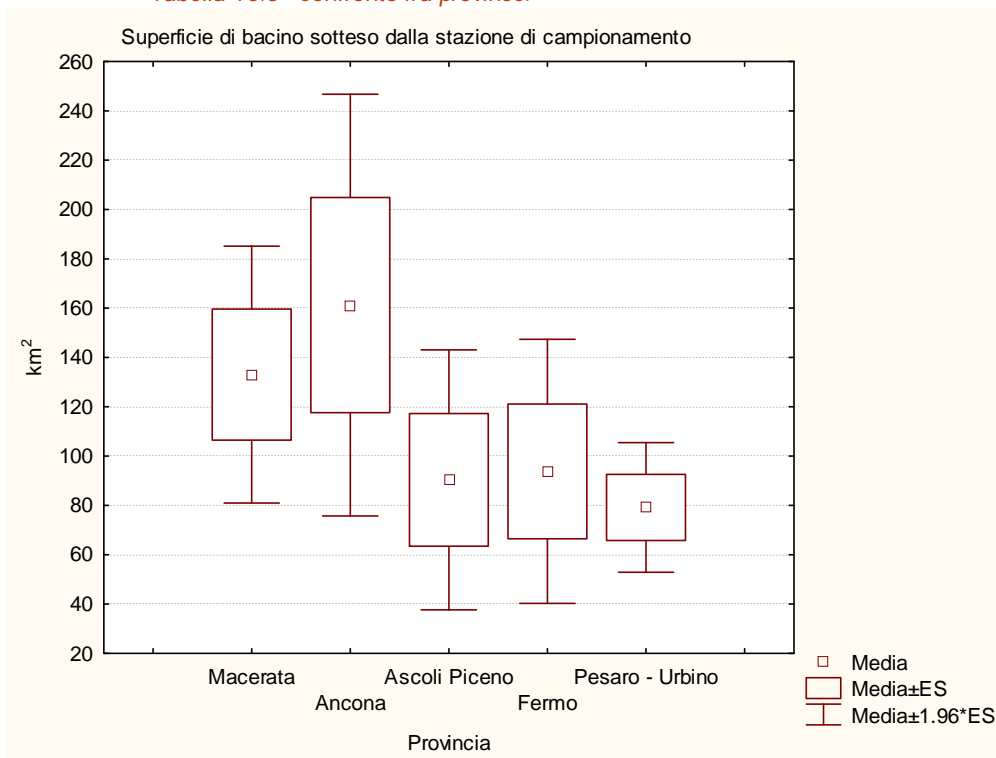


Figura 10.3 - Analisi della varianza.

standard rilevati nel confronto fra la superficie del bacino sotteso nelle diverse province delle Marche. Il valore medio di superficie sottesa più elevato è stato registrato nella provincia di Ancona dove è risultato pari a 161,24 km², al contrario il valore medio più basso è quello osservato nella provincia di Pesaro e Urbino, in cui risulta pari a 79,195 km² (Figura 10.3).

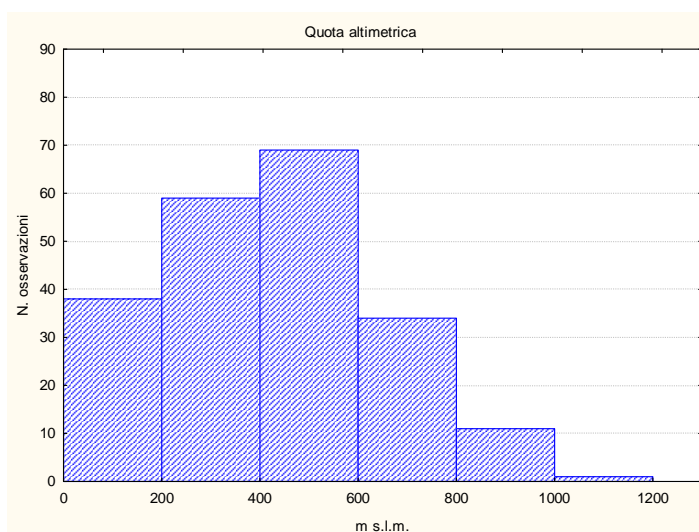


Figura 10.4 - Distribuzione delle osservazioni.

200 - 400 km² ed ancora inferiori quelli ricadenti negli intervalli successivi (Figura 10.2).

Allo scopo di avere uno strumento che permetta di interpretare le differenze nella composizione della fauna ittica esistenti fra diverse realtà territoriali, è stato effettuato anche un confronto fra i dati ambientali nel campione disaggregato per provincia di provenienza. A questo proposito è stata anche utilizzata l'analisi della varianza (Anova), un test statistico in grado di valutare le differenze esistenti fra le medie di campioni diversi (Fowler e Cohen, 1993).

La tabella 10.5 riporta i valori medi e la deviazione

Al test statistico dell'Anova le differenze riscontrate nei valori medi non sono risultate statisticamente significative ($F = 1,612$; $p = 0,167$).

10.2.2 - Quota altimetrica

La quota altimetria presenta nelle 212 stazioni indagate un valore medio pari a 424,887 m s.l.m., con valori che oscillano fra un minimo di 1,000 ed un massimo di 1025,000 m s.l.m. (Tabella 10.3).

	N° Valori	Valore medio	Deviazione standard
Ancona	19	246,737	153,443
Ascoli Piceno	28	566,643	323,084
Fermo	19	443,526	197,796
Macerata	64	427,750	219,787
Pesaro e Urbino	82	411,207	180,223

Tabella 10.6 - Confronto fra province.

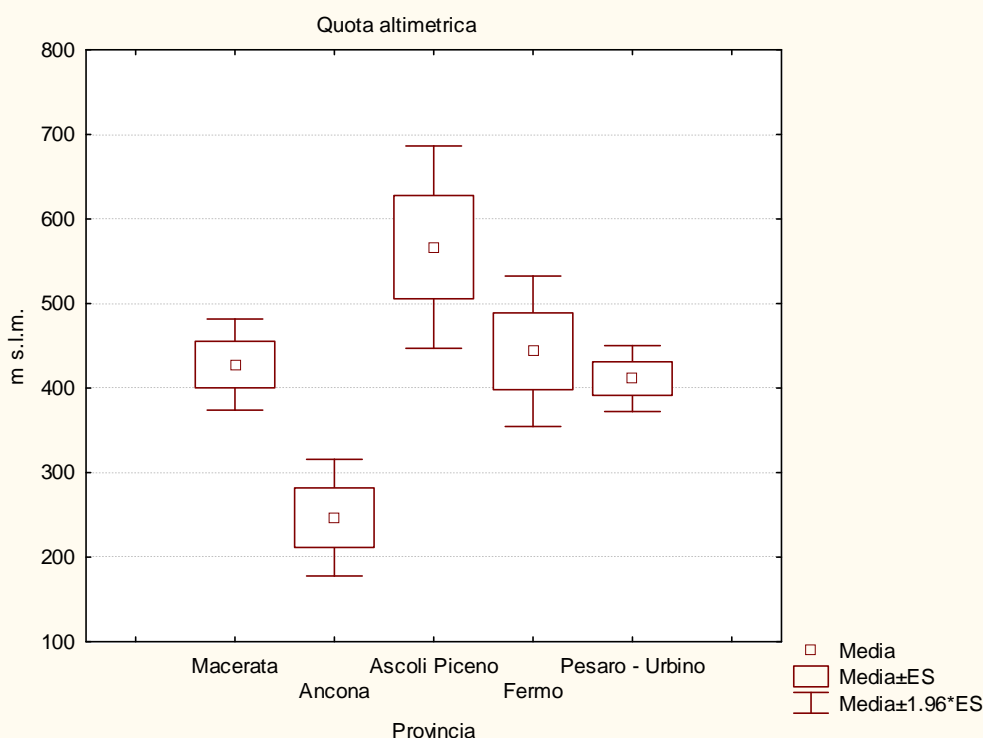


Figura 10.5 - Analisi della varianza.

più alto è quello osservato nella provincia di Ascoli Piceno, in cui risulta pari a 566,64 m s.l.m (Figura 10.5).

Al test statistico dell'Anova le differenze riscontrate nei valori medi nel campione disaggregato per provincia di provenienza sono risultate altamente significative ($F = 6,395$; $p = 0,001$).

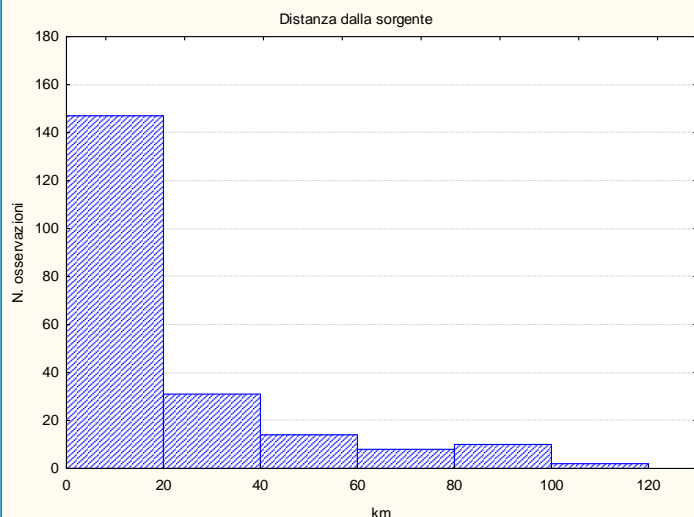


Figura 10.6 - Distribuzione delle osservazioni.

La maggior parte delle osservazioni ricade nell'ambito dell'intervallo compreso fra 400 e 600 m s.l.m.; abbondanti sono anche i siti indagati inclusi nel range 200 - 400 m s.l.m., mentre ancora inferiori sono quelli inclusi negli intervalli 0 - 100 e 600 - 800 m; alle quote superiori il numero di valori osservati è veramente esiguo (Figura 10.4).

La tabella 10.6 riporta i valori medi e la deviazione standard rilevati nel confronto fra la quota altimetrica nel campione disaggregato per provincia di provenienza. Il valore medio di quota meno elevato è stato registrato nella provincia di Ancona, dove è risultato pari a 246,74 m s.l.m., al contrario il valore medio

10.2.3 - Distanza dalla sorgente

La distanza dalla sorgente presenta nelle 212 stazioni indagate un valore medio pari a 19,951 km, con valori che oscillano fra un minimo di 0,500 ed un massimo di 114,200 m s.l.m. (Tabella 10.6).

La maggior parte delle osservazioni ricade nell'intervallo compreso fra 0 e 20 km; molto meno abbondanti sono i siti indagati compresi nel range di 20

	N° Valori	Valore medio	Deviazione standard
Ancona	19	26,526	24,056
Ascoli Piceno	28	23,007	31,272
Fermo	19	17,084	20,471
Macerata	64	21,586	25,087
Pesaro e Urbino	82	16,771	22,837

Tabella 10.7 - Confronto fra province.

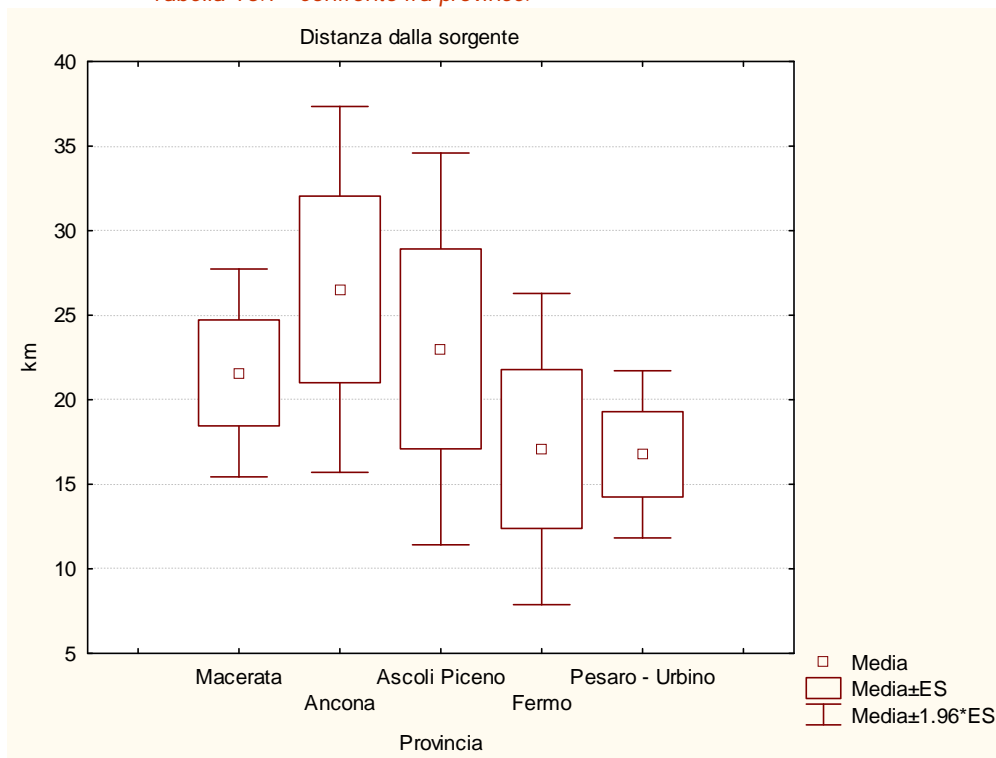


Figura 10.7 - Analisi della varianza.

e 40 km, mentre ancora inferiori sono quelli annoverabili nell'intervallo 40 - 60 km; all'aumentare della distanza dalla sorgente il numero di stazioni decresce progressivamente (Figura 10.6).

La tabella 10.7 riporta i valori medi e la deviazione standard rilevati nel confronto fra la distanza dalla sorgente nel campione disaggregato per provincia di provenienza. Il valore medio di distanza meno elevato è stato registrato nella provincia di Pesaro e Urbino, dove è risultato pari a 16,77 km, al contrario il valore medio più alto è quello osservato nella provincia di Ancona, in cui risulta pari a 26,53 km (Figura 10.7).

Per questo parametro i valori medi non sembrano

discostarsi molto fra di loro e al test statistico dell'Anova le differenze riscontrate fra le diverse province non sono risultate statisticamente significative ($F = 0,918$; $p = 0,454$).

10.2.4 - Pendenza media della stazione

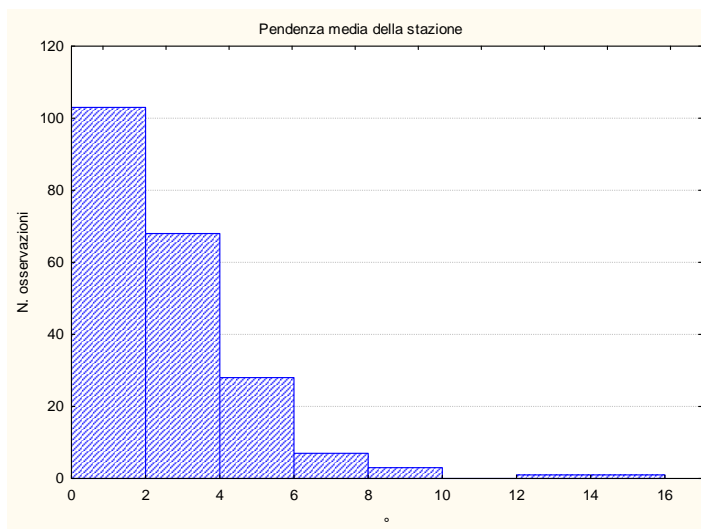


Figura 10.8 - Distribuzione delle osservazioni.

La pendenza delle 212 stazioni indagate presenta un valore medio pari a $2,609^\circ$, con valori che oscillano fra un minimo di $0,000$ ed un massimo di $15,100^\circ$ (Tabella 10.3).

La maggior parte delle osservazioni ricade nell'intervallo compreso fra 0 e 2° ; un numero abbastanza elevato di siti presenta valori di pendenza compresi nel range $2 - 4^\circ$, mentre per tutti gli intervalli di pendenza più elevati il numero osservazioni decresce progressivamente ed in

	N° Valori	Valore medio	Deviazione standard
Ancona	19	1,474	1,085
Ascoli Piceno	28	2,618	1,961
Fermo	19	1,800	1,283
Macerata	64	2,338	1,585
Pesaro e Urbino	82	3,270	2,738

Tabella 10.8 - Confronto fra province.

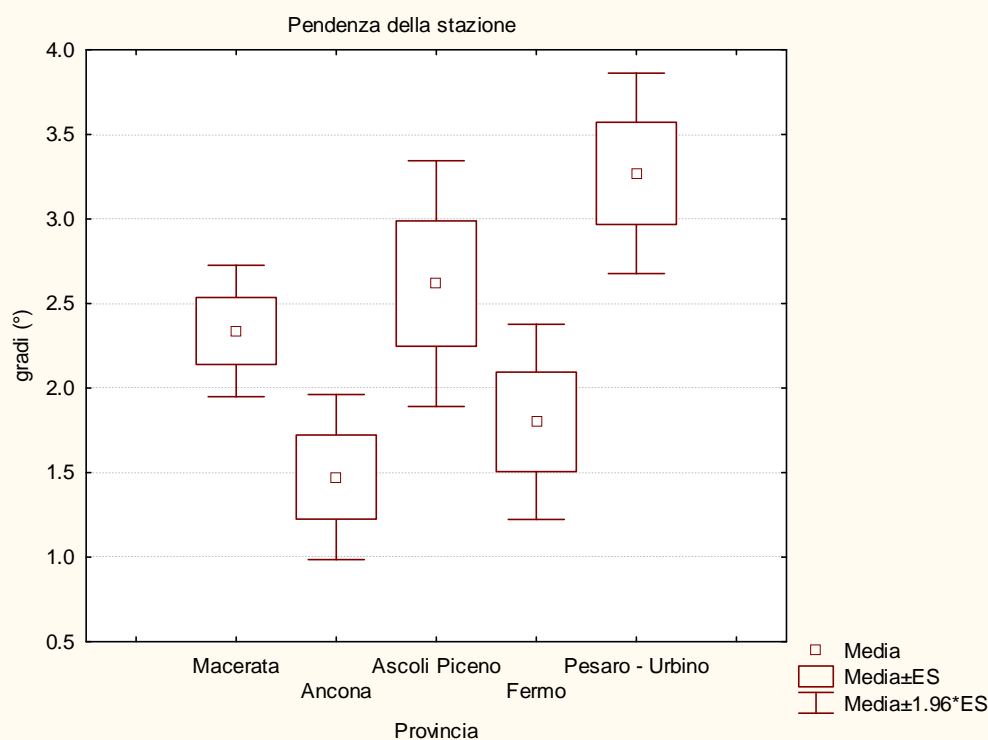


Figura 10.9 - Analisi della varianza.

risultate altamente significative ($F = 4,077$; $p = 0,003$).

10.2.5 - Pendenza media del tratto fluviale sotteso alla stazione

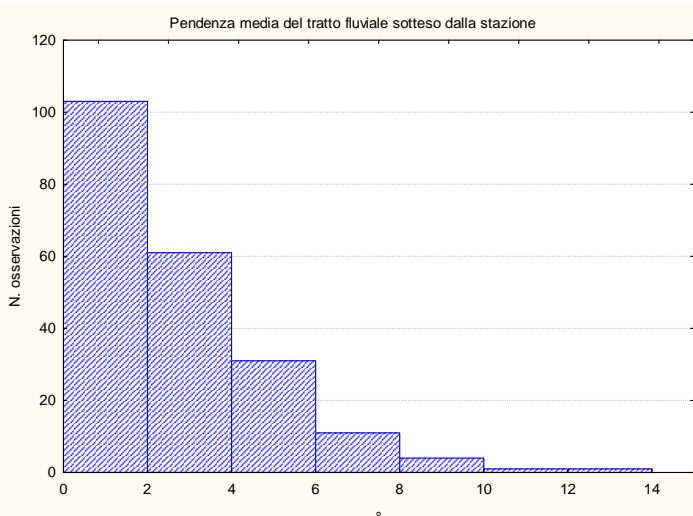


Figura 10.10 - Distribuzione delle osservazioni.

modo abbastanza regolare (Figura 10.8).

La tabella 10.8 riporta i valori medi e la deviazione standard rilevati nel confronto fra le pendenze delle stazioni di campionamento nel campione disaggregato per provincia di provenienza. Il valore medio di pendenza meno elevato è stato registrato nella provincia di Ancona dove è risultato pari a $1,474^\circ$, al contrario il valore medio più alto è quello osservato nella provincia di Pesaro e Urbino, in cui risulta pari a $3,270^\circ$ (Figura 10.9).

Per questo parametro i valori medi sembrano molto eterogenei fra loro e al test statistico dell'Anova le differenze riscontrate fra le diverse province sono

Per pendenza media del tratto sotteso dalla stazione di campionamento si intende la pendenza media di tutto il settore fluviale interposto fra la sorgente e la stazione indagata. In questo caso per le 212 stazioni indagate si osserva un valore medio pari a $2,815^\circ$, con valori che oscillano fra un minimo di $0,200$ ed un massimo di $12,600^\circ$ (Tabella 10.3).

L'istogramma di frequenza delle osservazioni appare ancora più regolare del parametro precedente, rispetto al quale presenta comunque molte analogie: la maggior parte delle

	N° Valori	Valore medio	Deviazione standard
Ancona	19	1,511	0,891
Ascoli Piceno	28	2,957	2,267
Fermo	19	2,189	1,730
Macerata	64	2,555	1,858
Pesaro e Urbino	82	3,416	2,529

Tabella 10.9 - Confronto fra province.

osservazioni ricade nell'intervallo compreso fra 0 e 2°; un numero abbastanza elevato di siti presenta valori di pendenza compresi nel range 2 - 4°, mentre per tutti gli intervalli di pendenza più elevati il numero osservazioni decresce progressivamente ed in modo abbastanza regolare (Figura 10.9). La tabella 10.9 riporta i valori medi e la deviazione standard rilevati nel confronto fra le pendenze delle stazioni di indagate nel campione disaggregato per provincia di provenienza. Il valore medio di pendenza meno elevato è stato registrato ancora una volta nella provincia di Ancona, dove è risultato pari a 1,511°; al contrario il valore medio più alto è quello osservato nella provincia di Pesaro e Urbino, in cui risulta pari a 3,416° (Figura 10.11). Per questo parametro i valori medi appaiono molto variabili fra loro e al test statistico dell'Anova le differenze riscontrate fra le diverse province sono risultate altamente significative ($F = 4,355$; $p = 0,002$). Poche sono anche in questo caso le differenze rispetto a quanto emerso per la pendenza media della stazione di campionamento, parametro analizzato al paragrafo precedente.

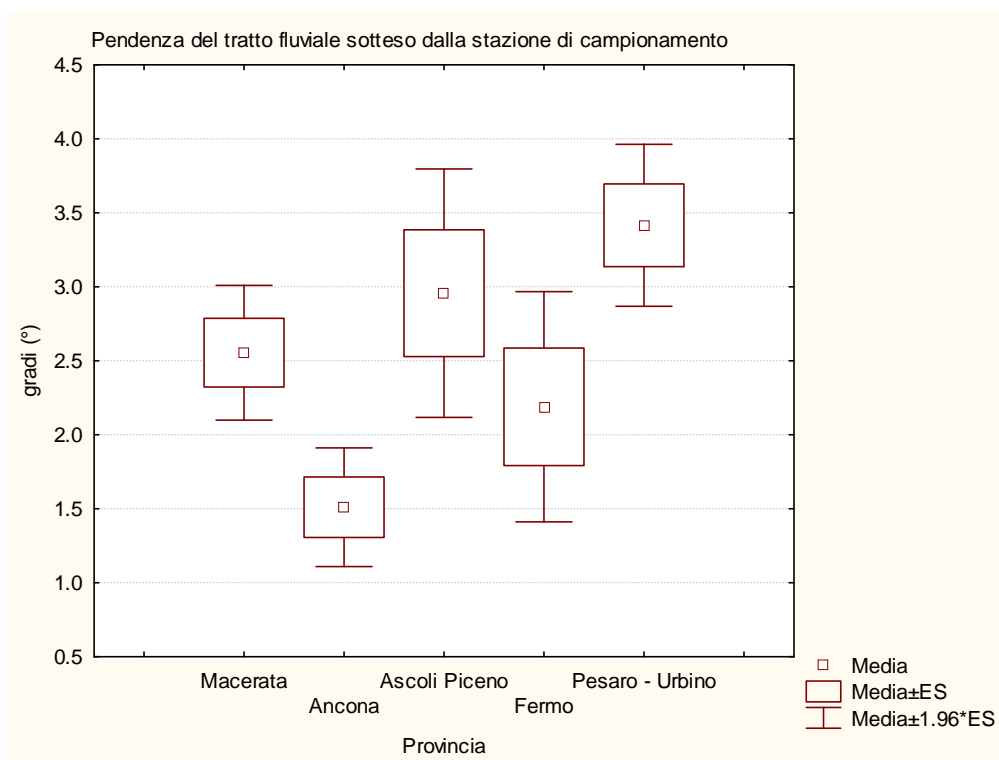


Figura 10.11 - Analisi della varianza.

L'analisi dei parametri rilevati permette di evidenziare come la maggior parte delle stazioni di campionamento sono state localizzate in ambito montano ed alto collinare e, come tali, sono caratterizzate da una distanza dalla sorgente molto breve, da un bacino sotteso poco esteso e da pendenze medie accentuate. Ciò è si-

curamente riconducibile alla natura del territorio regionale, ma molto probabilmente riflette anche una tendenza nel piano dei campionamenti a sottovalutare l'importanza dei tratti fluviali collinari e planiziali, concentrando nella parte più montuosa dei bacini imbriferi la maggior parte delle stazioni di campionamento. Ancona sembra discostarsi in misura maggiore da questa tendenza, che appare più propriamente tipica delle altre province. In questo caso ciò è riconducibile a motivi prettamente geografici: i corsi d'acqua del territorio anconetano superano dislivelli inferiori e scorrono su terreni ad una quota altimetrica nettamente minore, mentre contemporaneamente possiedono più estesi bacini sottesi e maggiori distanze dalla sorgente. All'opposto, la provincia di Pesaro e Urbino, risulta

caratterizzata da valori medi più bassi rispetto alle altre realtà territoriali della regione per quanto riguarda superficie sottesa e distanza dalla sorgente e, invece, più elevati per le pendenze. Per quanto riguarda la quota altimetrica è Ascoli Piceno che presenta i valori medi più elevati fra tutte le province indagate.

10.2.6 - Esposizione delle stazioni di campionamento

Le frequenze percentuali raggiunte nelle 16 diverse tipologie di esposizione del campione complessivo sono riportate nel areogramma della figura 10.12, mentre la tabella 10.10 riporta gli stessi dati disaggregati per provincia.

Com'era facilmente prevedibile e com'è possibile osservare dai risultati delle analisi, nel campione complessivo la direzione di scorrimento predominante nei tratti indagati è quello rivolto verso i quadranti nord - orientali: le esposizioni più frequenti sono, infatti, orientate a Nord - Est (51 stazioni, pari al 24% del campione complessivo), Est (38 stazioni, 18%), Nord- Nord - Est e Est - Nord - Est (ciascuna con 20 stazioni, 9%).

Maggiori dettagli emergono dal confronto con i dati disaggregati per provincia di provenienza (Tabella 10.10). Nella provincia di Ancona, l'esposizione che assomma al maggior numero di casi è, come nel campione complessivo, quella orientata a Nord - Est (36,81% dei casi), alla quale fa seguito l'orientamento a Est (26,32%) e quindi a Nord - Nord - Est (15,79%); maggiore rispetto alla situazione del campione complessivo in questa provincia è la frequenza delle stazioni rivolte a Sud - Est, che risulta pari al 10,53% del totale.

Ad Ascoli Piceno non esiste un orientamento dei siti indagati nettamente prevalente sugli altri, ma le esposizioni Est, Est - Nord - Est e Nord - Est raggiungono valori sovrapponibili fra loro e pari in ciascuno dei tre casi al 21,43% del totale. In questa provincia sembra esistere anche una tendenza dei corsi d'acqua a scorrere in direzione Sud (7,14%) e Sud - Est (7,14%), in misura maggiore rispetto a quanto avviene negli altri

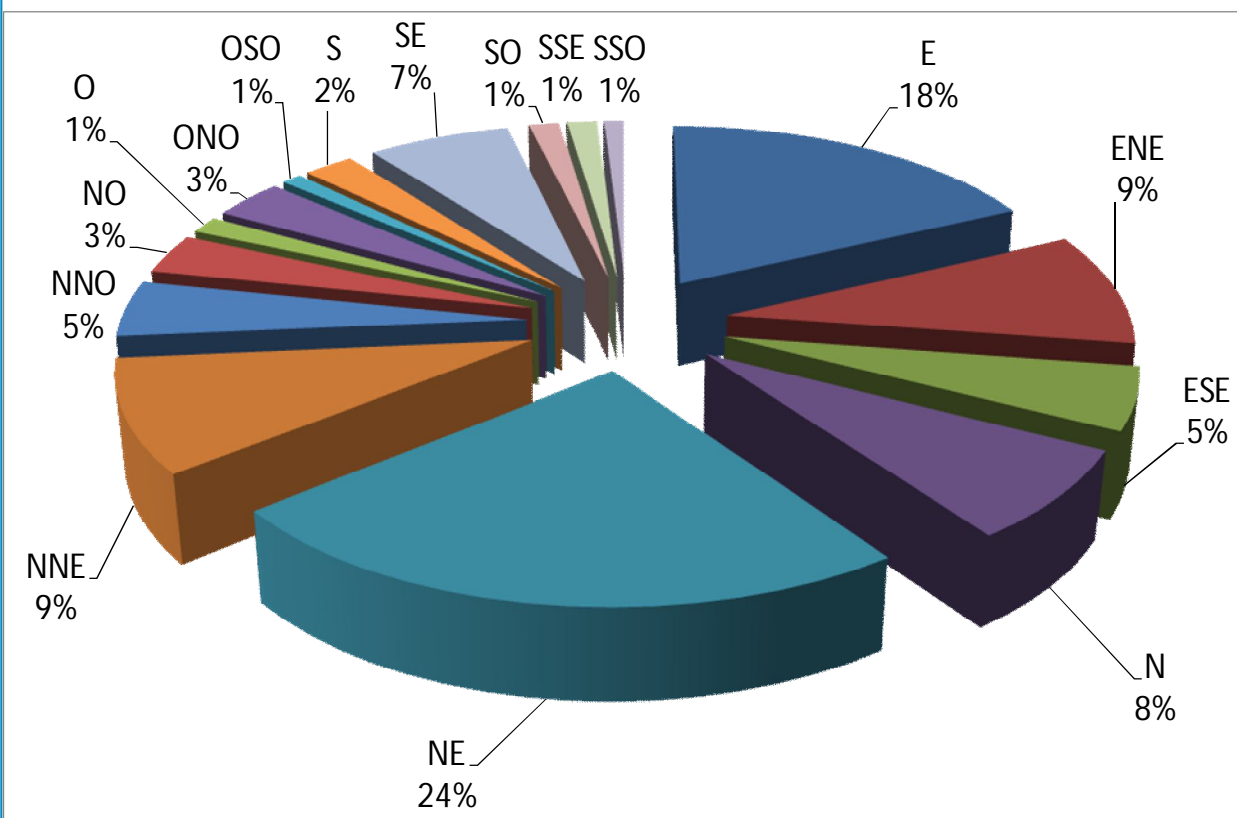


Figura 10.12 - Frequenze percentuali delle diverse tipologie di esposizione nel campione complessivo.

Esposizione	N° stazioni	Ancona	Ascoli Piceno	Fermo	Macerata	Pesaro - Urbino	Totale
E	38	26,32%	21,43%	21,05%	17,19%	14,63%	17,92%
ENE	20	5,26%	21,43%	15,79%	10,94%	3,66%	9,43%
ESE	11	0,00%	7,14%	5,26%	9,38%	2,44%	5,19%
N	16	0,00%	3,57%	15,79%	7,81%	8,54%	7,55%
NE	51	36,84%	21,43%	0,00%	14,06%	35,37%	24,06%
NNE	20	15,79%	0,00%	26,32%	4,69%	10,98%	9,43%
NNO	10	5,26%	0,00%	5,26%	7,81%	3,66%	4,72%
NO	7	0,00%	0,00%	0,00%	6,25%	3,66%	3,30%
O	3	0,00%	0,00%	0,00%	4,69%	0,00%	1,42%
ONO	7	0,00%	0,00%	0,00%	7,81%	2,44%	3,30%
OSO	2	0,00%	0,00%	0,00%	1,56%	1,22%	0,94%
S	5	0,00%	7,14%	0,00%	0,00%	3,66%	2,36%
SE	14	10,53%	7,14%	5,26%	6,25%	6,10%	6,60%
SO	3	0,00%	0,00%	0,00%	1,56%	2,44%	1,42%
SSE	3	0,00%	3,57%	5,26%	0,00%	1,22%	1,42%
SSO	2	0,00%	7,14%	0,00%	0,00%	0,00%	0,94%
Totale	212	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Tabella 10.10 - Frequenze percentuali delle diverse tipologie di esposizione nel campione disaggregato per provincia.

territori analizzati.

Anche a Fermo è evidente l'orientamento verso i quadranti nord - orientali, oltre a una minore eterogeneità delle tipologie osservabili. Le esposizioni più frequenti sono: Nord - Nord - Est, con il 26,32% dei casi, Est con il 21,05%, Est - Nord - Est e Nord ciascuna con il 15,79% rispetto al totale.

In provincia di Macerata si osserva un'elevata eterogeneità delle osservazioni, con una minore tendenza delle esposizioni a concentrarsi in poche tipologie: più frequenti sono comunque le stazioni di campionamento rivolte a Est (17,19%), Nord - Est (14,06%) e Est - Nord - Est (10,94%).

Per quanto riguarda Pesaro e Urbino, si assiste alla maggiore eterogeneità fra tutte le province marchigiane nel numero di esposizioni rappresentate, mancando solo gli orientamenti rivolti a Ovest e Sud - Sud - Ovest (0,00%). In questa provincia si osserva, tuttavia, anche un'elevata tendenza alla concentrazione in poche direzioni: tre sole tipologie assommano ad oltre il 60% dei casi. Il maggior numero di stazioni di campionamento, pari al 35,37% del totale, è orientata in direzione Nord - Est, segue l'esposizione verso Est (14,63%) e quindi verso Nord - Nord - Est (10,98%).

10.2.7 - Natura geologica delle stazioni di campionamento

Le frequenze percentuali delle 10 diverse tipologie di substrato geologico previste per le stazioni di campionamento sono riportate nell'areogramma della figura 10.13, mentre la tabella 10.11 riporta gli stessi dati disaggregati per provincia di provenienza.

Per quanto riguarda il campione complessivo, è possibile osservare come la maggior

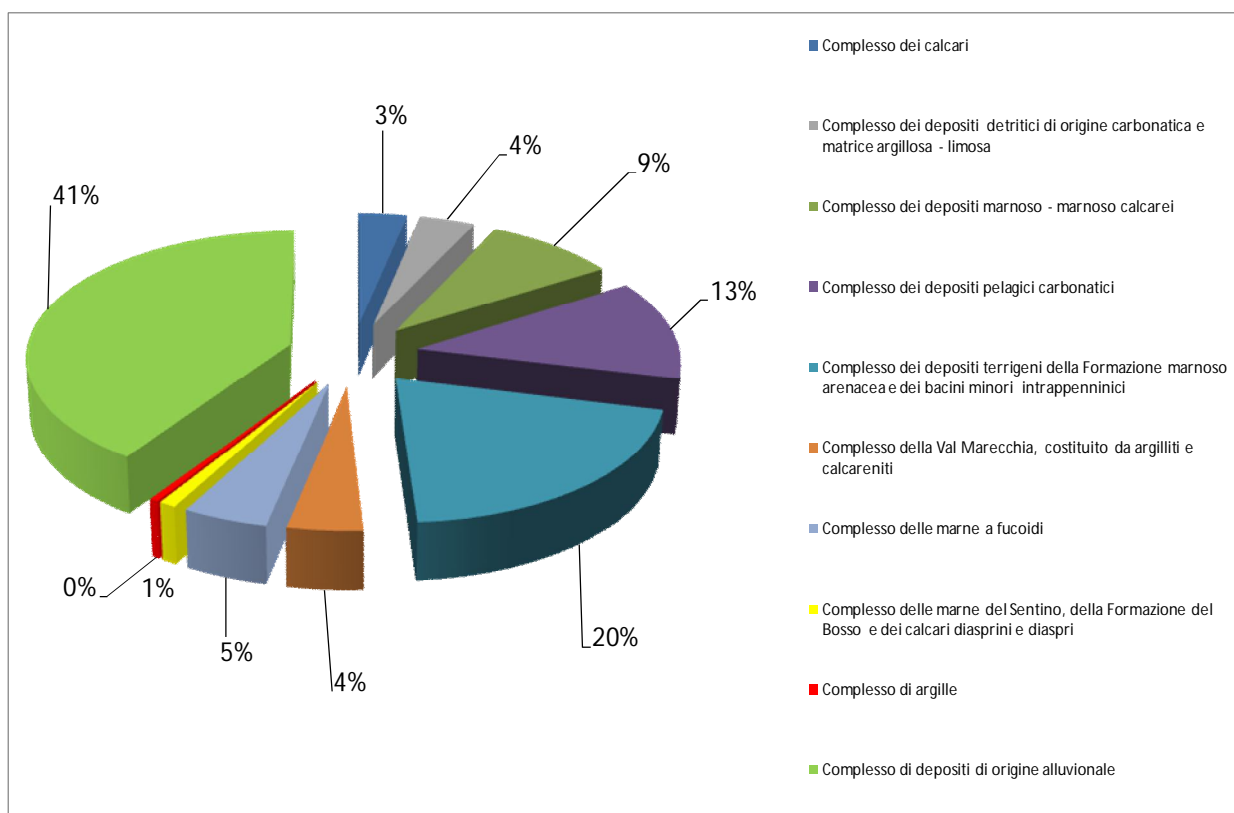


Figura 10.13 - Frequenze percentuali delle diverse categorie geologiche nel campione complessivo.

parte delle osservazioni si concentrano in sole 4 diverse tipologie di substrato: il "complesso dei depositi di origine alluvionale" è quella prevalente, assommando a sé ben 86 siti di campionamento, pari al 41,00% del totale, seguita dal "complesso dei depositi terrigeni della formazione marnoso - arenacea e dei bacini minori intrappenninici" con 43 stazioni, pari al 20,00%, quindi dal "complesso dei depositi pelagici carbonatici" con 27 siti, pari al 13% e infine dal "complesso dei depositi marnoso - marnoso calcarei con 19 stazioni, pari al 9%. Tutte le altre tipologie sono rappresentate ciascuna da meno di 10 siti

Geologia	N° stazioni	Ancona	Ascoli Piceno	Fermo	Macerata	Pesaro - Urbino
Completo dei calcari	7	0,00%	3,57%	5,26%	3,13%	3,66%
Completo dei depositi detritici di origine carbonatica e matrice argillosa - limosa	8	0,00%	25,00%	0,00%	0,00%	1,22%
Completo dei depositi marnoso - marnoso calcarei	19	5,26%	10,71%	0,00%	12,50%	8,54%
Completo dei depositi pelagici carbonatici	27	0,00%	0,00%	5,26%	29,69%	8,54%
Completo dei depositi terrigeni della formazione marnoso arenacea e dei bacini minori intrappenninici	43	0,00%	39,29%	26,32%	6,25%	28,05%
Completo della Val Marecchia, costituito da argilliti e calcareniti	9	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	10,98%
Completo delle marne a fucoidi	10	10,53%	0,00%	0,00%	0,00%	9,76%
Completo delle marne del Sentino, della formazione del Bosso e dei calcari diasprini e diaspri	2	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,44%
Completo di argille	1	0,00%	0,00%	0,00%	1,56%	0,00%
Completo di depositi di origine alluvionale	86	84,21%	21,43%	63,16%	46,88%	26,83%
Totale	212	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Tabella 10.11 - Frequenze percentuali delle diverse categorie geologiche nel campione disaggregato per provincia.

di campionamento (Figura 10.13).

Per quanto riguarda le singole province (Tabella 10.11), Ancona presenta un substrato geologico molto omogeneo con sole 3 tipologie presenti, fra le quali il "complesso dei depositi di origine alluvionale" predomina nettamente su tutte con l'84,21% delle osservazioni; le altre formazioni presenti sono il "complesso delle marne a fucoidi" ed il "complesso dei depositi marnoso - marnoso calcarei", rispettivamente con il 10,53% ed il 5,26%.

La provincia di Ascoli Piceno è caratterizzata da una situazione molto più eterogenea per la presenza contemporanea di 5 diverse tipologie di substrato, dominate soprattutto dalla presenza di complessi sedimentari. Il "complesso dei depositi terrigeni della formazione marnoso arenacea e dei bacini minori intrappenninici" è il substrato geologico che raggiunge le frequenze più elevate con il 39,29% del totale, segue il "complesso dei depositi detritici di origine carbonatica e matrice argillosa - limosa" con il 25,00%, dei casi, poi il "complesso di depositi di origine alluvionale" con il 21,43% delle osservazioni, quindi il "complesso dei depositi marnoso - marnoso calcarei" con il 10,71% ed infine il "complesso dei calcari" con il 3,57%.

Meno variegata appare la natura geologica del territorio della provincia di Fermo, nella quale sono presenti sempre 5 tipologie diverse, ma fra le quali il "complesso dei depositi di origine alluvionale" appare nettamente predominante sulle altre, assommando al 63,13% dei casi; a questa categoria, ma nettamente distanziata, segue il "complesso dei depositi terrigeni della formazione marnoso arenacea e dei bacini minori intrappenninici" con 26,32% delle osservazioni e quindi, a pari merito con il 5,26% delle stazioni campionate, il "complesso dei calcari" ed il "complesso dei depositi pelagici carbonatici".

Macerata e, ancor più Pesaro - Urbino, risultano fra tutte le province quelle aventi i territori più ricchi ed articolati dal punto di vista geologico. Nella prima sono osservabili 6 diverse tipologie, che salgono addirittura a 9 nella seconda, in cui sono praticamente presenti tutte le formazioni individuate per la regione Marche ad eccezione del "complesso delle argille".

A Macerata la maggior parte dei siti indagati, pari al 46,88% del totale, ricade all'interno del "complesso di depositi di origine alluvionale", seguito dal "complesso dei depositi pelagici carbonatici" con il 29,69% dei casi ed il "complesso dei depositi marnoso - marnoso calcarei" con il 12,50%; il "complesso dei depositi terrigeni della formazione marnoso arenacea e dei bacini minori intrappenninici", il "complesso dei calcari" e il "complesso di argille" sono le altre formazioni presenti, che assieme assommano a poco più del 10,00% complessivo.

In provincia di Pesaro e Urbino nessuna formazione è prevalente sulle altre in modo netto, ma al contrario esiste un certo equilibrio fra le diverse componenti presenti. Il "complesso dei depositi terrigeni della formazione marnoso arenacea e dei bacini minori intrappenninici" è comunque il substrato più frequente con il 28,05% delle osservazioni, molto prossima è la percentuale del "complesso di depositi di origine alluvionale" che raggiunge il 26,83% dei casi. Il "complesso della Val Marecchia, costituito da argilliti e calcareniti" è una formazione peculiare di tale provincia, dove risulta presente nel 10,98% dei siti campionati; meno comuni sono gli altri substrati, ognuno dei quali non raggiunge singolarmente il 10% delle osservazioni, rappresentati dal "complesso dei calcari" (3,66%), il "complesso dei depositi detritici di origine carbonatica e matrice argillosa - limosa" (1,22%), i complessi "dei depositi marnoso - marnoso calcarei" e "dei depositi pelagici carbonatici" (ciascuno con l'8,54%), il "complesso delle marne a fucoidi" (9,76%) ed infine il "complesso delle marne del Sentino, della Formazione del Bosso e dei calcari

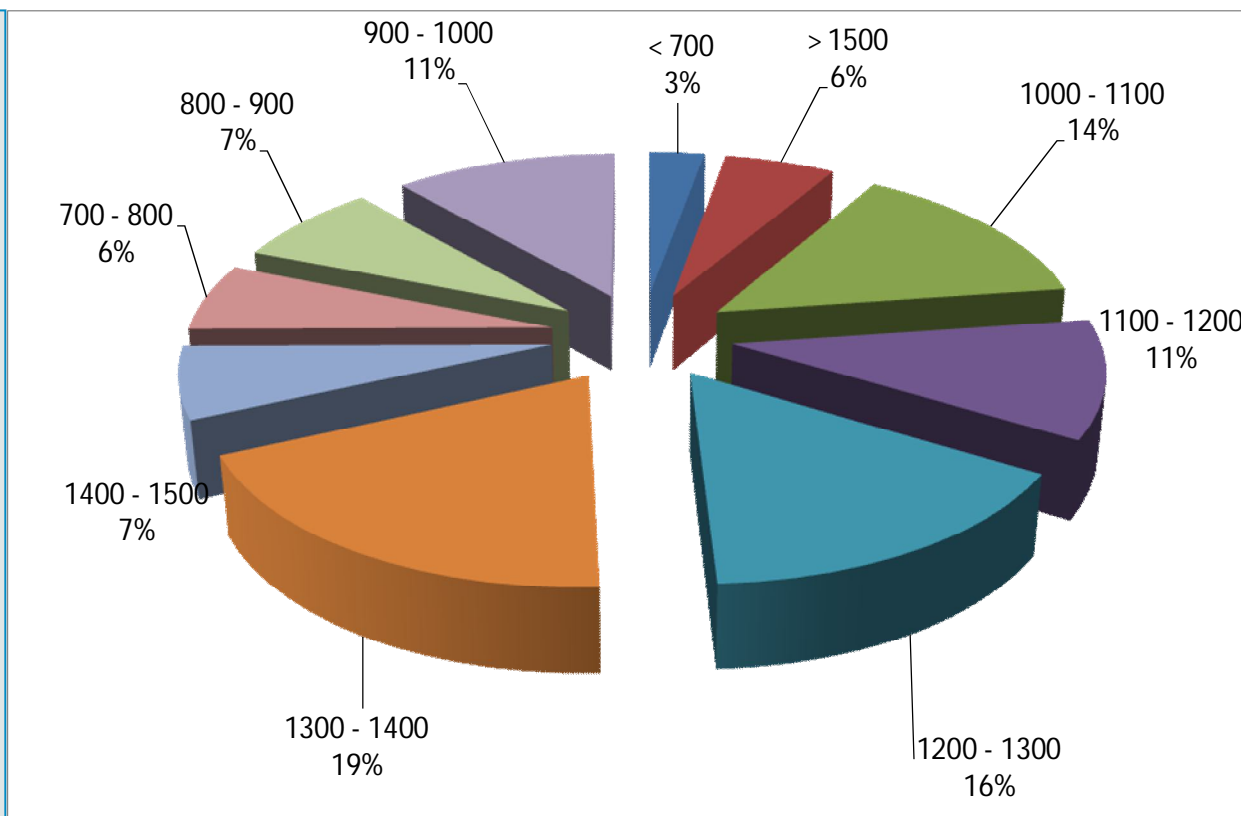


Figura 10.14 - Frequenze percentuali delle diverse classi di piovosità nel campione complessivo.

diasprini e diaspri" (2,44%).

10.2.8 - Piovosità

Le frequenze percentuali delle 10 diverse classi di piovosità media in cui sono stati suddivisi i dati delle stazioni di campionamento sono riportate nel areogramma della figura 10.14, mentre la tabella 10.12 riporta lo stesso campione disaggregato per provincia.

Piovosità (mm)	N° stazioni	Ancona	Ascoli Piceno	Fermo	Macerata	Pesaro Urbino
< 700	6	0,00%	7,14%	10,53%	3,17%	0,00%
700 - 800	13	5,26%	14,29%	0,00%	11,11%	1,22%
800 - 900	16	15,79%	0,00%	0,00%	6,35%	10,98%
900 - 1000	24	26,32%	14,29%	21,05%	11,11%	4,88%
1000 - 1100	30	10,53%	3,57%	21,05%	23,81%	10,98%
1100 - 1200	23	10,53%	7,14%	10,53%	19,05%	4,88%
1200 - 1300	33	0,00%	39,29%	21,05%	7,94%	15,85%
1300 - 1400	40	21,05%	3,57%	10,53%	7,94%	34,15%
1400 - 1500	14	5,26%	10,71%	0,00%	6,35%	7,32%
> 1500	12	5,26%	0,00%	5,26%	3,17%	9,76%
Totale	212	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Tabella 10.12 - Frequenze percentuali delle diverse classi di piovosità nel campione disaggregato per provincia.

Per quanto riguarda il campione complessivo, è possibile osservare come nessuna classe di piovosità prevalga nettamente sulle altre, ma al contrario esiste una distribuzione abbastanza uniforme delle osservazioni.

Le varie classi comprese nell'intervallo 900-1400 mm sono quelle che presentano frequenze percentuali sempre superiori al 10%, mentre al di sotto e al di sopra di tali soglie la numerosità delle stazioni di campionamento si riduce. Più frequente in assoluto è la

classe di piovosità 1300-1400 mm, con 40 siti di campionamento ed una percentuale del 19%, seguita dalla classe 1200-1300 mm con 33 siti ed il 16% delle osservazioni; piovosità medie inferiori a 700 mm sono molto rare, tanto da includere solo 6 stazioni di campionamento per una percentuale del 3% (Figura 10.14).

Per quanto riguarda le singole province, è possibile osservare come ad Ancona prevalga la classe di piovosità 900-1000 mm, con il 26,32% delle osservazioni, seguita dalla classe 1300-1400 mm, con una frequenza del 21,05%; in questo territorio del tutto mancanti sono le stazioni di campionamento con precipitazioni inferiori a 700 mm e quelle comprese fra 1200 e 1300 mm.

Nella provincia di Ascoli Piceno la categoria che prevale in modo abbastanza netto sulle altre è quella avente piogge comprese fra 1200 e 1300 mm (39,29%); siti di campionamento aventi precipitazioni fra 800 e 900 mm o maggiori di 1500 mm non sono osservabili

La provincia di Fermo ha precipitazioni abbastanza concentrate nelle classi centrali: fra 900 e 1400 mm di precipitazioni si assembla quasi l'85% delle osservazioni, mentre le categorie più frequenti sono rappresentate, a pari merito, dagli intervalli 900-1000, 1000-1100 e 1200-1300 mm, ciascuno con il 21% delle osservazioni.

Nella provincia di Macerata sono rappresentate tutte le categorie pluviometriche osservabili per la regione Marche, anche se la maggioranza di esse si caratterizza per avere frequenze piuttosto basse; ciò evidenzia la presenza di condizioni climatiche molto variegata: l'intervallo più frequente è quello di 1000-1100 mm (23,81%), seguito dal range 1100-1200 mm (19,05%).

A Pesaro e Urbino le precipitazioni sono leggermente più abbondanti che altrove, in quanto tutti i tratti fluviali campionati sono ricadenti al di sopra della soglia di 700 mm di pioggia e la massima frequenza dei siti campionati risulta concentrata nell'intervallo di piovosità 1300-1400 mm (34,15%); la categoria che subito segue in ordine decrescente di abbondanza è quella compresa fra 1200 e 1300 mm di pioggia, ma ben il 9,76% delle osservazioni riceve più di 1500 mm di precipitazione medie nel corso di un anno.

11 - Fauna ittica delle Marche

11.1 - Specie ittiche

L'elenco delle specie ittiche d'acqua dolce rinvenute nel corso delle diverse campagne di campionamento sono riportate nella tabella 11.1. Per quanto riguarda la nomenclatura utilizzata, si rimanda a quanto detto nel Capitolo 2 - Materiali e metodi.

Alcune altre precisazioni sono necessarie prima di passare ad un'analisi più approfondita del dato faunistico. In particolare, il cefalo *Liza ramada* (Risso, 1827), rinvenuto nelle stazioni di monitoraggio prossime alla foce dei fiumi Aso e Tronto (Melotti *et al.*, 2009), è stato escluso dall'elenco e dalle successive elaborazioni perché non strettamente dulcicolo (Zerunian, 2004). Altre specie escluse dalla check list della fauna ittica delle Marche, seppur indicate dagli autori delle Carte Ittiche Provinciali, sono il cavedano etrusco, il ghiozzo dell'Arno ed il carassio comune.

La prima specie (*Leuciscus lucumonis* Bianco, 1983) è stata indicata nel fiume Chienti dalla Carta Ittica del Parco Nazionale dei Monti Sibillini (Mearelli, 2006): la specie è stata esclusa perché si tratta di una specie con una diffusione in Italia molto limitata, endemica del distretto Tosco - Laziale (Bianco, 1983) e morfologicamente molto simile al cavedano comune *Leuciscus cephalus* (Linnaeus, 1758), con il quale molto spesso viene confuso. Questo sarebbe il primo rinvenimento della specie in un corso d'acqua dello spartiacque adriatico e, quindi, si ritiene che il suo inserimento nell'elenco delle specie ittiche delle Marche necessiti di ulteriori approfondimenti.

Il ghiozzo dell'Arno *Padogobius nigricans* (Canestrini, 1867) viene anche indicato come presente nelle acque della regione da più di un autore (Gabucci *et al.*, 1990; Mearelli, 2006; Melotti *et al.*, 2007; Melotti *et al.*, 2009), che tuttavia non riportano mai anche la presenza contemporanea del ghiozzo padano *Padogobius martensii* (Gunther, 1861). La prima delle due specie di ghiozzo ha un areale limitato ai corsi d'acqua tirrenici (Bianco e Keithmayer, 2001), è endemica del distretto Tosco - Laziale (Bianco, 1993) ed è morfologicamente molto simile al ghiozzo padano, che invece è ampiamente diffuso nei corsi d'acqua marchigiani. Anche tale segnalazione si ritiene che debba essere confermata da ulteriori ricerche.

Analoga considerazione vale per il carassio comune *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758): segnalata nelle Marche (Gabucci *et al.*, 1990), tale specie è sicuramente molto meno frequente in Italia del carassio dorato *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758), con le forme ferali del quale può essere facilmente confuso (Kottelat e Freyhof, 2007).

La sistematica delle popolazioni italiane del genere *Barbus* appare complicata e non è stata ancora interamente chiarita (Lorenzoni *et al.*, 2006a): tutti gli autori (Tortonese, 1970; Gandolfi *et al.*, 1991; Zerunian, 2004) sono concordi nel ritenere presenti in Italia almeno due specie autoctone: il barbo canino *Barbus caninus* Bonaparte, 1839 ed il barbo comune o barbo del Po *Barbus plebejus* Bonaparte, 1839, mentre è ancora dibattuta la posizione sistematica delle popolazioni di barbo autoctone centro-meridionali, ritenute da Bianco (1995b e 2003b) attribuibili ad una specie distinta dalle due precedenti (*Barbus tyberinus* Bonaparte, 1839 o barbo del Tevere). Sul versante adriatico dell'Italia, gli areali del barbo comune e di quello tiberino si separerebbero proprio nelle Marche (Bianco, 1991a, 1993), anche se la linea di demarcazione risulta abbastanza incerta. Altri autori, tuttavia, non ritengono il barbo del Tevere una specie valida (Zerunian, 2004) e preferiscono attribuire le popolazioni di questo presunto taxon a *Barbus plebejus* Bonaparte, 1839; le caratteristiche delle popolazioni di barbo dell'Italia centro-meridionale rientrerebbero, per tali autori, all'interno della variabilità intraspecifica del barbo del Po, che risulta una specie piuttosto polimorfa anche in relazione alle caratteristiche ambientali

presenti nei diversi sistemi idrografici (Gandolfi *et al.*, 1991). Questa impostazione è anche quella seguita dalle singole Carte Ittiche Provinciali, ad eccezione di quella del Parco Nazionale dei Monti Sibillini (Mearelli, 2006). Nell'impossibilità di poter effettuare una distinzione, barbo del Tevere e barbo comune sono stati accumulati assieme nelle elaborazioni dei dati della Carta Ittica delle Marche; la posizione sistematica dei barbi nelle Marche meriterebbe, comunque, una più accurata indagine, in grado di chiarire definitivamente la situazione.

Anche per quanto riguarda il barbo canino (*Barbus caninus* Bonaparte, 1839) occorre fare qualche precisazione: in Italia rappresenta una specie autoctona ed originaria del distretto Padano-Veneto, ma è stata introdotta anche in alcuni fiumi dell'Italia centrale (Bianco, 1993 e 1995b; Zerunian, 2004). La sua distribuzione originaria presenta alcune

Nome comune	Nome scientifico	Origine
Ciclostomi		
Lampreda padana	<i>Lampetra zanandreae</i> Vladykov, 1955	indigena
Pesci Ossei		
Alborella	<i>Alburnus alburnus alborella</i> (De Filippi, 1844)	esotica
Anguilla	<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	indigena
Barbo canino	<i>Barbus caninus</i> Bonaparte 1839	indigena
Barbo comune	<i>Barbus plebejus</i> Bonaparte, 1839	indigena
Barbo europeo	<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)	esotica
Carassio dorato	<i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758)	esotica
Carpa	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	esotica
Cavedano	<i>Leuciscus cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	indigena
Cobite	<i>Cobitis taenia</i> Linnaeus, 1758	indigena
Gambusia	<i>Gambusia holbrooki</i> Giraud, 1859	esotica
Ghiozzo	<i>Padogobius martensii</i> (Gunther, 1861)	indigena
Gobione	<i>Gobio gobio</i> (Linnaeus, 1758)	esotica
Lasca	<i>Chondrostoma genei</i> (Bonaparte, 1839)	indigena
Lucioperca	<i>Stizostedion lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	esotica
Persico reale	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	esotica
Persico sole	<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	esotica
Pseudorasbora	<i>Pseudorasbora parva</i> (Schlegel, 1842)	esotica
Rovella	<i>Rutilus rubilio</i> (Bonaparte, 1837)	indigena
Salmerino di fonte	<i>Salvelinus fontinalis</i> (Mitchill, 1814)	esotica
Sanguinerola	<i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus, 1758)	esotica
Savetta	<i>Chondrostoma soetta</i> Bonaparte, 1840	esotica
Scazzone	<i>Cottus gobio</i> Linnaeus, 1758	indigena
Triotto	<i>Rutilus erythrophthalmus</i> Zerunian, 1984	esotica
Trota fario	<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	indigena
Trota iridea	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)	esotica
Vairone	<i>Telestes souffia</i> (Risso, 1827)	indigena

Tabella 11.1 - Elenco delle specie ittiche.

incertezze soprattutto nel limite meridionale: secondo Bianco (1995b) nei corsi d'acqua sfocianti nel mare Adriatico la distribuzione del barbo canino avrebbe il suo attuale limite sud nel fiume Marecchia. La specie è stata segnalata più volte da alcuni autori delle Carte Ittiche Provinciali (De Paoli *et al.*, 2007; Melotti *et al.*, 2009): alcune di tali indicazioni, ed in particolare quelle localizzate nella parte più meridionale delle Marche, andrebbero tuttavia confermate da altre indagini. Di recente la specie è stata individuata anche a sud del Marecchia da Duchi e Perna (2010).

Un altro fenomeno che potrebbe aver incrementato la già consistente variabilità delle popolazioni italiane di barbo è la facilità con cui le diverse forme si ibridano fra loro; l'ibridazione è un fenomeno piuttosto frequente nei ciprinidi e sono stati descritti vari casi anche all'interno del genere *Barbus* (Philippart e Berrebi, 1990; Betti, 1993). Un ulteriore elemento che complica la situazione faunistica è l'introduzione nelle acque interne italiane di barbi provenienti da altri paesi europei, fra i quali il barbo europeo (o del Danubio) (*Barbus barbus* Linnaeus, 1758), anch'esso individuato fra le specie che popolano le acque marchigiane (De Paoli *et al.*, 2007).

C'è infine da verificare l'eventuale presenza di un'ulteriore specie di barbo, per adesso non inserita nell'elenco della tabella 11.1, che appare raffigurata nella foto di un campionamento effettuato nel fiume Candigliano (De Paoli *et al.*, 2007): probabilmente si tratta di *Luciobarbus graellsii* (Steindachner, 1866) o barbo di Graells, che è una specie esotica proveniente dalla Spagna, recentemente segnalata più volte in Italia (Bianco e Keitmayer, 2001).

Fatte queste dovute precisazioni, l'elenco faunistico rilevato nel corso delle Carte Ittiche Provinciali risulta composto da 26 specie di Pesci Ossei e da un Ciclostoma Petromizontide: la lampreda padana *Lampetra zanandreae* Vladykov, 1955. Fra i pesci ossei la famiglia più rappresentata è quella dei ciprinidi, alla quale appartengono ben 15 specie, segue la famiglia dei salmonidi (3 specie) e quella dei percidi (2 specie); le famiglie

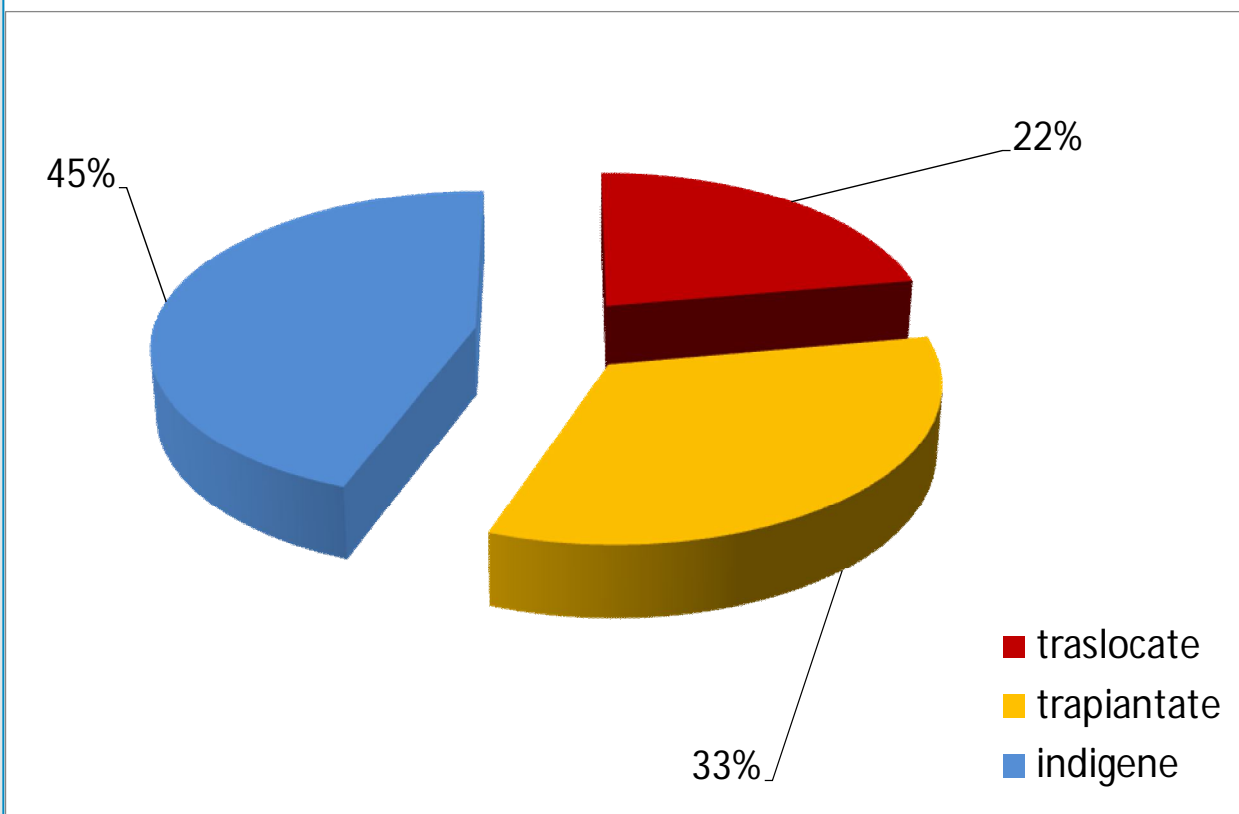


Figura 11.1 - Ripartizione percentuale per provenienza delle specie ittiche presenti nelle Marche.

degli anguillidi, centrarchidi, cottidi, cobitidi, poecilidi e gobidi annoverano ciascuna una sola specie.

Bianco (1995a) indica in 32 le specie ittiche presenti nelle Marche, delle quali almeno 19 sono indigene. Tra le specie indicate da Bianco (1995a), nel corso della Carta Ittica non sono state catturate alcune specie autoctone anadrome, quali la lampreda di mare *Petromyzon marinus* Linnaeus, 1758, lo storione *Acipenser sturio* Linnaeus, 1758 e la cheppia *Alosa fallax* (Lacepede, 1803), l'assenza delle quali deve ritenersi causata soprattutto dalla frammentazione degli habitat fluviali e dall'impossibilità per queste specie di raggiungere i siti riproduttivi. La lampreda di mare veniva sporadicamente catturata alle foce dei principali fiumi marchigiani (Poggiani, 2009), ma attualmente è in forte riduzione in tutto il Mediterraneo (Bianco, 1991a) e mancano dati sulla presenza di eventuali popolazioni in grado di riprodursi. Lo storione sembra ormai localizzato in Italia esclusivamente nell'alto Adriatico, ma non sembra in grado di riprodursi a sud del Po (Bianco, 1993); fino a metà degli anni '70 veniva pescato con sporadici esemplari al largo delle coste marchigiane (Poggiani, 2009). L'alosa è in progressiva rarefazione in tutta Italia e per le Marche deve essere verificata la possibilità che una popolazione ancora in grado di riprodursi possa essere presente nell'Esino, dove nel passato la specie dava luogo a massicce risalite durante il periodo riproduttivo (Bianco, 1991a).

Alcune specie ittiche di probabile origine indigena per le Marche, non sono state rilevate dalla Carta Ittica, ma la loro presenza andrebbe indagata con ricerche più approfondite; tra queste ci sono il luccio *Esox lucius* Linnaeus, 1758, la tinca *Tinca tinca* (Linnaeus, 1758), la scardola *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758) e lo spinarello *Gasterosteus aculeatus* Linnaeus, 1758. Il luccio sarebbe alloctono nelle Marche per Gabucci *et al.*, 1990, mentre viene indicato da Paolucci (1916) fra le specie che abitano i corsi d'acqua marchigiani; per Bianco (1991a) veniva nel passato seminato nel fiume Esino. Anche per la tinca è difficile stabilire la reale autoctonia nelle Marche: non è citata da Marcoaldi (1873) per il circondario di Fabriano ed è considerata estranea alla fauna originaria da Paolucci (1916); per Bianco (1991a) è comunque stata oggetto di ripopolamento, almeno nell'Esino. Di recente De Paoli (2007), l'ha indicata come presente nel fiume Esino, ma considerandola una specie transfaunata. La scardola viene indicata da Bianco presente e probabilmente autoctona nelle Marche (1995a) ed in particolare nel Chienti (Bianco, 1996) e nell'Esino (Bianco 1991a e 1996); per Gabucci *et al.*, (1990) è alloctona ed ubiquitaria nel medio-basso corso dei fiumi pasaresi. Lo spinarello è stato più volte segnalato nel passato in vari ambienti della regione (Marcoaldi, 1873; Paolucci, 1916); Bianco (1991a e 1995a) lo indica come in progressiva rarefazione in tutto l'areale e probabilmente estinto nell'Esino.

Per le Marche esiste anche una segnalazione della cagnetta *Salaria fluviatilis* (Asso, 1801) nel fiume Metauro, nei pressi di Tavernelle (Gabucci *et al.*, 1990), che non è stata confermata dalle Carta Ittica della Provincia di Pesaro e Urbino (De Paoli *et al.*, 2007).

Fra le specie esotiche molto probabilmente presenti nelle Marche, ma non rilevate dalle ricerche, c'è anche da annoverare il persico trota *Micropetrus salmoides* (Lacepede 1802), il pesce gatto *Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820) ed il siluro *Silurus glanis* Linnaeus, 1758. Per tutte queste specie, oltre a tinca, luccio e scardola, anch'esse tutte caratterizzate da una spiccata limnofilia, c'è probabilmente da considerare la possibilità di una sottostima della loro diffusione conseguente all'esclusione delle acque stagnanti da questa prima fase della Carta Ittica ed in parte anche dal fatto che lo sforzo di campionamento è stato maggiormente concentrato nelle aree montane.

Per Bianco (1995a) nelle Marche manca il nono *Aphanius fasciatus* (Valenciennes, 1821), che pure Poggiani (2009) indica alla foce del Foglia nel 1991-92, forse per

l'assenza di habitat adatti a questa specie (Bianco, 1995a): la presenza del nono è infatti legata agli ambienti di transizione, come le acque salmastre, che sono quasi completamente scomparsi nelle Marche a causa della bonifica dei laghi retrodunali. Uno dei pochi esempi rimasti nelle Marche è costituito dai laghetti di Portonovo, ma in questi laghi il nono è assente, mentre è presente la gambusia *Gambusia holbrooki* Giraud, 1859 (Bianco, 1995a). Il livello di inquinamento zoogeografico dei corsi d'acqua marchigiani, dovuto alla presenza di specie di origine alloctona, appare elevato: delle 27 specie ittiche complessivamente rinvenute 12 sono indigene (pari al 45% del totale) e 15 sono di origine esotica (pari al 55%) e quindi introdotte, volontariamente o involontariamente, dall'uomo (Figura 11.1); di queste ultime 6 (pari al 22%) sono traslocate (o transfaunate) e quindi sono originarie di altri bacini idrografici italiani, mentre 9 specie sono trapiantate (33%) e quindi provengono da paesi diversi dall'Italia (Lorenzoni *et al.*, 2006). In Umbria, regione affine alle Marche per molte caratteristiche geografiche, climatiche e faunistiche, il numero di specie complessivamente rinvenute dalla Carta Ittica è maggiore (36 specie ittiche), così come anche leggermente più elevata è la percentuale delle specie esotiche, che è pari al 61% (Lorenzoni *et al.*, 2010a).

Per quanto riguarda le singole province, Macerata risulta quella in cui è stato

	Ancona	Ascoli Piceno	Fermo	Macerata	Pesaro - Urbino
Lampreda padana				3	
Alborella				9	17
Anguilla	8	2	1	12	8
Barbo comune	13	6	3	15	44
Barbo canino		4			
Barbo europeo					3
Carassio dorato	1			6	5
Carpa	1			5	7
Cavedano	14	7	5	15	42
Cobite	4			4	5
Gambusia		1			
Ghiozzo	4	2	2	13	22
Gobione	3	1		1	11
Lasca	6			9	18
Lucioperca				1	
Persico reale				1	
Persico sole				1	2
Pseudorasbora					3
Rovella	5	4	1	11	34
Salmerino di fonte	1			1	
Sanguinerola				1	
Savetta	1			1	
Scazzone	2			8	7
Triotto				1	2
Trota fario	8	18	15	50	46
Trota iridea	1	1		1	6
Vairone	6	4	1	16	38

rinvenuto il numero più elevato di specie ittiche: sono presenti tutte quelle della lista regionale, ad eccezione di barbo canino ed europeo, gambusia e pseudorasbora, per un totale quindi di 23 specie (Tabella 11.2): la lampreda padana, il lucioperca, il persico reale e la sanguinerola sono esclusivi di tale territorio, non essendo mai stati catturati nei corsi d'acqua delle altre province. Pesaro e Urbino è caratterizzata da una ricchezza di specie leggermente inferiore: sono state rinvenute 19 specie, con una presenza esclusiva di barbo europeo e pseudorasbora. Nel territorio di Ancona le specie catturate sono ancora leggermente inferiori, assommando a 16 taxa e la riduzione è ancora più accentuata nella provincia di Ascoli Piceno (11 specie); Fermo fra tutte le province marchigiane si caratterizza per una fauna ittica estremamente povera

Tabella 11.2 - Presenza delle specie ittiche nelle 5 province della regione Marche: i valori sui riferiscono al numero di stazioni in cui la specie è risultata presente.

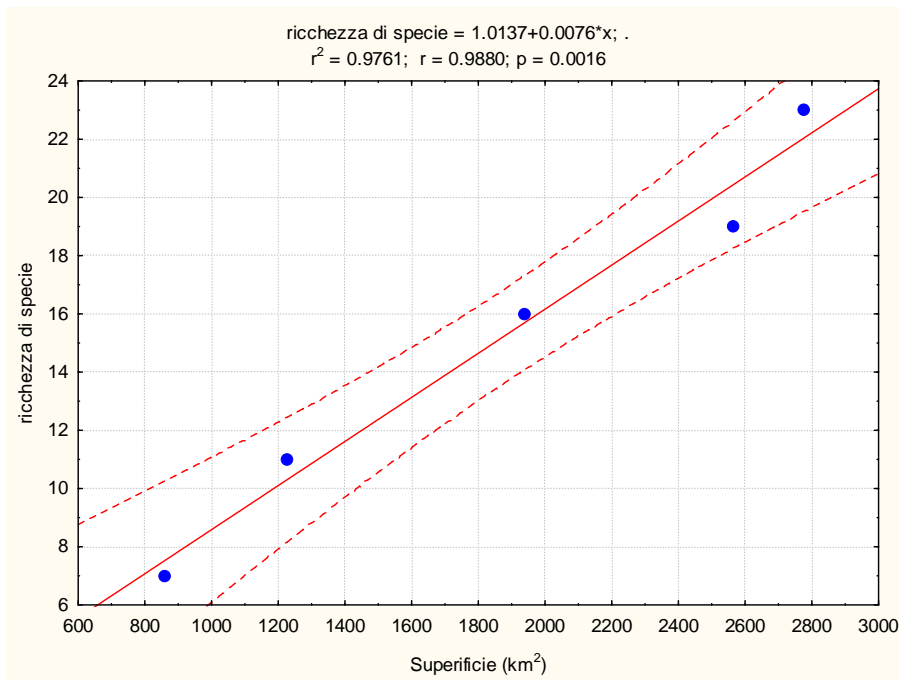


Figura 11.2 - Relazione numero di specie - superficie provinciale.

di specie, essendo costituita da sole 7 specie ittiche. Ascoli Piceno, pur non essendo in possesso di una lista faunistica particolarmente fornita, presenta 2 specie esclusive rappresentate dal barbo canino e dalla gambusia; Ancona e Fermo non hanno il monopolio di alcuna specie ittica.

Le indigene anguilla, barbo comune, cavedano, ghiozzo, rovela, trota fario e vairone, sono le sole specie presenti in tutte

le province; il gobione e la trota iridea sono risultate presenti in tutti il territori provinciali ad eccezione di quello di Fermo; il carassio dorato, la carpa, il cobite, la lasca e il lo scazzone sono presenti su 3 province su 5, mancando in tutti i casi nei territori provinciali di Ascoli e Fermo.

La spiegazione più plausibile per giustificare la variazione nel numero di specie che si osserva fra una provincia e l'altra sembra riconducibile alla loro diversa estensione territoriale (Figura 11.2), secondo uno schema che molto di frequente si osserva in

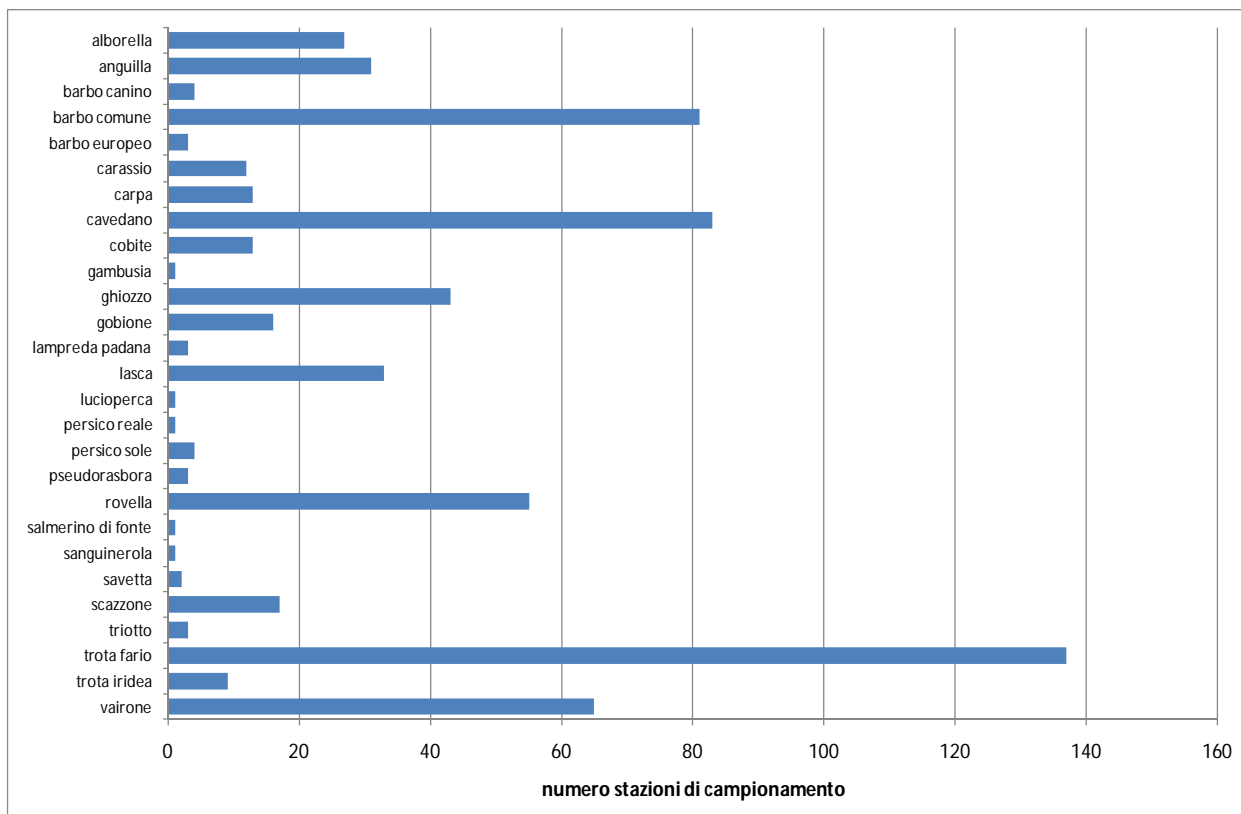


Figura 11.3 - Presenza delle specie ittiche nelle stazioni di campionamento indagate.

situazioni di questo tipo (Odum, 1988). Ad un'analisi di regressione di lineare, infatti, la correlazione fra la superficie territoriale delle singole province (in km²) e il numero di specie ittiche è risultata positiva ed altamente significativa ($r^2 = 97,61\%$; $r = 0,99$; $p = 0,002$) e la relazione trovata è risultata la seguente: n° specie ittiche = $1,014 + 0,0076$ superficie.

11.2 - Frequenze di rinvenimento delle specie

Delle stazioni di campionamento monitorate nel corso della Carta Ittica delle Marche, in 13 non è stata rilevata la presenza di fauna ittica e pertanto sono state escluse dalle successive analisi.

Fra tutte le specie ittiche presenti la trota fario è quella che è stata rinvenuta più spesso nei corsi d'acqua indagati, essendo risultata presente in 137 siti di

	Numero valori	Valore medio	Valore minimo	Valore massimo	Deviazione Std.
alborella	26	0.090	0.002	0.646	0.160
anguilla	31	0.022	0.001	0.129	0.036
barbo comune	81	0.131	0.001	2.464	0.298
barbo canino	4	0.088	0.010	0.300	0.142
barbo europeo	3	0.056	0.003	0.162	0.091
carassio	12	0.043	0.001	0.205	0.069
carpa	13	0.027	0.001	0.177	0.048
cavedano	83	0.274	0.001	2.872	0.504
cobite	12	0.031	0.001	0.138	0.038
gambusia	1	0.010	0.010	0.010	
ghiozzo	42	0.178	0.001	1.575	0.311
gobione	16	0.013	0.001	0.060	0.016
lampreda padana	3	0.439	0.241	0.705	0.239
lasca	33	0.153	0.002	0.908	0.181
lucioperca	1	0.003	0.003	0.003	
persico reale	1	0.354	0.354	0.354	
persico sole	3	0.002	0.001	0.003	0.001
pseudorasbora	3	0.015	0.006	0.021	0.008
rovella	55	0.093	0.001	0.493	0.114
salmerino di fonte	1	0.001	0.001	0.001	
sanguinerola	1	0.002	0.002	0.002	
savetta	2	0.002	0.001	0.003	0.002
scazzone	17	0.174	0.001	0.989	0.268
triotto	2	0.097	0.004	0.189	0.131
trota fario	137	0.159	0.001	1.385	0.220
trota iridea	9	0.287	0.001	2.050	0.667
vairone	65	0.243	0.001	1.835	0.384

campionamento, pari al 68,84% del totale (Figura 11.3); la diffusione della trota fario, comunque, appare parzialmente sopravvalutata rispetto alle vocazioni naturali dei corsi d'acqua marchigiani almeno da due fenomeni concomitanti:

1) la sua propagazione attraverso i ripopolamenti anche in ambienti non del tutto idonei alla sopravvivenza della specie,

2) la tendenza delle Carte Ittiche Provinciali a concentrare lo sforzo di campionamento nelle aree più montuose a scapito dei tratti collinari e planiziali dei corsi d'acqua della regione.

Una conferma dell'ampliamento artificiale della distribuzione della fario mediante i ripopolamenti si osserva quando si calcola il numero di stazioni di campionamento in cui

Tabella 11.3 - Statistica descrittiva della densità disaggregata per specie ittica.

sono state catturate le giovani trote dell'anno (0+). In circa la metà dei tratti fluviali in cui la trota è presente, le popolazioni non sembrano in grado di riprodursi; infatti il numero di siti indagati in cui sono stati catturati gli 0+ scende a 68, per una percentuale pari al 34,17% del totale e al 49,63% rispetto a tutte le stazioni in cui la trota è presente.

Per quanto riguarda le altre specie ittiche, le più frequenti nei siti indagati sono tutte appartenenti alla famiglia dei ciprinidi: il cavedano ed il barbo comune sono quelle a più ampia distribuzione nelle Marche, raggiungendo rispettivamente 83 e 81 presenze nelle stazioni monitorate (pari al 41,71 e 41,70% del totale), segue il vairone (65 siti e 32,66%) e la rovella (55 siti e 27,64%). Il ghiozzo padano e l'anguilla sono le altre due specie, indigene come tutte le altre che le precedono per frequenza di rinvenimento, a presentare una diffusione piuttosto ampia con valori di presenza nei siti indagati pari rispettivamente a 43 (21,61% del totale) e a 31 siti (15,58%).

Fra le specie esotiche, quelle che mostrano la distribuzione numericamente più ampia sono l'alborella, presente su 27 stazioni complessive (13,57%) ed il gobione (16 siti e 8,04% del totale). Carpa e carassio dorato sono le specie esotiche trapiantate presenti nel maggior numero di tratti fluviali della regione, con 13 e 12 siti indagati (rispettivamente pari al 6,53% e al 6,03% del totale).

Oltre al carassio dorato, specie invasive di particolare pericolosità per la fauna ittica indigena per la facilità con cui sono in grado di propagarsi spontaneamente attraverso le connessioni della rete idrografica (Ghetti *et al.*, 2007), sono costituite dalla pseudorasbora e dal barbo europeo. Fortunatamente queste specie hanno nelle Marche ancora una diffusione limitata ad un numero molto ridotto di settori fluviali: entrambe le specie sono state rilevate in 3 siti indagati, pari all'1,51% del totale. Ciò potrebbe facilitare la loro eventuale eradicazione dal territorio regionale o i risultati di specifici piani di contenimento adottati per prevenirne l'ulteriore espansione nelle Marche. È importante sottolineare, infatti, l'impatto che tali esotici possono esercitare su alcune specie indigene con le quali vengono a trovarsi in contatto. La pseudorasbora, infatti, è nota per essere il vettore di un pericoloso agente infettivo di origine virale, noto come "Rosette Like Agent", che ha causato in Gran Bretagna la forte rarefazione di alcuni ciprinidi indigeni (Gozlan *et al.*, 2005). Il barbo europeo si è dimostrato, in molte situazioni in cui è stato introdotto, un efficace competitore che interagisce negativamente con le preesistenti popolazioni di barbi autoctoni (Carosi *et al.*, 2006). Il rischio per il barbo comune è rappresentato anche dal fenomeno dell'inquinamento genetico, dal momento che all'interno del genere *Barbus* l'ibridazione è un fenomeno abbastanza frequente (Philippart e Berrebi, 1990; Betti, 1993).

11.3 - Densità delle specie ittiche

La statistica descrittiva delle densità raggiunte dalle varie specie ittiche presenti è riportata nella tabella 11.3; si precisa che l'analisi è stata effettuata considerando soltanto i siti di campionamento in cui ogni singola specie è risultata presente e omettendo, quindi, tutti i valori pari a 0,00 ind m⁻².

Come è possibile osservare anche dal grafico della figura 11.4, che illustra l'andamento dei valori medi mediante un grafico Box and Whisker, densità medie particolarmente elevate sono raggiunte dalla lampreda padana (0,44 ind m⁻²), dal persico reale (0,35 ind m⁻²) e dalla trota iridea (0,29 ind m⁻²): tali specie essendo risultate presenti anche in un numero abbastanza ridotto di stazioni di campionamento (rispettivamente 3, 1 e 9 siti) possono essere definite come poco diffuse, ma localmente anche molto abbondanti.

Il cavedano (0,27 ind m⁻²), il vairone (0,24 ind m⁻²), il ghiozzo (0,18 ind m⁻²), lo

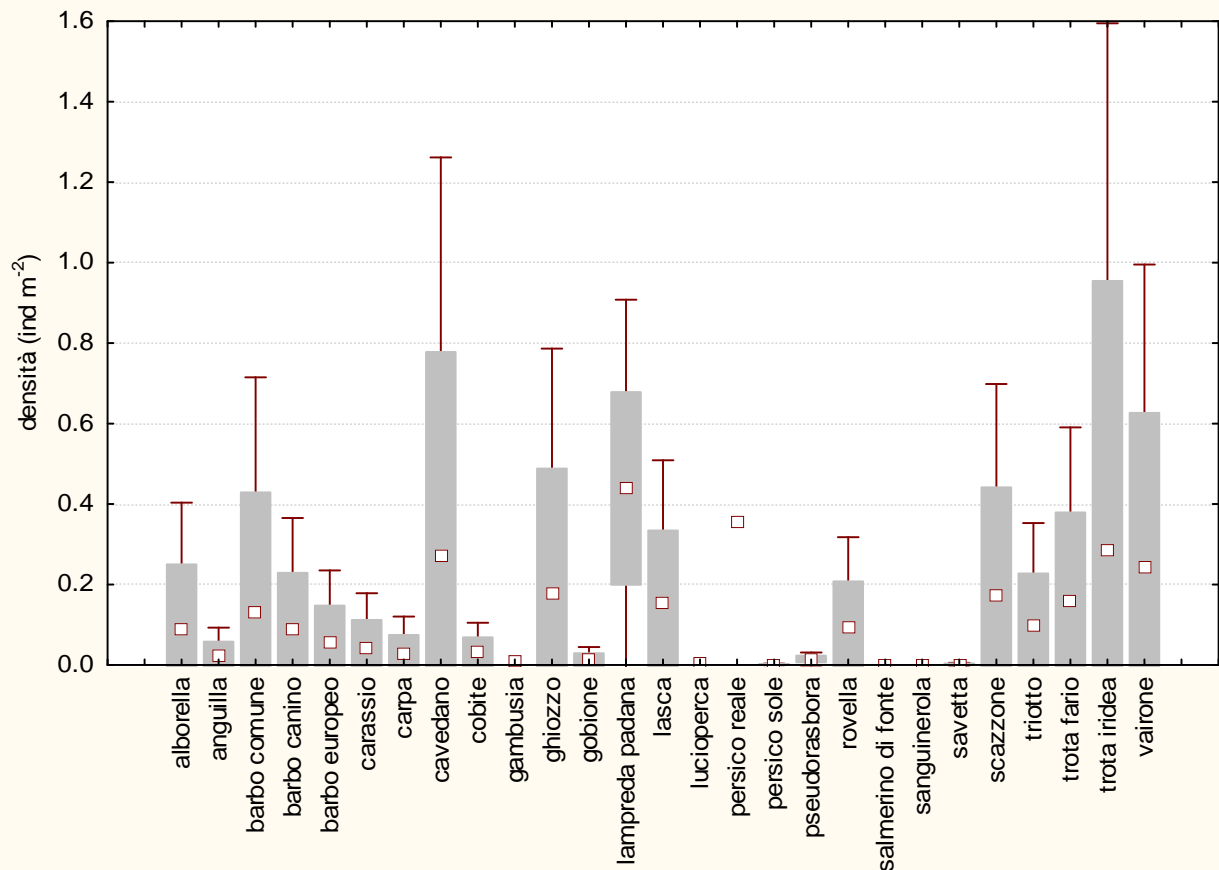


Figura 11.4 - Istogramma delle densità medie disaggregate per specie ittica: il quadrato bianco rappresenta il valore medio, i rettangoli grigi la media \pm l'errore standard e le barre l'intervallo di confidenza al 95% di probabilità.

scazzone (0,17 ind m⁻²), la trota fario (0,16 ind m⁻²) e la lasca (0,16 ind m⁻²) sono le specie che seguono in ordine decrescente di abbondanza media. Estremamente positivo, in questo caso, è il fatto che si tratti in tutti i casi di specie ittiche indigene: le specie esotiche, quindi, nella regione Marche oltre ad essere poco diffuse sono molto spesso anche le meno abbondanti, con l'eccezione della trota iridea che tuttavia appare molto localizzata nella propria distribuzione. L'alborella, che è fra le specie esotiche quella che presenta la diffusione più estesa, raggiunge abbondanze di medio livello (0,09 ind m⁻²).

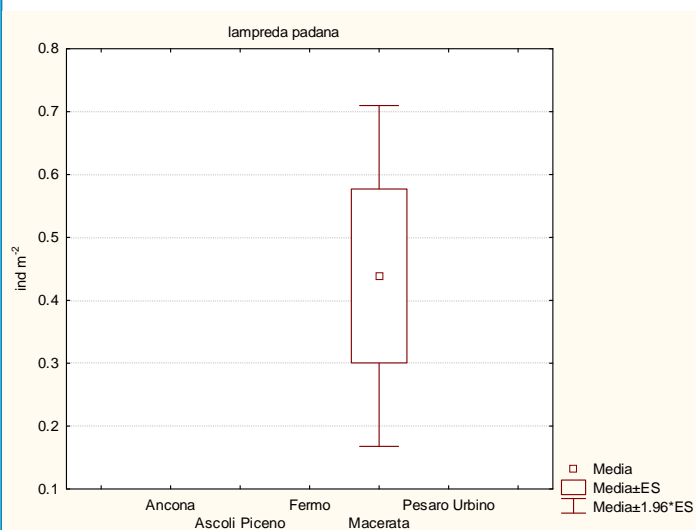


Figura 11.5 - Confronto fra le densità della lampreda padana nel campione disaggregato per provincia.

Purtroppo non è possibile effettuare, a causa dell'incompletezza dei dati, una simile analisi anche per la biomassa areale: ciò avrebbe permesso di trarre ulteriori e significative considerazioni; è noto, infatti, che densità e standing crop rappresentano parametri complementari fra loro: il primo tende a sopravvalutare l'importanza delle specie di piccole dimensioni e dei giovani esemplari, il secondo, al contrario, l'importanza degli esemplari più anziani e delle specie caratterizzate da dimensioni medie elevate (Odum, 1988).

11.4 - Distribuzione delle

specie ittiche

11.4.1 - *Lampreda padana* (Figura 11.6)

Morfologia ed ecologia.

Le lamprede appartengono ad un gruppo primitivo di vertebrati, gli Agnati, la cui bocca non è articolata, e che da un punto di vista rigorosamente scientifico non possono nemmeno essere considerati veri e propri pesci.

Nella lampreda padana la cavità orale è fornita di pochi denti labiali ottusi disposti in gruppi: 5 denti sulla piastra nella parte inferiore dell'apertura boccale, 2 denti sulla piastra laterale mediana. Le pinne dorsali sono contigue e la seconda è saldata con la caudale. La

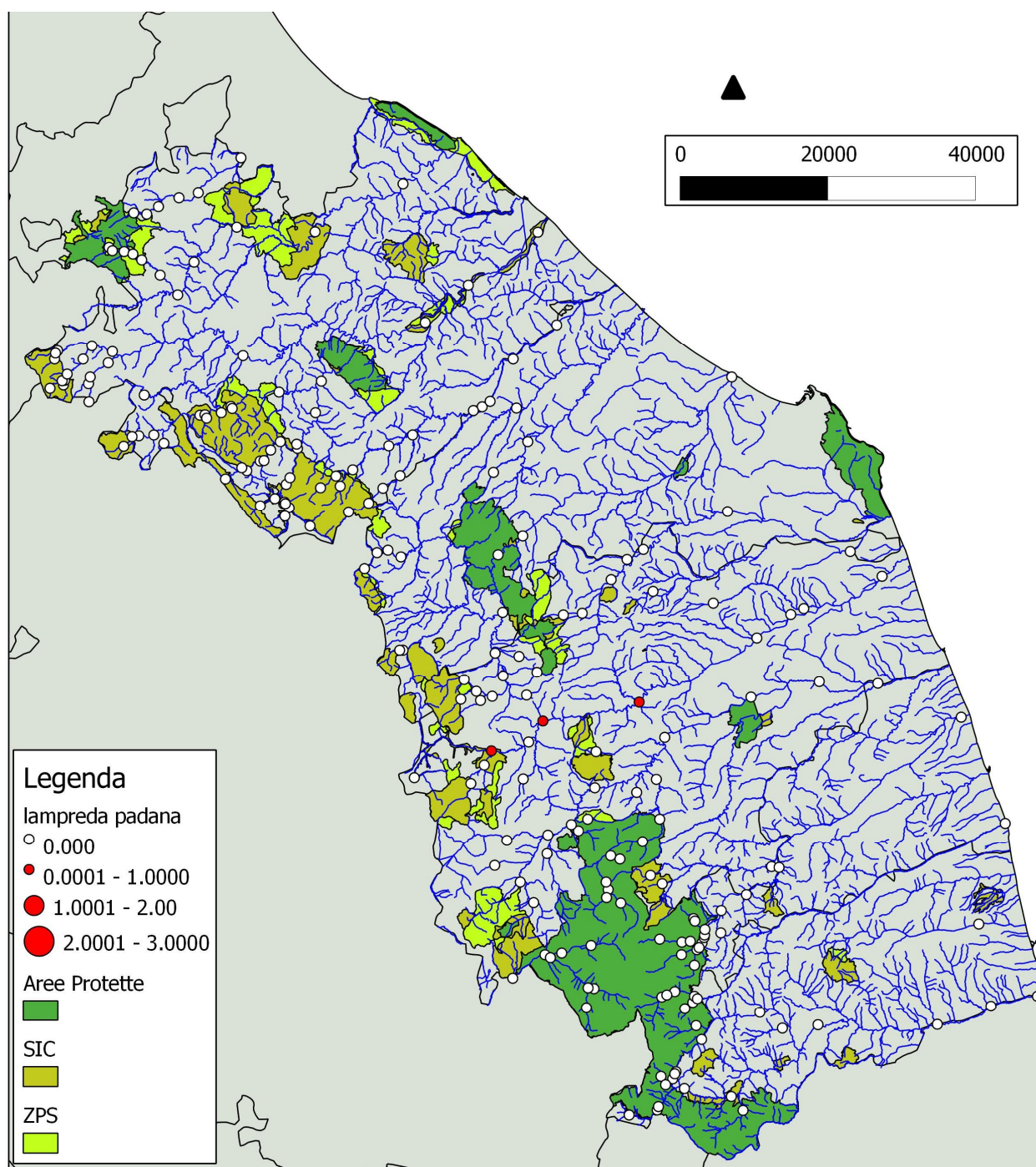


Figura 11.6 - Carta della distribuzione della lampreda padana.

lampreda padana, come la lampreda di ruscello, non si comporta come un parassita dei pesci e trascorre tutta la sua vita in acque dolci, non migrando mai verso il mare per svolgere la fase trofica del proprio ciclo biologico. Vive nei tratti medio - alti dei corsi d'acqua e nelle risorgive, dove si localizza di preferenza nei tratti con fondali limosi.

Rapporti con l'uomo e conservazione.

L'area di distribuzione di *Lampetra zanandreai* Vladykov, 1955 è limitata ai bacini fluviali del nord Adriatico: è presente in Svizzera meridionale, Italia settentrionale e in alcuni corsi d'acqua sloveni (Kottelat e Freyhof, 2007). La specie è diffusa in Italia nel distretto Padano - Veneto (Zerunian, 2004), soprattutto nella parte a Nord del fiume Po; una popolazione è stata rivenuta nel bacino del fiume Potenza (Bianco *et al.*, 1991b, 1995a) e quindi più a sud di quello che si riteneva l'areale della specie.

Di recente la posizione sistematica della specie è stata rivista, con il passaggio dal genere *Lethenteron* al genere *Lampetra*. La lampreda padana è una specie di interesse comunitario, in quanto citata nella Direttiva Habitat (allegato II: specie animali e vegetali d'interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione e allegato V: specie animali e vegetali d'interesse comunitario il cui prelievo in natura ed il cui sfruttamento potrebbe formare oggetto di misure di gestione). *La lampreda padana* viene anche elencata tra le specie protette dalla Convenzione di Berna (allegato III). La specie è inclusa nella Lista Rossa IUCN (2010) come specie a basso rischio (Least Concern).

Diffusione nelle Marche.

La lampreda padana si localizza nelle Marche esclusivamente in provincia di Macerata, in cui risulta presente in 3 stazioni di campionamento su 63 complessivamente monitorate (pari al 4,76% del totale) e soltanto nel bacino del fiume Potenza (3 stazioni su 13 monitorate, pari al 23,77%). Recenti ricerche, condotte per la Carta Ittica dell'Umbria (Lorenzoni, *dati non pubblicati*) hanno evidenziato la presenza di *Lampetra zanandreai* Vladykov, 1955, anche nel torrente Campodonico, un piccolo affluente del Potenza che scorre lungo il confine fra Umbria e Marche. Esiste per il passato una segnalazione della lampreda, fatta da Marcoaldi (1873) per l'Esino, ma di recente la specie non più stata osservata in tale corso d'acqua (Bianco, 1991a) (Figura 11.6).

La lampreda padana non sembra raggiungere mai nelle Marche densità particolarmente elevate: il massimo valore registrato è di 0,705 ind m⁻²; il valore medio calcolato per le 3 stazioni in cui la lampreda è stata catturata è comunque risultato pari a 0,439 ind m⁻² e, come tale, risulta per niente trascurabile (Figura 11.5).

La specie è quindi molto localizzata, ma nei siti in cui si rinviene presenta popolamenti mediamente abbondanti.

11.4.2 - Alborella (Figura 11.8)

Morfologia ed ecologia.

L'alborella *Alburnus alburnus alborella* (De Filippi, 1844) presenta una forma del corpo allungata e compressa lateralmente; la colorazione del dorso è verde con riflessi bluastrici; i fianchi

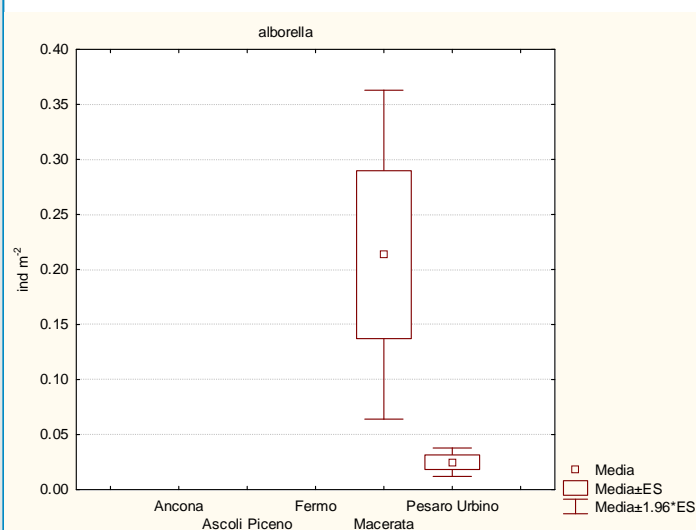


Figura 11.7 - Confronto fra le densità dell'alborella nel campione disaggregato per provincia.

sono argentei con una fascia grigia longitudinale più o meno distinta; il ventre è bianco. La bocca è rivolta verso l'alto; le squame sono sottili e facilmente separabili dall'epiderma. E' una specie di piccole e medie dimensioni, che può raggiungere i 15 cm di lunghezza.

L'alborella trascorre il periodo invernale in zone a discreta profondità, ma nelle altre stagioni preferisce le zone di riva, poco profonde e a bassa velocità di corrente. E' presente nei corsi d'acqua e bacini lacustri di piccole e grandi dimensioni di tutto il territorio italiano, nella maggior parte del quale, tuttavia, è stata introdotta.

Rapporti con l'uomo e conservazione.

L'alborella è un endemismo del distretto Padano - Veneto (Zerunian, 2004) ed il suo areale probabilmente non si spingeva originariamente a sud del fiume Reno (Bianco,

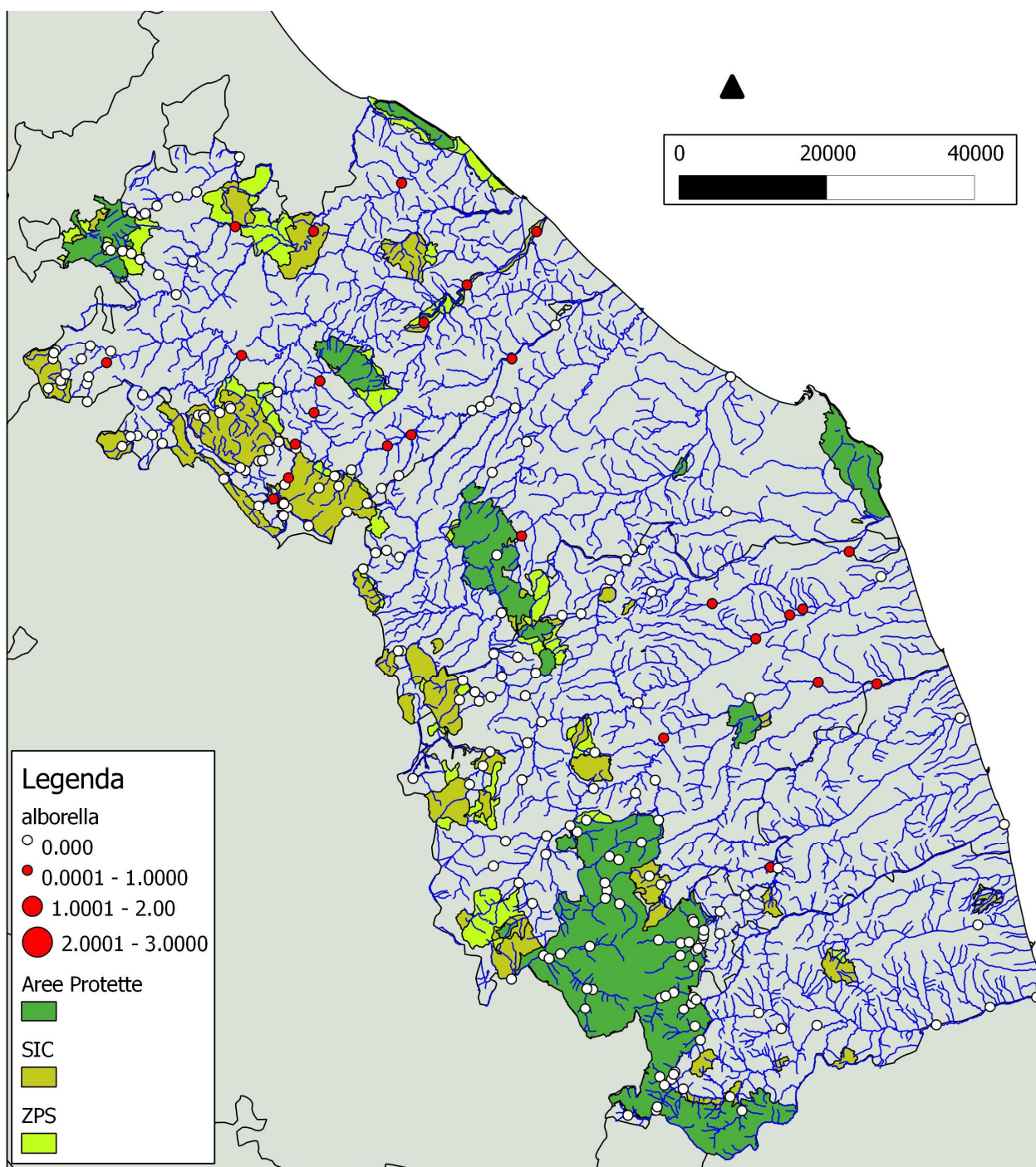


Figura 11.8 - Carta della distribuzione dell'alborella.

1993). In provincia di Pesaro e Urbino è di origine alloctona per Gabucci *et al.* (1990) e per De Paoli *et al.* (2007); nelle Marche si può ritenere una specie introdotta e ormai acclimatata (transfaunata o traslocata). La sua introduzione è da ricondursi alle attività collegate alla pesca sportiva: in molte località, infatti, l'alborella è arrivata molto probabilmente frammista a materiale da ripopolamento, ma il suo utilizzo come esca viva può contribuire facilmente alla sua diffusione (Ghetti *et al.*, 2007).

Di recente la posizione sistematica delle popolazioni italiane è stata rivista: per Kottelat e Freyhof (2007) non sarebbero attribuibili ad una sottospecie della forma nominale *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758), come di norma accettato dagli ittiologi italiani (Gandolfi *et al.*, 1991), ma piuttosto costituirebbero una specie valida, il cui binomio corretto è *Alburnus arborella* (Bonaparte, 1841).

La specie *Alburnus arborella* è considerata a basso rischio di estinzione (Least Concern) secondo i nuovi criteri proposti dall'IUCN (2010)

Diffusione nelle Marche.

L'alborella nelle Marche si localizza soprattutto nella parte più settentrionale della regione, dove colonizza preferenzialmente i tratti terminali dei corsi d'acqua (zona dei ciprinidi limnofili) e le acque stagnanti; è risultata infatti presente soltanto in provincia di Macerata, in cui è stata catturata in 9 stazioni di campionamento delle 63 complessivamente monitorate (pari al 14,29% del totale) ed in provincia di Pesaro e Urbino, dove raggiunge la propria massima diffusione (17 stazioni di campionamento su 74 totali, pari al 22,97%) (Figura 11.8).

La specie non raggiunge mai densità particolarmente elevate: il suo valore medio di abbondanza per le 26 stazioni in cui è presente è pari a 0,09 ind m⁻², mentre il picco massimo di densità è pari a 0,646 ind m⁻². In provincia di Macerata le densità medie risultano comunque nettamente più elevate (0,213 ind m⁻²) rispetto alla provincia di Pesaro e Urbino (0,025 ind m⁻²), con differenze che sono risultate altamente significative al *t*-test (*t* = 11,67; *p* = 0,002) (Figura 11.7).

L'areale dell'alborella si estende ai bacini imbriferi del Chienti (3 stazioni su 24), del Cesano (3 su 14), del Foglia (3 su 10), del Metauro (11 su 49), del Musone (1 su 7), del Potenza (4 su 13) e del Tenna (1 su 21).

11.4.3 - Anguilla (Figura 11.10)

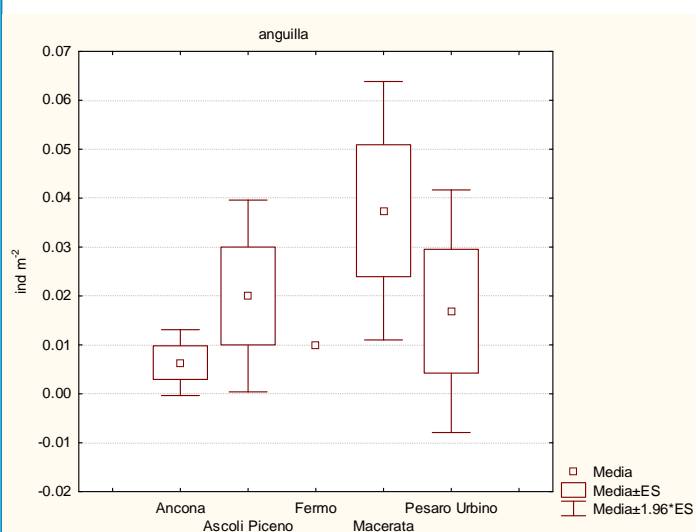


Figura 11.9 - Confronto fra le densità dell'anguilla nel campione disaggregato per provincia.

Morfologia ed ecologia.

Il corpo allungato è a sezione cilindrica anteriormente e compresso lateralmente nella regione della coda; la colorazione è scura sul dorso, grigia sul ventre. Le pinne dorsale, caudale e anale sono fuse in un'unica pinna, mancano le pinne ventrali. Ha le squame piccolissime e la cute scivolosa per l'abbondanza di muco. Può raggiungere i 150 cm di lunghezza.

L'anguilla è una specie a migrazione catadroma, si riproduce in mare e compie la fase di crescita nelle acque dolci interne; grazie alla sua ampia

Provincia	Assenza	Presenza	Stazioni totali	%
Ancona	11	8	19	42,11
Ascoli Piceno	22	2	24	8,33
Fermo	18	1	19	5,26
Macerata	51	12	63	19,05
Pesaro Urbino	66	8	74	10,81

Tabella 11.4 - Frequenze di reperimento dell'anguilla nelle province delle Marche.

valenza ecologica si adatta a qualunque ambiente d'acqua dolce e salata. L'anguilla colonizza ambienti acquatici diversi in funzione dei diversi stadi del ciclo vitale: si riproduce nell'Oceano Atlantico (Mar dei Sargassi) e trascorre la fase trofica nei laghi e nei corsi d'acqua continentali, dove può essere rinvenuta in tutte le zone

ittiche. Predilige comunque acque con abbondante vegetazione e fondale fangoso, in cui si

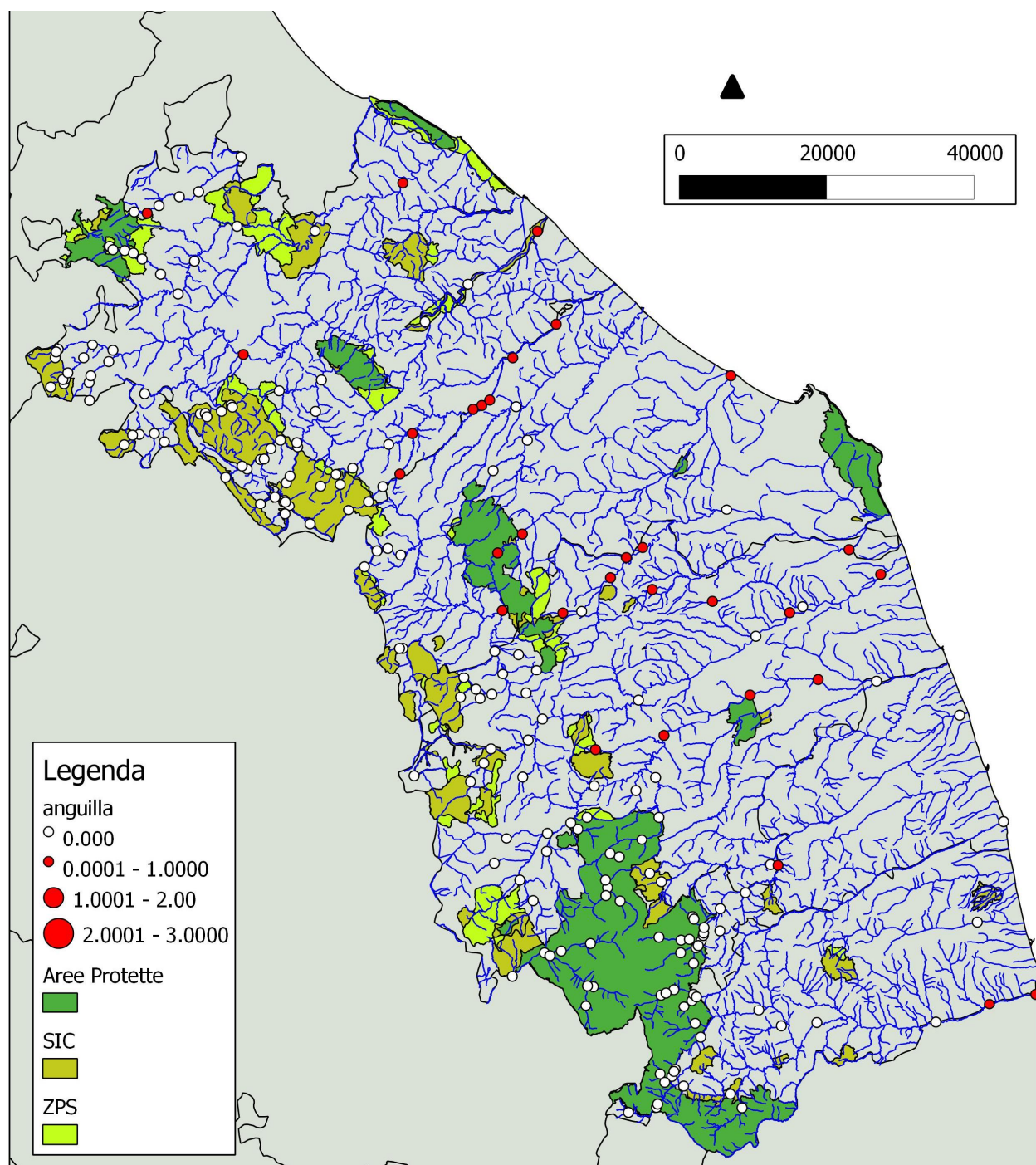


Figura 11.10 - Carta della distribuzione dell'anguilla.

Bacino	Assenza	Presenza	Stazioni totali	%
Aso	7	0	7	0,00
Cesano	7	7	14	50,00
Chienti	20	4	24	16,67
Conca	4	1	5	20,00
Esino	16	4	20	20,00
Foglia	9	1	10	10,00
Metauro	47	2	49	4,08
Misa	2	0	2	0,00
Musone	2	6	8	75,00
Potenza	10	3	13	23,08
Tenna	20	1	21	4,76
Tesino	1	0	1	0,00
Tevere	8	0	8	0,00
Tronto	15	2	17	11,76

Tabella 11.5 - Frequenze di reperimento dell'anguilla nei bacini imbriferi dei principali fiumi delle Marche.

principalmente di macroinvertebrati bentonici; gli
anche altri pesci.

Rapporti con l'uomo e conservazione.

La distribuzione di questa specie nelle Marche è in parte condizionata dalle immissioni che vengono periodicamente programmate; infatti le anguille riescono a risalire i corsi d'acqua dal mare soltanto parzialmente a causa dei numerosi sbarramenti che frammentano la continuità fluviale.

L'anguilla è una specie indicata come "parzialmente minacciata" nel "Libro Rosso della fauna e della flora in Italia" (Pavan 1992); per l'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN, 2011) deve essere considerata come minacciata in modo critico (Critically Endangered).

Diffusione nelle Marche.

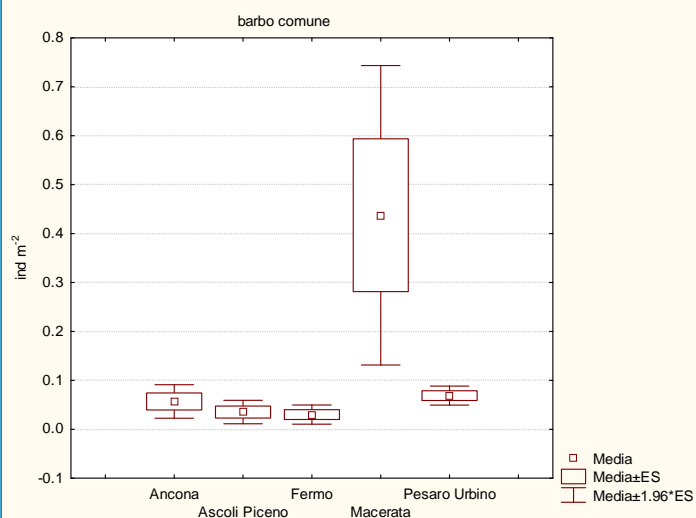


Figura 11.11 - Confronto fra le densità del barbo comune nel campione disaggregato per provincia.

infossa durante il giorno.

Oltre a tollerare le variazioni di salinità, sopporta anche basse concentrazioni di ossigeno disciolto. È in grado di sopravvivere fuori dall'acqua a lungo, grazie alla possibilità che possiede di avvalersi della respirazione cutanea. I riproduttori, che iniziano la migrazione dalle coste europee per raggiungere la località di riproduzione, compiono un tragitto lungo oltre 5.000 km e impiegano un periodo di circa 5 mesi. Durante il viaggio viene completato il processo di maturazione delle gonadi, mentre l'intestino si riduce e le anguille cessano di alimentarsi; a riproduzione avvenuta, gli adulti muoiono. L'anguilla va alla ricerca di cibo soprattutto di notte; si nutre soprattutto di taglia maggiore catturano

L'anguilla nelle Marche è presente nei corsi d'acqua di tutta la regione, ma risulta proporzionalmente più diffusa nella provincia di Ancona (8 stazioni su 19 monitorate, pari al 42,11%) ed in quella di Macerata (12 stazioni su 63 monitorate, pari al 19,05%); segue Pesaro e Urbino (8 stazioni su 74 monitorate, pari al 10,81%), quindi Ascoli Piceno (2 stazioni su 24 monitorate, pari al 8,33%) e Fermo (1 stazione su 19 monitorate, pari al 5,26%) (Tabella 11.4). La maggior parte delle presenze di questa specie si concentra soprattutto nei bacini imbriferi del Musone (6 stazioni su 8, pari al 75%) e del Cesano (7 stazioni

Provincia	Assenza	Presenza	Stazioni totali	%
Ancona	6	13	19	68,42
Ascoli Piceno	18	6	24	25,00
Fermo	16	3	19	15,79
Macerata	48	15	63	23,81
Pesaro Urbino	30	44	74	59,46

Tabella 11.6 - Frequenze di reperimento del barbo comune nelle province delle Marche.

su 14, pari al 50%) (Tabella 11.5).

La specie non raggiunge mai densità elevate, tanto da non avere mai oltrepassato il valore di 0,129 ind m⁻²; il valore medio di densità per le 31 stazioni in cui è risultata presente è pari a 0,022 ind m⁻². Nel territorio di Macerata le densità medie risultano leggermente più elevate (0,037 ind m⁻²) rispetto alle altre province, mentre il contrario

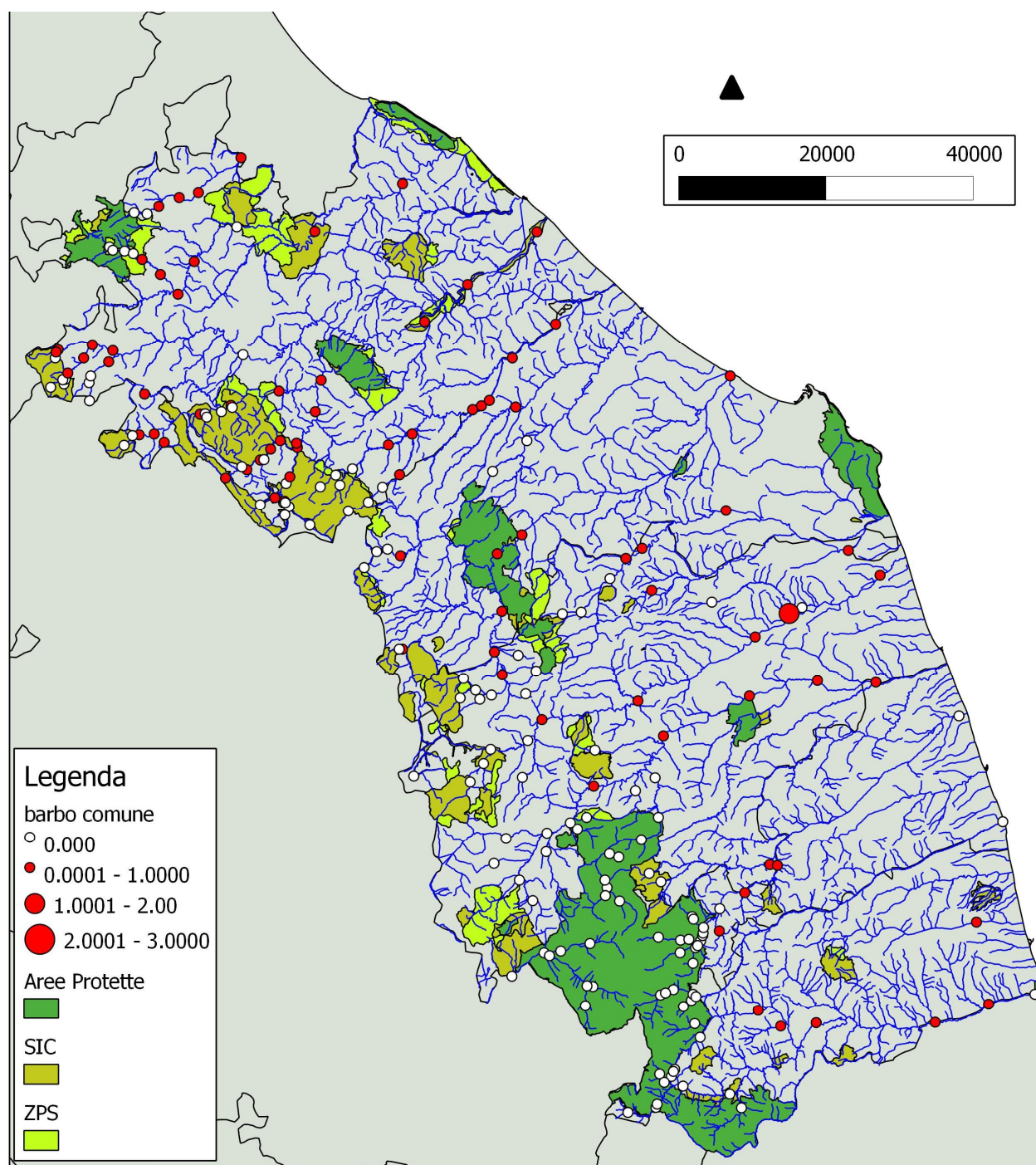


Figura 11.12 - Carta della distribuzione del barbo comune.

Bacino	Assenza	Presenza	Stazioni totali	%
Aso	7	0	7	0,00
Cesano	5	9	14	64,29
Chienti	19	5	24	20,83
Conca	1	4	5	80,00
Esino	12	8	20	40,00
Foglia	4	6	10	60,00
Metauro	20	29	49	59,18
Misa	2	0	2	0,00
Musone	3	5	8	62,50
Potenza	8	5	13	38,46
Tenna	17	4	21	19,05
Tesino	0	1	1	100,00
Tevere	8	0	8	0,00
Tronto	12	5	17	29,41

Tabella 11.7 - Frequenze di reperimento del barbo comune nei bacini imbriferi dei principali fiumi delle Marche.

sui fianchi il colore appare della stessa tonalità ma più giallo, mentre il ventre è pressoché bianco. La lunghezza massima raggiungibile dagli esemplari è di circa 60 cm, con un peso di circa 4 kg. Il barbo vive nel corso medio dei fiumi aventi acque limpide e corrente veloce (zona del barbo).

I giovani sono gregari e vivono in piccoli branchi, gli adulti sono per lo più solitari. Questa specie si nutre prevalentemente di invertebrati di fondo, occasionalmente anche di detrito, materiale vegetale e piccoli pesci. La riproduzione coincide con i mesi di maggio-giugno.

Rapporti con l'uomo e conservazione.

La specie è compresa negli allegati II e V della Direttiva Habitat, nell'allegato III della Convenzione di Berna ed è ritenuta "a più basso rischio" nel "Libro Rosso degli Animali d'Italia - Vertebrati" (Bulgarini *et al.*, 1998), secondo i criteri dell'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN, 2011) e per Smith e Darwall (2006).

Se si considera valida la distinzione fra barbo comune e barbo del Tevere, proposta da Bianco (1995b) e accettata da molti ittiologi (Kottelat e Freyhof, 2007), l'areale originario del barbo del Po) si estende in Italia alla maggior parte dei bacini imbriferi del distretto ittico - geografico Padano - Veneto, fino ad un limite meridionale non molto ben precisato (Bianco, 1993), ma che tuttavia è all'interno delle Marche. A sud di tale limite fino alla Puglia, il barbo comune è sostituito dal barbo del Tevere (*Barbus tyberinus* Bonaparte, 1839), una specie morfologicamente molto simile, diffusa anche nelle regione tirreniche (Kottelat e Freyhof, 2007). Alcune osservazioni hanno evidenziato comunque la presenza di popolazioni morfologicamente riconducibili al barbo del Tevere, nell'Esino e nel Burano (Lorenzoni, *dati non pubblicati*). Non tutti gli ittiologi, comunque, ritengono valida la separazione fra barbo del Tevere e barbo comune (Gandolfi *et al.*, 1991; Zerunian, 2004).

Diffusione nelle Marche.

Il barbo comune è una delle specie più diffuse fra tutte quelle rinvenute nel corso delle varie Carte Ittiche Provinciali: è infatti risultato presente in tutti i territori provinciali ed in tutti i bacini imbriferi indagati, ad eccezione dell'Aso, del Misa e del Tevere (Figura

avviene ad Ancona (0,006 ind m⁻²); le differenze fra i valori medi di sensibilità, comunque, non sono risultate statisticamente significative all'Anova (F = 0,99; p = 0,428) (Figura 11.9).

11.4.4 - Barbo comune o barbo del Po (Figura 11.12)

Morfologia ed ecologia.

Il barbo comune (*Barbus plebejus* Bonaparte, 1839) presenta un corpo fusiforme e slanciato; la bocca infera è provvista di due paia di vistosi barbigli, dei quali gli anteriori sono più piccoli. Il muso è molto lungo ed è pari a circa un quarto dell'intera lunghezza del corpo. La pinna dorsale è unica, le pinne pettorali e ventrali sono di dimensioni modeste. Il colore è verdastro più o meno scuro sul dorso,

11.12).

La sua diffusione sembra concentrarsi di più, sotto l'aspetto quantitativo, in provincia di Ancona (presente in 13 stazioni delle 19 monitorate, con una percentuale pari al 68,42% del totale) ed in quella di Pesaro e Urbino (44 stazioni su 74 monitorate, pari al 59,46%); minori sono le frequenze nel territorio di Ascoli Piceno (6 stazioni su 24 monitorate, pari al 25,00%), in quello di Macerata (15 stazioni su 63 monitorate, pari al 23,81%) e Fermo (3 stazioni su 19 monitorate, pari al 15,79%) (Tabella 11.6).

Le frequenze più elevate delle presenze di questa specie si localizzano soprattutto nel bacino imbrifero del Tesino (1 stazioni su 1, pari al 100%), del Conca (7 stazioni su 14, pari al 80,00%), del Cesano (9 stazioni su 14, pari al 64,30%), del Musone (5 stazioni su 8, pari al 62,50%), del Foglia (6 stazioni su 60,00%, pari al 100%) e del Metauro (29 stazioni su 49, pari al 59,18%) (Tabella 11.7).

Le massime densità sono state rilevate in una stazione del fiume Potenza (MC08POTE07) e sono risultate pari a 2,464 ind m⁻²; nelle 81 stazioni di campionamento in cui la specie è presente la densità media registrata è pari a 0,131 ind m⁻². I valori medi di densità del campione disaggregato per provincia sono risultati più elevati a Macerata (0,605 ind m⁻²) con differenze altamente significative al test statistico (Anova) (F = 6,16; p = 0,001) (Figura 11.11).

11.4.5 - *Barbo canino* (Figura 11.14)

Morfologia ed ecologia.

Il barbo canino è morfologicamente molto simile alle altre specie italiane del genere *Barbus*, dalle quali si differenzia soprattutto per possedere su tutto il corpo numerosi punti e macchie scure; il primo raggio della pinna dorsale risulta meno ossificato e molto poco dentellato rispetto alle specie consimili. La somiglianza è maggiore con il barbo del Tevere, con il quale condivide molti particolari della livrea; in genere questo barbo ha dimensioni più contenute rispetto alle altre specie presenti in Italia e raramente supera i 25 cm, anche se talvolta si osservano alcuni esemplari di dimensioni maggiori.

Il barbo canino vive di solito più a monte rispetto al barbo comune, preferendo le acque veloci e fresche dei piccoli corsi d'acqua collinari. Si riproduce nei mesi di maggio e giugno.

Rapporti con l'uomo e conservazione.

Barbus caninus Bonaparte, 1839 è una specie autoctona ed endemica del distretto Padano - Veneto, ma è stata introdotta anche in alcuni fiumi dell'Italia centrale (Bianco, 1993 e 1995b; Zerunian, 2004). La sua distribuzione originaria presenta alcune incertezze soprattutto nel limite meridionale: secondo Bianco (1995a, 1995b) la distribuzione del barbo canino nei corsi d'acqua sfocianti nel mare Adriatico avrebbe il suo attuale limite sud nel fiume Marecchia. Di recente la specie è stata individuata anche più a sud nelle Marche (Duchi e Perna, 2010).

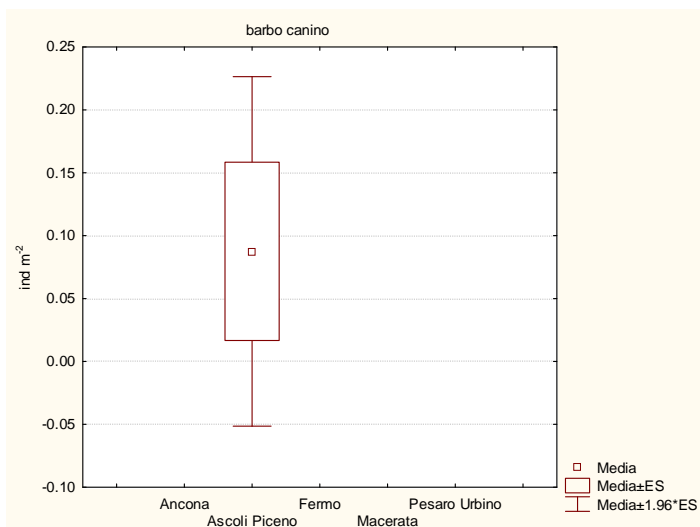


Figura 11.13 - Confronto fra le densità del barbo canino nel campione disaggregato per provincia.

Il barbo canino appartiene al gruppo del barbo meridionale (*Barbus meridionalis* Risso, 1827) che comprende alcune specie affini diffuse in Europa meridionale (Kottelat e Freyhof, 2007), un tempo confuse fra loro; secondo alcuni autori il barbo canino può ancora esserne considerato una sottospecie (Zerunian, 2004).

Il barbo canino è compreso negli allegati II e V della Direttiva Habitat, nell'allegato III della Convenzione di Berna; è ritenuto "a rischio di estinzione (Endangered) secondo i criteri IUCN (2010) e per Smith e Darwall (2006). L'alterazione degli habitat, la costruzione di dighe, briglie, traverse ed altre opere che interrompono la continuità fluviale, la riduzione delle portate e l'introduzione dell'esotico *Barbus barbus* rappresentano le maggiori minacce per la sopravvivenza delle popolazioni della specie (IUCN, 2011).

Diffusione nelle Marche.

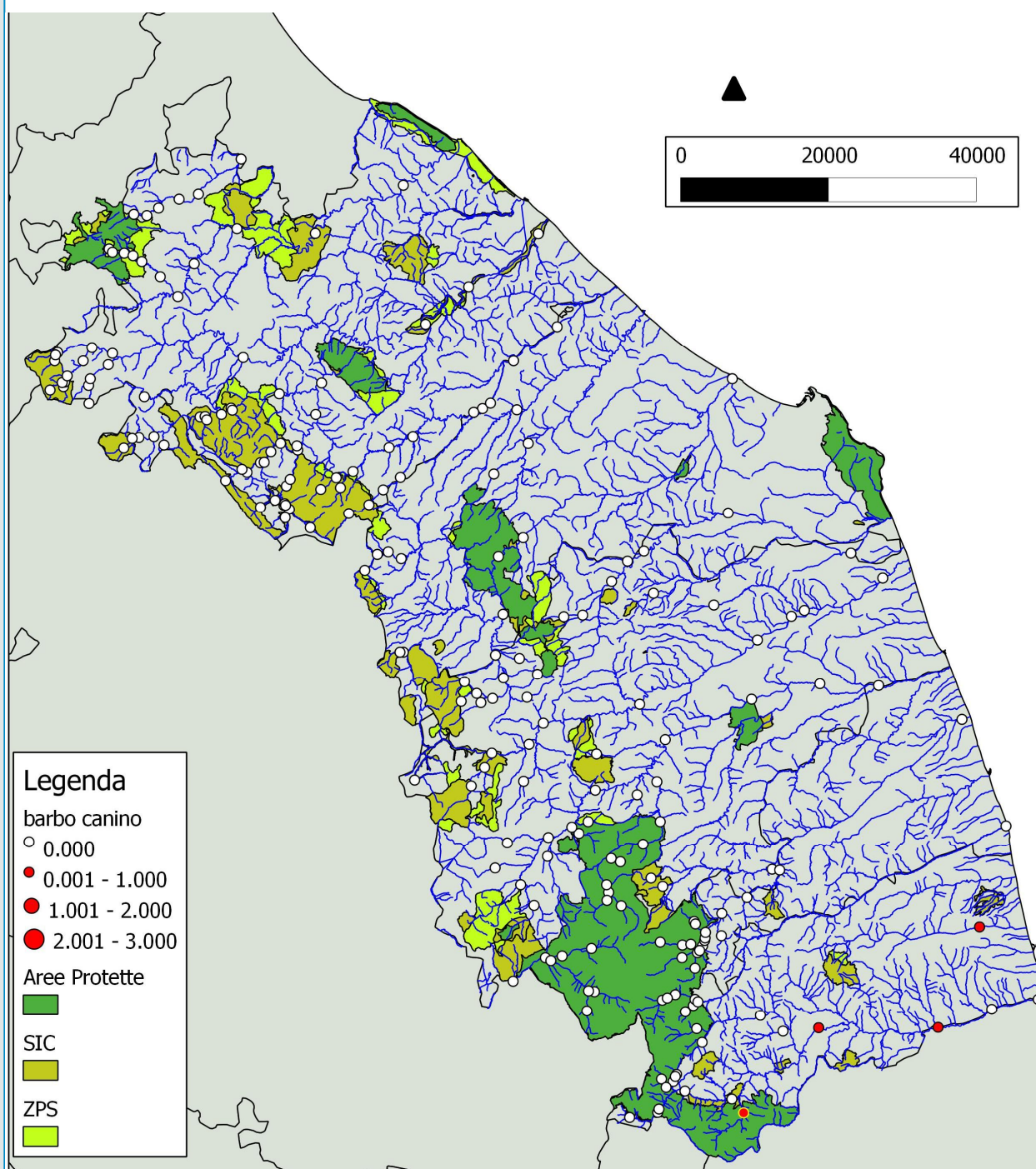


Figura 11.14 - Carta della distribuzione del barbo canino.

La specie è stata segnalata più volte da alcuni autori delle Carte Ittiche Provinciali (De Paoli *et al.*, 2007; Melotti *et al.*, 2009): alcune di tali indicazioni, ed in particolare quelle localizzate nella parte più meridionale delle Marche, andrebbero tuttavia confermate da specifiche indagini, anche genetiche.

Dai dati delle Carte Ittiche Provinciali emerge come la diffusione del barbo canino si concentri esclusivamente in provincia di Ascoli Piceno (presente in 4 stazioni delle 24 monitorate, con una percentuale pari al 16,67% del totale) ed in particolare nel bacino del Tronto (3 stazioni su 17 = 17,65%) e del Tesino (1 stazione su 1 = 100,00%) (Figura 11.14).

Le densità rilevate sono risultate sempre molto basse ed il loro valore medio nelle 4 stazioni in cui la specie è stata rinvenuta è risultato pari a 0,088 ind m⁻² (Figura 11.13).

11.4.6 - Barbo europeo (Figura 11.16)

Morfologia ed ecologia.

Il barbo europeo o barbo del Danubio ha un corpo cilindrico che termina con una lieve compressione della zona caudale. La testa è appuntita, la bocca, posta inferiormente, è munita di due paia di barbigli, le scaglie sono piccole e cicloidi, la linea laterale è pressoché orizzontale, il dorso è spesso bruno-verdastro, i fianchi sono sfumati dal verde al giallo dorato, il ventre è bianco. Le pinne sono grigio-verdastre, con una tonalità rossastra che aumenta verso il margine esterno. Recenti studi hanno consentito di individuare i caratteri morfologici che permettono di distinguerlo dai barbi autoctoni dell'Italia centrale: la forma della pinna dorsale più arcuata nel barbo europeo, il numero, la disposizione e la dimensione dei dentelli presenti sull'ultimo raggio semplice della pinna dorsale (più grossi e robusti nel barbo europeo) e alcune caratteristiche della livrea (melanofori addensati nella parte anteriore delle squame dei fianchi, pinne più arrossate, muso più allungato nel barbo europeo) sono i caratteri che meglio permettono di distinguerlo dal barbo comune (Lorenzoni *et al.*, 2010a).

Il barbo europeo è una specie gregaria che predilige le acque profonde, limpide, ben ossigenate, con decorso veloce, tipiche del tratto medio dei fiumi (zona del barbo) caratterizzati da fondali ghiaiosi; rispetto al barbo comune tuttavia, predilige i corsi d'acqua di maggiori dimensioni e si rinviene di solito anche nella zona dei ciprinidi limnofili, quali la carpa e la tinca (Carosi *et al.*, 2006).

Rapporti con l'uomo e conservazione.

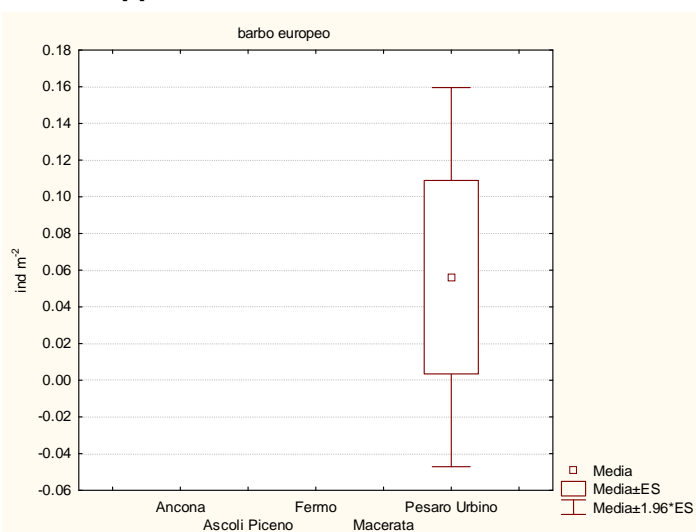


Figura 11.15 - Confronto fra le densità del barbo europeo nel campione disaggregato per provincia.

In Italia il barbo europeo *Barbus barbus* (Linnaeus, 1758) è una specie alloctona, il suo areale di distribuzione originario comprende parte della Francia, dell'Inghilterra e dell'Europa orientale. È stato molto probabilmente introdotto con i ripopolamenti e la sua presenza, quindi, è da attribuire alle pratiche connesse con la pesca sportiva.

È molto probabile che le popolazioni di barbo autoctone siano danneggiate dalla presenza del barbo europeo; le caratteristiche ecologiche delle specie sono molto simili e ciò rende molto

probabile un'interazione di tipo competitivo (Carosi *et al.*, 2006). Il barbo del Danubio risulta avvantaggiato nei confronti del barbo comune, perché risulta più tollerante ed in grado di vivere anche in condizioni ambientali parzialmente compromesse, raggiunge dimensioni nettamente più elevate ed ha una capacità di accrescimento notevolmente più rapida (Lorenzoni *et al.*, 2010a). Un altro fenomeno che contribuisce a danneggiare le popolazioni autoctone deriva dalla facilità con cui le specie appartenenti al genere *Barbus* si ibridano tra loro, con la conseguente introgressione genetica (Philippart e Berrebi, 1990; Betti, 1993).

Per i motivi sopra esposti, il barbo europeo, pur essendo annoverato nell'Allegato V della Direttiva Habitat, non può considerarsi una specie meritevole di tutela nelle Marche.

Diffusione nelle Marche.

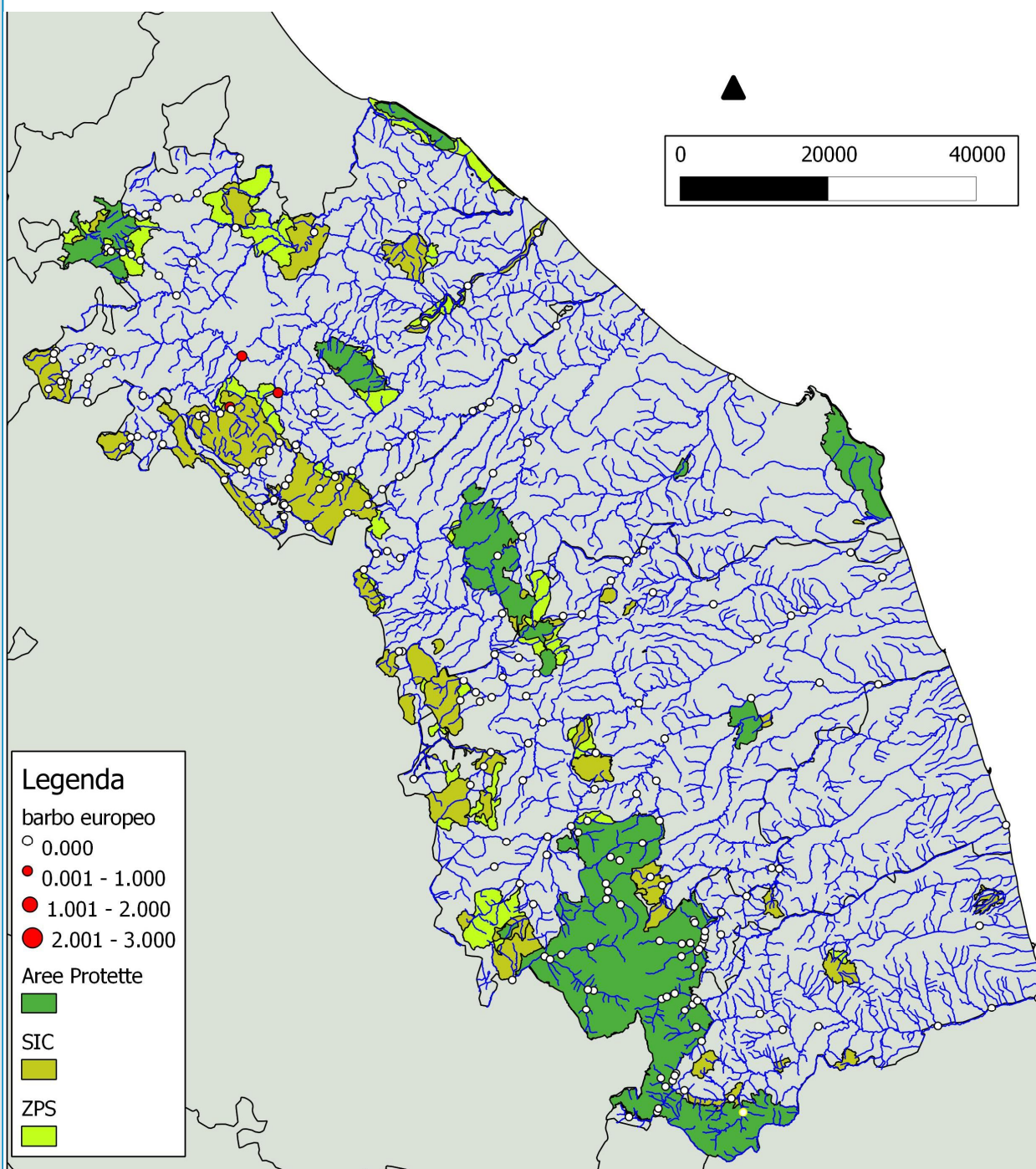


Figura 11.16 - Carta della distribuzione del barbo europeo.

Il barbo del Danubio ha ancora una distribuzione molto localizzata, che per ora si concentra esclusivamente in provincia di Pesaro e Urbino (presente in 3 stazioni delle 74 monitorate, con una percentuale di presenza pari al 4,05% del totale). Per quanto riguarda i diversi corsi d'acqua, la specie è stata rinvenuta soltanto nel bacino del Metauro in 3 stazioni sulle 49 complessivamente campionate (6,12%) (Figura 11.18). Tali stazioni di campionamento sono molto prossime fra loro e ciò potrebbe facilitare un eventuale tentativo di eradicazione della specie; il controllo di una specie invasiva è sempre più agevole quanto più l'introduzione è recente e le popolazioni sono ancora presenti a basse densità in un'area poco estesa (Zavaleta *et al.*, 2001).

Le densità rilevate sono risultate sempre molto basse e la media per le 3 stazioni in cui la specie è stata rinvenuta è risultata pari a 0,056 ind m⁻²; i valori sono compresi fra un minimo di 0,056 ed un massimo di 0,162 ind m⁻².

11.4.7 - *Carassio dorato* (Figura 11.18)

Morfologia ed ecologia.

Il corpo si sviluppa in altezza, con peduncolo caudale corto e spesso. La testa, di forma triangolare, si presenta con il muso largo, tozzo e robusto. La bocca è terminale e leggermente inclinata verso l'alto. La colorazione nelle popolazioni selvatiche può assumere varie tonalità: dal grigio-verde fino al giallo-dorato, ma più tipicamente è bruno-verdastra sul dorso, giallo-bronzea sui fianchi, più chiara sul ventre. Nelle varietà allevate e selezionate dall'uomo può assumere le forme e colorazioni più varie: da nero a pezzato, da bianco a rosso acceso (pesce rosso). Il corpo è ricoperto da scaglie di notevoli dimensioni. La pinna dorsale ha profilo leggermente concavo, con base lunga; la pinna caudale è biloba con margini leggermente incavati, mentre la pinna anale è di piccole dimensioni ed ha base corta. È un pesce di taglia media: può misurare fino a 40 cm, con un peso di 1 kg.

Le modalità riproduttive della specie sono particolari (Lorenzoni *et al.*, 2007a, 2010b). Le popolazioni sono composte quasi esclusivamente da femmine che in gran parte si riproducono per ginogenesi (le uova non vengono fecondate dallo spermatozoo) ed in parte per normale fecondazione incrociata (anfignonia). Nella riproduzione di tipo ginogenetico lo sviluppo dell'uovo può essere attivato anche dallo sperma di maschi di altre specie (tinche, carpe, scardole, ecc...).

Rapporti con l'uomo e conservazione.

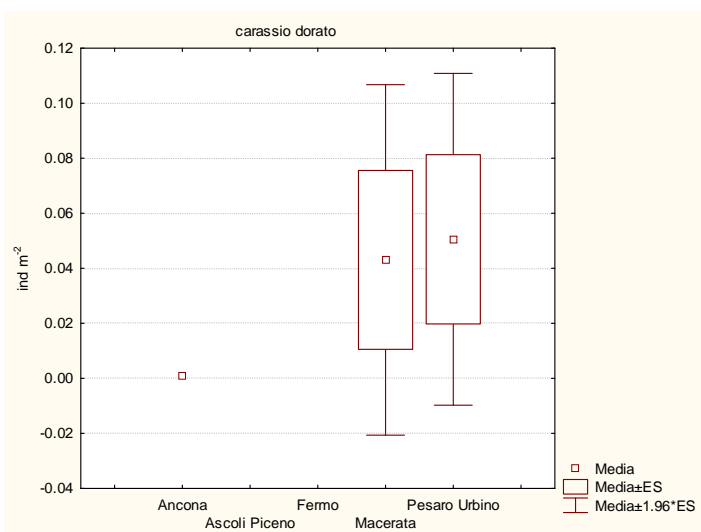


Figura 11.17 - Confronto fra le densità del *carassio dorato* nel campione disaggregato per provincia.

Il *carassio dorato* vive nelle acque dolci stagnanti e nei tratti fluviali a corrente debole e fondali fangosi e ricchi di vegetazione. È una specie molto resistente e riesce a tollerare anche concentrazioni di ossigeno molto basse ed acque molto inquinate; è inoltre in grado di sopportare elevate escursioni termiche. Il *carassio dorato* è quindi molto adattabile ed è in grado di moltiplicarsi rapidamente, nei corsi d'acqua in cui viene introdotto si diffonde spontaneamente utilizzando le connessioni della rete idrografica. La sua intensa attività di ricerca di cibo sul fondo può causare elevati

livelli di torbidità nelle acque e modificare il flusso di nutrienti a livello ecosistemico, per questo è considerata una specie invasiva e come tale non si ritiene necessaria nelle Marche l'adozione di nessuna misura di conservazione.

Nelle Marche è stata anche segnalata la presenza del carassio comune *Carassius carassius* (Linneus, 1758) (Gabucci *et al.*, 1990), ma tale specie è sicuramente molto meno frequente in Italia del carassio dorato *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758), con le forme ferali del quale può essere facilmente confuso (Kottelat e Freyhof, 2007). Una più recente impostazione sistematica tende, comunque, ad attribuire a *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) la quasi totalità delle popolazioni europee del genere *Carassius*, in passato in parte attribuite al carassio comune ed in parte al carassio dorato (Kottelat e Freyhof, 2007).

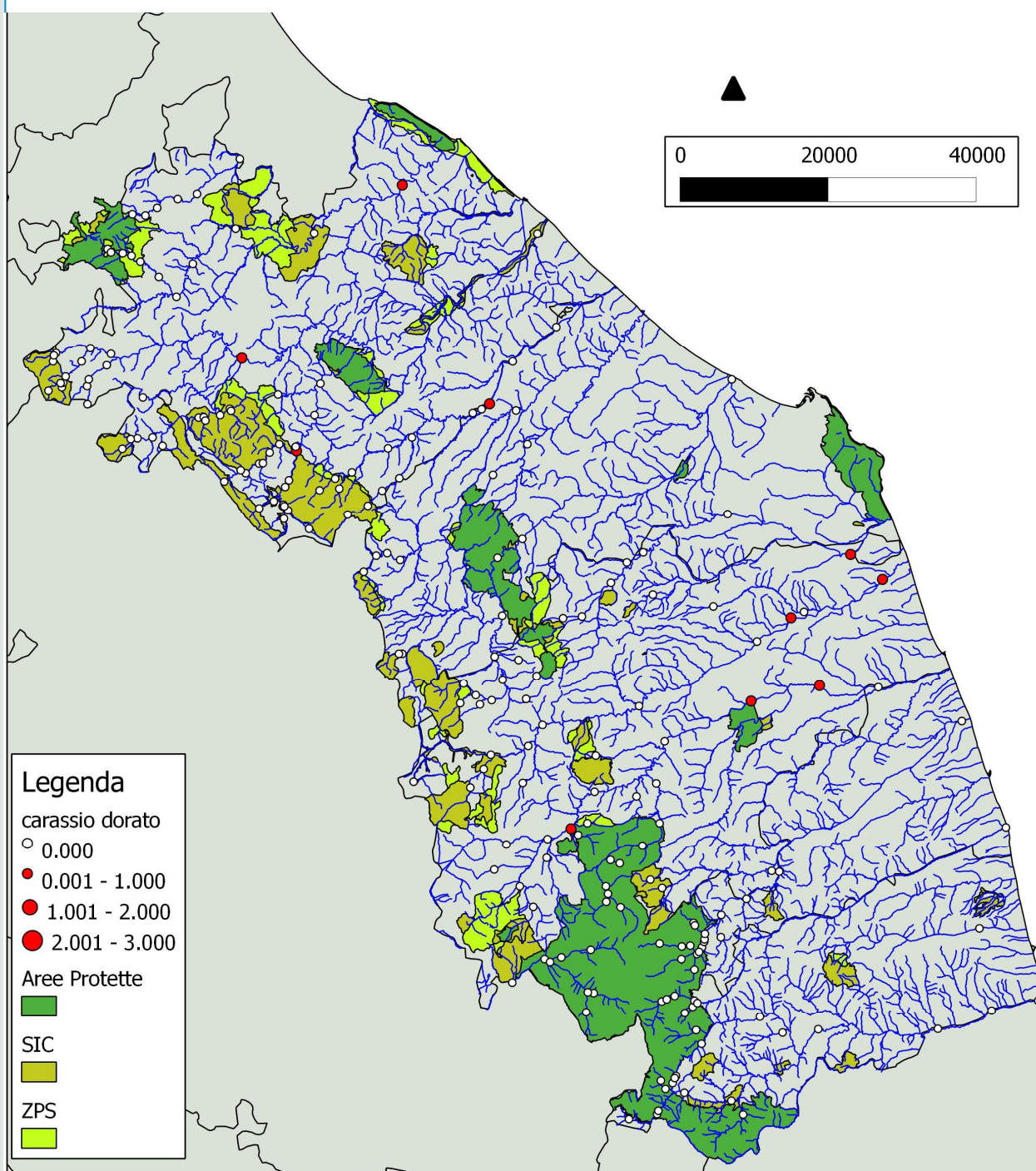


Figura 11.18 - Carta della distribuzione del carassio dorato.

Diffusione nelle Marche.

La distribuzione attuale del carassio dorato comprende un territorio piuttosto ampio che si estende soprattutto alla parte più settentrionale della regione: è infatti risultato presente nelle province di Macerata, di Pesaro e Urbino e, in misura minore, anche di Ancona; al contrario, risulta del tutto assente nei territori di Ascoli Piceno e Fermo. Tale specie è stata catturata in 6 stazioni di campionamento della provincia di Macerata (pari al 9,52% del totale), in 5 di quella di Pesaro e Urbino (6,76% dei casi) ed in una sola stazione di Ancona (5,26%). Per quanto riguarda i diversi bacini imbriferi, la specie è stata rinvenuta nel Cesano (1 stazione su 14 = 7,14%), nel Chienti (3 su 24 = 12,50%), nel Foglia (1 su 10 = 10,00%), nel Metauro (4 su 49 = 8,16%), sul Musone (1 su 8 = 12,50%) e sul Potenza (2 su 13 = 15,38%) (Figura 11.18).

Le densità rilevate sono risultate sempre basse ed il loro valore medio per le 12 stazioni in cui la specie è stata rinvenuta è risultato pari a 0,043 ind m⁻². Nelle province di Macerata e di Pesaro-Urbino (Figura 11.17) si osservano valori di abbondanza di tale specie leggermente più elevati rispetto al valore dell'unica stazione di campionamento in cui la specie è presente in provincia di Ancona; le differenze osservate, tuttavia, non sono risultate significative al test statistico dell'Anova (F = 0,182; p = 0,836).

Il carassio dorato è una specie tipicamente limnofila ed è molto probabile che le sue abbondanze siano più elevate nelle acque stagnanti della regione Marche; per conoscere la reale distribuzione della specie è anche importante poter indagare le comunità ittiche degli invasi artificiali.

11.4.8 - Carpa (Figura 11.20)

Morfologia ed ecologia.

Il corpo è molto robusto, allungato nelle popolazioni selvatiche, con una evidente gibbosità dorsale e ricoperto da scaglie cicloidi robuste e di grandi dimensioni. La testa è conica con bocca protrattile, piccola, in posizione terminale e rivolta verso il basso, le labbra sono carnose e munite di quattro barbigli. Il dorso è bruno oliva, i fianchi sono dorati o bronzoi, mentre il ventre è giallastro. Le pinne sono verdastre o grigio verdastre con sfumature rosso-arancione. Si conoscono varietà diverse: quella più frequente è la forma selvatica o "carpa regina", con forma allungata e scaglie che rivestono completamente il corpo. Meno comuni sono la "carpa cuoio", più tozza e priva totalmente di scaglie, e la "carpa a specchi", dotata di poche e grandi squame, situate soprattutto alla base della

pinna dorsale e lungo la linea laterale. La carpa raggiungere dimensioni considerevoli, con una lunghezza di 80 cm ed un peso che supera i 20 kg.

La riproduzione avviene tra maggio e giugno, quando la temperatura dell'acqua raggiunge i 18-20°C.

Rapporti con l'uomo e conservazione.

La carpa si localizza nel tratto inferiore dei fiumi, nei laghi e negli stagni, dove vive tra la vegetazione in stretta vicinanza con fondali di tipo melmoso. È una specie che più raramente è rinvenibile anche negli ambienti salmastri, quali le lagune, in quanto

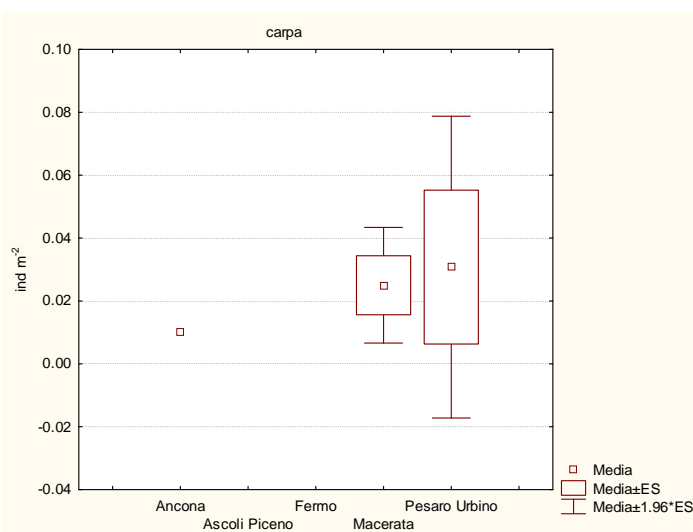


Figura 11.19 - Confronto fra le densità della carpa nel campione disaggregato per provincia.

tollera anche una discreta salinità (Zerunian, 2004).

La specie è originaria dell'Europa orientale e dell'Asia. In Europa sarebbe indigena solamente nel bacino del Danubio e nelle aree circostanti il Mar Nero, mentre nell'Europa occidentale e meridionale la carpa è stata introdotta, probabilmente, dai romani tra il 10 e il 100 d.C. Sebbene negli ultimi decenni il suo consumo ad uso alimentare sia notevolmente diminuito, la carpa resta una tra le specie più importanti per la piscicoltura d'acqua dolce. Soprattutto tra il XIV e XVI secolo, grazie alla qualità delle sue carni, fu oggetto di intenso allevamento in tutta l'Europa centrale.

Negli Stati Uniti è stata immessa alla fine del 1800 e, al pari di quanto si è verificato in Brasile e Sudafrica, la sua presenza ha avuto conseguenze negative nei confronti delle specie indigene più pregiate con le quali si è trovata a competere. La carpa è ricercata dai

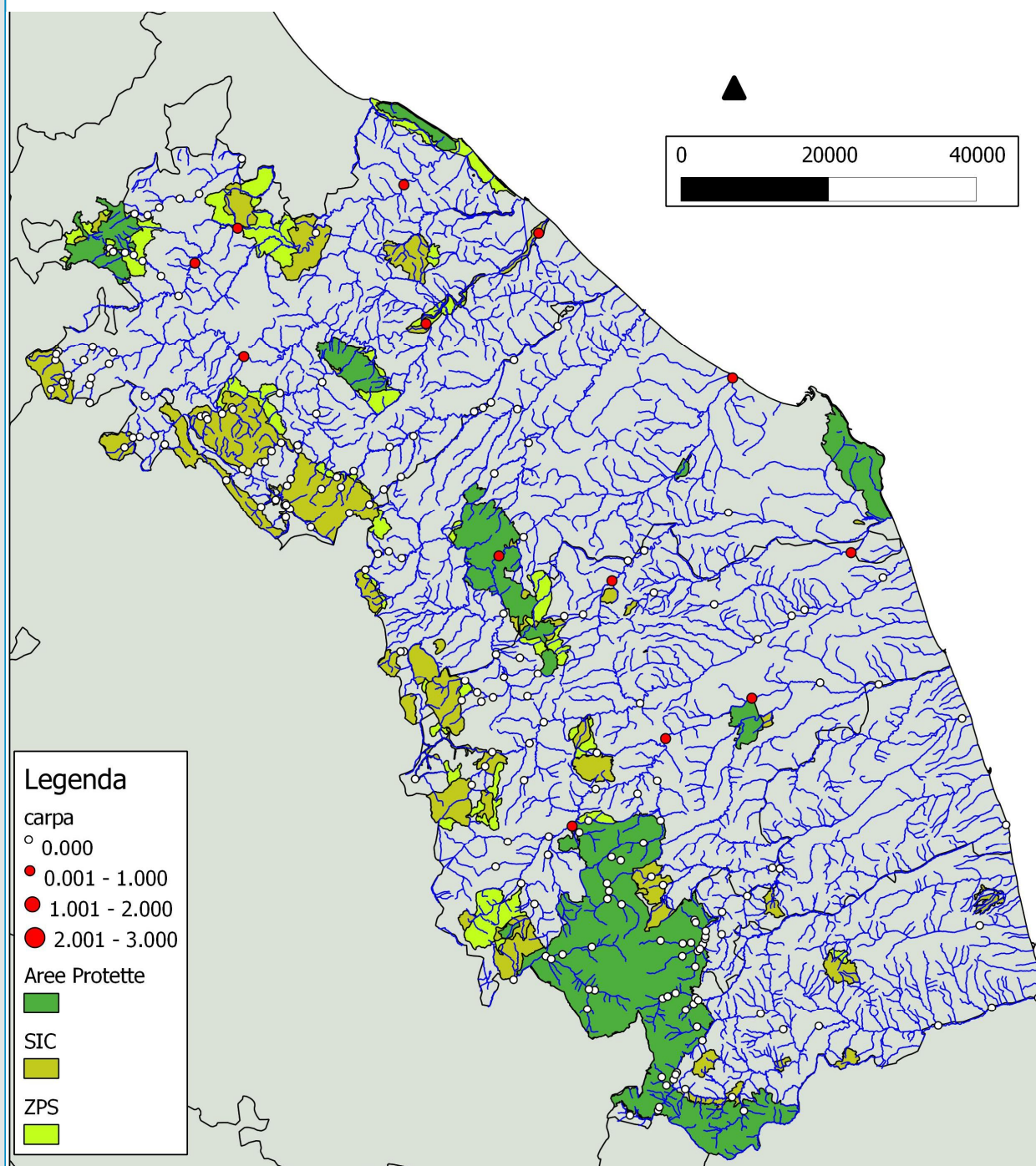


Figura 11.20 - Carta della distribuzione della carpa.

pescatori sportivi per le sue notevoli dimensioni e per la resistenza che oppone alla cattura.

Le conoscenze attuali non sembrano essere sufficienti per definire lo stato di conservazione della specie, che ricade nella categoria "vulnerabile", secondo i criteri dell'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN, 2011): le popolazioni native dei bacini che sfociano nel Mare Nero, Caspio e d'Aral sono in costante declino a causa della regimazione dei fiumi e dell'ibridazione con gli stock domestici.

La carpa è tuttavia ampiamente diffusa ed alloctona per l'Italia; non si ritiene pertanto necessaria l'adozione nelle Marche di misure particolari di protezione.

Diffusione nelle Marche.

La distribuzione attuale della carpa comprende un territorio piuttosto ampio che si sovrappone abbastanza fedelmente a quello visto in precedenza per il carassio dorato (Figura 11.20). Tale specie è stata catturata in 5 stazioni di campionamento della provincia di Macerata (pari al 7,94% del totale), in 7 di quella di Pesaro e Urbino (9,46% dei casi) ed in una sola stazione di Ancona (5,26%).

Per quanto riguarda i diversi bacini imbriferi, la specie è stata rinvenuta nel Chienti (3 stazioni su 24 = 12,50%), nell'Esino (1 su 20 = 5,00%), nel Foglia (3 su 10 = 30,00%), nel Metauro (4 su 49 = 8,16%) e sul Musone (2 su 8 = 25,00%).

Le densità rilevate sono risultate sempre basse ed il loro valore medio per le 13 stazioni in cui la specie è stata rinvenuta è risultato pari a 0,027 ind m⁻², con valori compresi nell'intervallo 0,001 - 0,177 ind m⁻². Nelle province di Macerata e di Pesaro-Urbino (Figura 11.19) si osservano valori di abbondanza di tale specie leggermente più elevati rispetto al valore dell'unica stazione della provincia di Ancona; le differenze osservate, tuttavia, non sono risultate significative al test statistico dell'Anova (F = 0,076; p = 0,927).

11.4.9 - Cavedano (Figura 11.22)

Morfologia ed ecologia.

Il corpo è moderatamente slanciato ed è ricoperto di scaglie cicloidi di discrete dimensioni che presentano il margine finemente punteggiato: per questo motivo i fianchi, che sono di colore argenteo, appaiono dotati di una sorta di reticolo regolare. La bocca è grande e terminale; i denti faringei sono disposti in due serie. Il peritoneo è argenteo:

questa è una caratteristica importante per distinguere i giovani cavedani dai vaironi, i quali presentano un peritoneo quasi nero. La livrea del cavedano è grigio-verdastra sul dorso e bianca sul ventre; le pinne sono grigie, ma possono raramente assumere delle sfumature di colore rosa. È un pesce di media taglia: può raggiungere una lunghezza massima di 60 cm ed un peso di 4 kg.

Rapporti con l'uomo e conservazione.

L'ampia valenza ecologica rende il cavedano adatto a colonizzare ambienti diversi e può quindi vivere sia nelle acque correnti sia in quelle stagnanti. La sua presenza nei fiumi

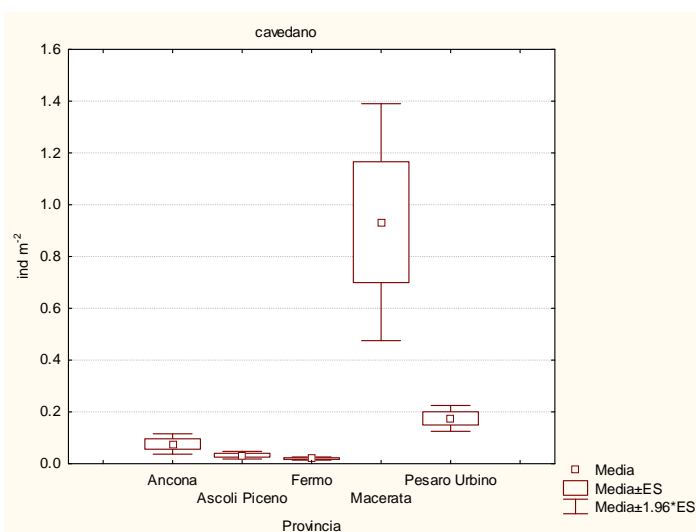


Figura 11.21 - Confronto fra le densità del cavedano nel campione disaggregato per provincia.

Provincia	Assenza	Presenza	Stazioni totali	%
Ancona	5	14	19	73,68
Ascoli Piceno	17	7	24	29,17
Fermo	14	5	19	26,32
Macerata	48	15	63	23,81
Pesaro Urbino	32	42	74	56,76

Tabella 11.8 - Frequenze di reperimento del cavedano nelle province delle Marche.

interessa tutto il corso dalla zona del barbo a valle fino al tratto terminale. La specie si riproduce nel mese di maggio, le femmine depongono le uova sul fondale e la loro schiusa avviene nel giro di una settimana. Data la coincidenza del periodo riproduttivo con quello degli altri ciprinidi, frequentemente, si possono osservare degli ibridi tra il cavedano e altre specie, come alborella e lasca.

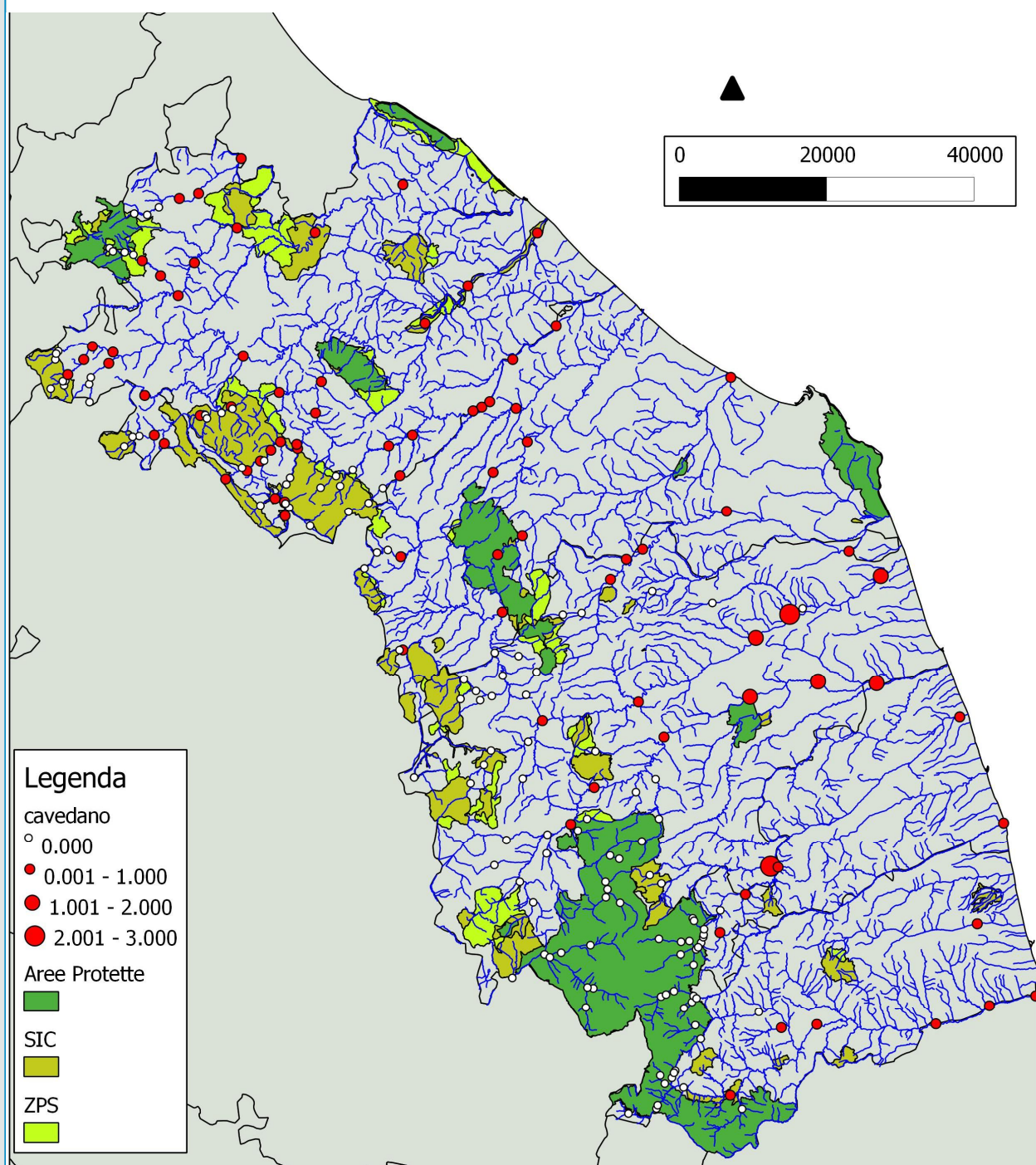


Figura 11.22 - Carta della distribuzione del cavedano.

Bacino	Assenza	Presenza	Stazioni totali	%
Aso	6	1	7	14,29
Cesano	5	9	14	64,29
Chienti	18	6	24	25,00
Conca	2	3	5	60,00
Esino	14	6	20	30,00
Foglia	3	7	10	70,00
Metauro	22	27	49	55,10
Misa	0	2	2	100,00
Musone	3	5	8	62,50
Potenza	8	5	13	38,46
Tenna	16	5	21	23,81
Tesino	0	1	1	100,00
Tevere	8	0	8	0,00
Tronto	11	6	17	35,29

Tabella 11.9 - Frequenze di reperimento del cavedano nei bacini imbriferi dei principali fiumi delle Marche.

Recentemente il genere *Leuciscus* è stato smembrato e alcune specie, tra le quali il cavedano, spostate nel genere *Squalius* (Kottelat e Freyhof 2007), la sistematica del quale non è ancora del tutto chiarita; i cavedani dell'Europa meridionale sembrerebbero possedere caratteristiche differenziali rispetto a quelli centro-europei e per le popolazioni italiane ne è stata recentemente proposta la separazione in una specie a sé stante, denominata *Squalius squalus* (Bonaparte, 1837).

Il cavedano è una specie sicuramente indigena per le Marche, ma l'elevata tolleranza ai cambiamenti ambientali e la sua notevole diffusione, fanno sì che il cavedano non possa essere considerato in pericolo, nonostante sia

una specie di particolare interesse per la pesca sportiva. Secondo i criteri IUCN (2010) il cavedano è una specie a basso rischio di estinzione (Least Concern). Non è inserita negli elenchi della Direttiva "Habitat".

Diffusione nelle Marche.

Il cavedano è una delle specie maggiormente diffuse nelle Marche, essendo risultato presente in tutte le province ed in quasi tutti i principali bacini imbriferi (Figura 11.22).

La provincia di Ancona è quella in cui il cavedano raggiunge le frequenze più elevate, essendo stato censito in 14 stazioni su 19, con una percentuale pari al 73,68% del totale; segue Pesaro e Urbino con un numero di casi positivi di 42 su 74, pari al 56,76% (Tabella 11.8). Nelle rimanenti 3 province le frequenze raggiungono valori molto simili: Ascoli Piceno con il 29,17% dei siti indagati (7 su 24), Fermo con il 26,32% (5 su 19) ed infine Macerata con il 23,815 (15 su 63).

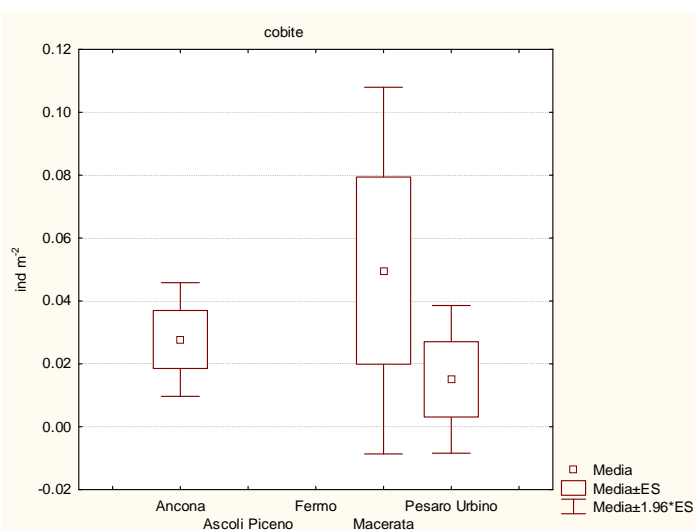


Figura 11.23 - Confronto fra le densità del cobite nel campione disaggregato per provincia.

Per quanto riguarda i singoli fiumi, il cavedano è risultato presente in tutti i bacini imbriferi principali, ad eccezione del Tevere, con percentuali che variano dal 100% del Tesino (presenza in una stazione su una indagata) e del Misa (2 su 2) al 14,00% dell'Aso (presenza in una stazione su 7 indagate) (Tabella 11.9).

Le densità rilevate sono risultate talvolta molto elevate (valore massimo pari a 2,872 ind m⁻²), con un valore medio per le 83 stazioni in cui la specie è stata rinvenuta pari a 0,274 ind m⁻². A Macerata le densità medie risultano particolarmente elevate (0,933 ind m⁻²) e nettamente superiori

a quelle di tutte le altre province, nelle quali oscillano fra il valore medio di 0,002 ind m⁻² di Fermo e quello di 0,175 0,002 ind m⁻² di Pesaro e Urbino (Figura 11.21). Le differenze osservate sono risultate altamente significative al test statistico dell'Anova (F = 12,662; p = 0,001).

11.4.10 - Cobite (Figura 11.24)

Morfologia ed ecologia.

Il cobite ha un corpo allungato che presenta altezza uniforme per quasi tutta la sua lunghezza. Le scaglie sono di ridotte dimensioni e coperte da abbondante strato di muco. Il capo non è molto grande, la bocca è rivolta verso il basso e porta tre barbigli per lato, di cui quelli del terzo paio più sviluppati. Al di sotto dell'occhio è presente una piccola spina

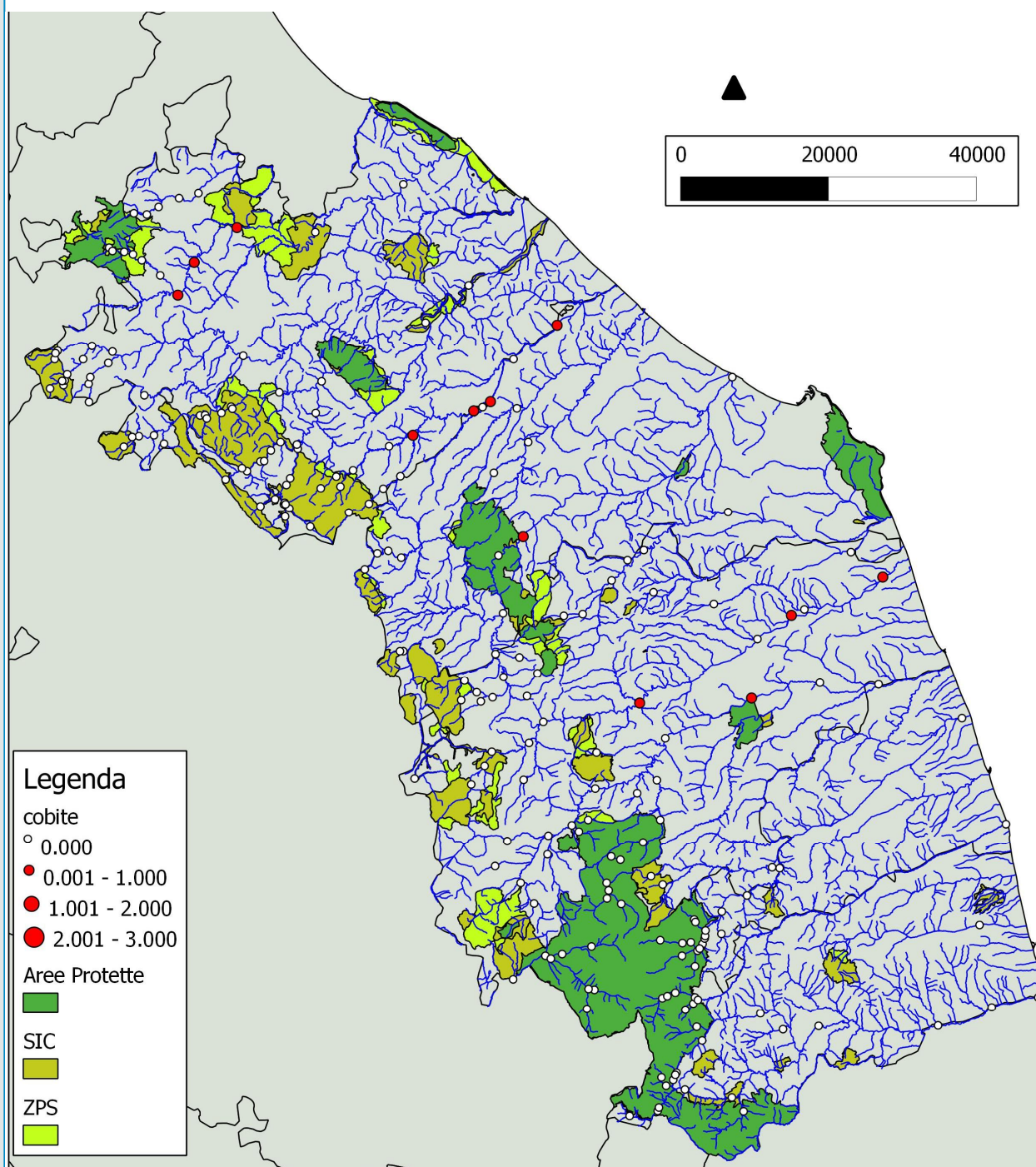


Figura 11.24 - Carta della distribuzione del cobite.

bifida, alloggiata in una fessura. La pinna dorsale è molto arretrata. Il dorso e i fianchi sono bruno-chiari, mentre il ventre è bianco-giallastro. Lungo i fianchi, organizzate in senso longitudinale, decorrono una serie di macchie più scure che continuano anche sul muso. È una specie di piccola taglia, la lunghezza massima raggiungibile è di circa 12 cm; le femmine hanno generalmente dimensioni maggiori dei maschi.

Rapporti con l'uomo e conservazione.

Il cobite è una specie bentonica comune nelle zone pianeggianti e collinari dei corsi d'acqua; predilige le acque limpide e poco profonde con fondale soprattutto melmoso. Sul fondo ricava anche il cibo, costituito principalmente da larve d'insetti, piccoli invertebrati e vegetali. Il cobite può vivere anche in ambienti poveri di ossigeno, grazie alla possibilità di effettuare una respirazione intestinale. Il periodo riproduttivo si estende da maggio a luglio.

Per lungo tempo si è fatto riferimento anche in Italia al cobite utilizzando il nome scientifico *Cobitis taenia* Linnaeus, 1758 (Tortonese, 1970; Gandolfi *et al.*, 1991), mentre oggi si preferisce il binomio *Cobitis bilineata* Canestrini, 1865. Questo perché è opinione ormai diffusa che le popolazioni italiane siano da ritenersi separate da un punto di vista sistematico da quelle transalpine (Bohlen, 1998; Bohlen e Rab, 2001; Kottelat e Freyhof, 2007).

Cobitis taenia è inserita nell'Allegato II della Direttiva Habitat; è annoverata nell'Allegato III della Convenzione di Berna ed è ritenuta a basso rischio di estinzione (Least Concern) sia secondo i criteri IUCN (2010) sia secondo il "Libro Rosso degli Animali d'Italia - Vertebrati" (Bulgarini *et al.*, 1998). *Cobitis bilineata* è endemica del Bacino del Mediterraneo, la specie è indicata nella categoria "a più basso rischio" in "The Status and Distribution of Freshwater Fish Endemic to the Mediterranean Basin" (Smith e Darwall, 2006) ed è ritenuta a basso rischio di estinzione (Least Concern) anche dall'Unione per la Conservazione della Natura (IUCN, 2011).

La specie è endemica in Italia ed il suo areale originario si estende a tutte le regioni settentrionali e centrali, fino alla Campania sul versante tirrenico e le Marche in quello adriatico (Zerunian, 2004). Anche per Bianco è autoctona nelle Marche (1991a e 1993), ma solo fino al fiume Chienti: a sud è stata probabilmente immessa dall'uomo. Moretti (1948) segnala il cobite nell'Esino, mentre in precedenza la specie non è citata né da Marcoaldi (1873), né da Paolucci (1916).

Diffusione nelle Marche.

Il cobite è una specie poco diffusa nelle Marche, essendo limitata alle sole province di Pesaro e Urbino, Macerata e Ancona, dove sembra localizzarsi prevalentemente nei tratti di fondovalle dei principali corsi d'acqua (Figura 11.24).

La provincia di Ancona è quella in cui il cobite raggiunge le frequenze più elevate: è stato censito in 4 stazioni su 19, con una percentuale pari al 21,05% del totale; segue Pesaro e Urbino con 5 siti su 74 (pari al 6,76%), quindi Macerata con 4 siti su 63 (6,35%).

Per quanto riguarda i singoli bacini imbriferi, la specie è presente con percentuali che variano fra il 2,04% del Metauro (rinvenuta in una stazione su 49 indagate) al 30,00% del Foglia (presenza in 3 stazioni su 10 indagate); il cobite è anche presente nel bacino del Chienti (4,71%), dell'Esino (5,00%), del Potenza (23,08%) e del Cesano (28,57%).

Le densità rilevate sono risultate sempre molto scarse e mai superiori a 0,14 ind m⁻², con un valore medio per le 12 stazioni in cui la specie è stata rinvenuta pari a 0,031 ind m⁻². A Macerata le densità medie risultano superiori alle altre province (0,050 ind m⁻²), nelle quali sono pari a 0,015 ind m⁻² e a 0,028 ind m⁻² rispettivamente per Pesaro e Urbino ed Ancona (Figura 11.23). Le differenze osservate non sono risultate tuttavia

statisticamente significative all'Anova ($F = 0,824$; $p = 0,469$).

11.4.11 - *Gambusia* (Figura 11.25)

Morfologia ed ecologia.

La gambusia è un pesce di piccole dimensioni che presenta una bocca abbastanza minuta e rivolta verso l'alto, con la mandibola prominente; l'occhio è relativamente grande. La pinna dorsale è inserita nella metà posteriore del corpo, quella caudale presenta il margine arrotondato. Il colore del dorso è bruno-verdastro o verde-oliva con riflessi violacei e diviene gradualmente più chiaro sui fianchi e sul ventre; le pinne caudale e dorsale presentano una fine punteggiatura nerastra. In questa specie esiste un evidente dimorfismo sessuale: le femmine sono più grandi, presentano l'addome marcatamente

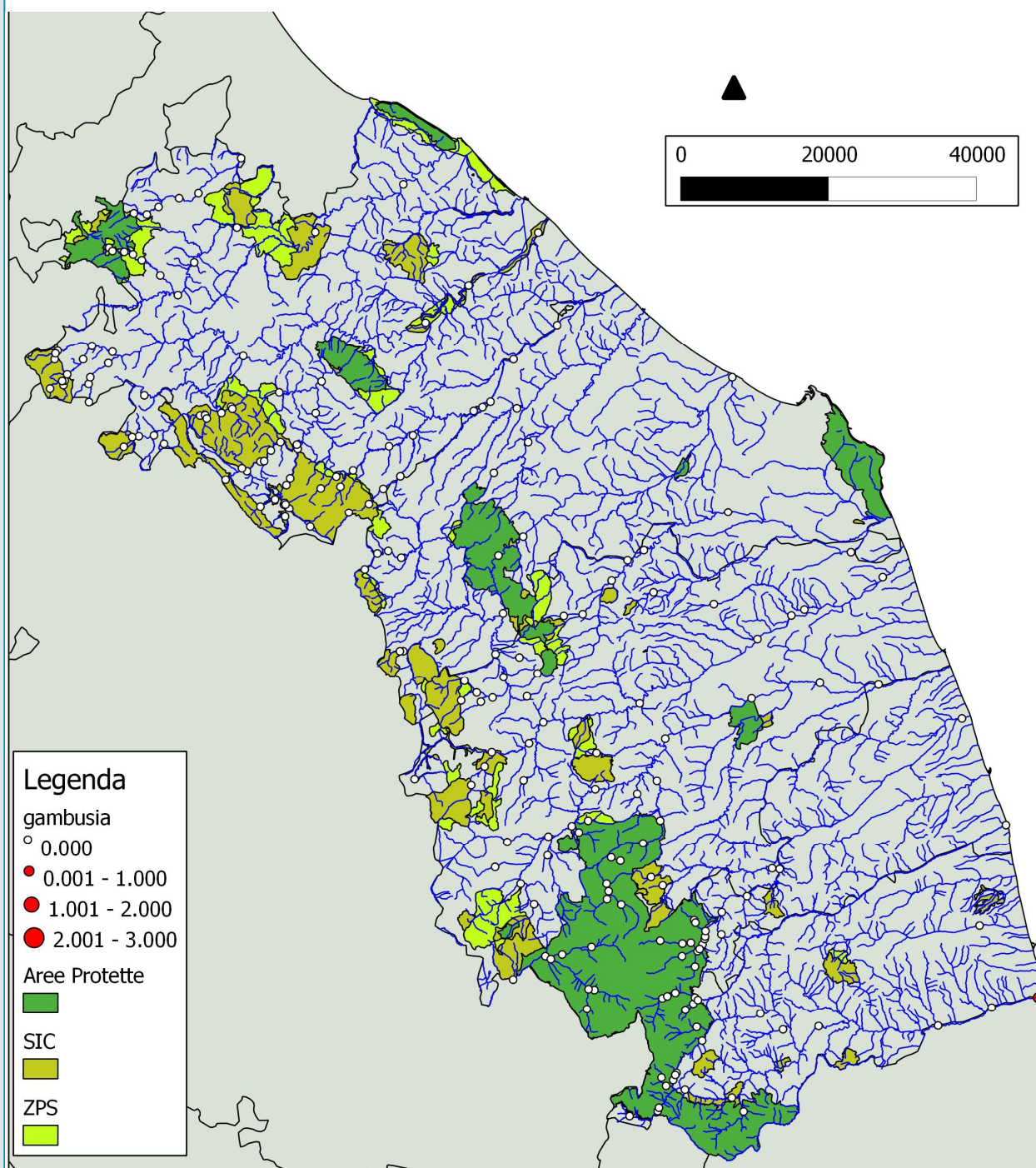


Figura 11.25 - Carta della distribuzione della gambusia.

tondeggiante ed il peduncolo caudale molto alto; i maschi hanno un corpo più esile e presentano i primi raggi della pinna anale fusi a formare una sorta di tubo (gonopodio), per mezzo del quale fecondano le uova direttamente nel corpo della femmina, che sono ovovivipare. La stagione riproduttiva si estende da maggio a settembre, durante questo periodo le femmine liberano una volta al mese da 5 a 40 piccoli già formati. Alla nascita gli esemplari sono lunghi circa 6 mm ed appaiono già completamente sviluppati ed indipendenti. Le femmine di gambusia raramente superano i 5 cm di lunghezza; i maschi sono leggermente più piccoli e, raggiunta la maturità sessuale, smettono di crescere: solo eccezionalmente superano la lunghezza di 3 cm.

La gambusia predilige le acque calde, stagnanti, ed è stata introdotta nei canali irrigui, nei laghi e negli stagni; è inoltre presente negli ambienti lagunari costieri con acque a salinità moderata. La gambusia sopporta molto bene la carenza di ossigeno e le temperature elevate, tanto da poter vivere anche in acque termali con temperature di 40° C. Si ciba di piccoli crostacei, zooplancton, uova di pesci e larve acquatiche di insetti, soprattutto ditteri.

Rapporti con l'uomo e conservazione.

La gambusia, originaria degli Stati Uniti orientali, è stata introdotta nel 1922 nell'Agro Pontino come mezzo di lotta biologica contro la zanzara anofele, responsabile della trasmissione all'uomo della malaria. La specie vive e si riproduce con facilità anche in acquario e per questo motivo è stata ampiamente importata in molti paesi.

Quando raggiunge densità eccessive, la gambusia può determinare alterazioni dell'equilibrio ecologico, danneggiando le specie ittiche autoctone preesistenti: può, infatti, causarne la riduzione per predazione delle uova - soprattutto nei confronti dello spinarello - o per competizione alimentare, come accade con gli avannotti di carpa.

La presenza della gambusia viene anche considerata una delle cause della rarefazione del nono *Aphanius fasciatus* (Valenciennes, 1821) una specie indigena legata agli ambienti di transizione, come le acque salmastre ed i laghi retrodunali, che nel passato era forse presente anche nelle Marche (Bianco, 1993; Poggiani, 2009).

La gambusia è esotica per le Marche e come tale non si ritiene necessaria l'adozione di nessuna misura di conservazione.

Diffusione nelle Marche.

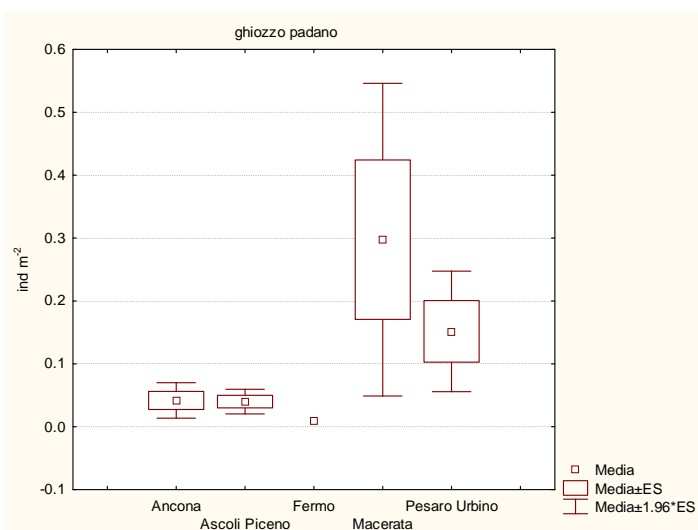


Figura 11.26 - Confronto fra le densità del ghiozzo padano nel campione disaggregato per provincia.

La gambusia è poco diffusa nelle Marche, essendo stata catturata solo in una stazione di campionamento del fiume Tronto, in provincia di Ascoli Piceno (Figura 11.25), dove risulta presente con una densità di 0,01 ind m⁻². La specie è segnalata da Bianco per i laghetti di Portonovo (1993 e 1995a) e nel Foglia (1993).

11.4.12 - Ghiozzo padano (Figura 11.27)

Morfologia ed ecologia.

Il ghiozzo padano presenta una testa di notevoli dimensioni, la sua bocca è terminale e munita di piccoli denti, gli

occhi sono sporgenti e spostati verso il dorso, le pinne ventrali sono unite a formare una sorta di ventosa. Il dorso è bruno rossastro, il ventre è bianco-giallastro. Molto simile al ghiozzo padano è il ghiozzo di ruscello *Padogobius nigricans* (Canestrini, 1867) che si distingue a livello macroscopico con difficoltà, cosa che ne complica la determinazione sul campo. Caratteri differenziali che distinguono il ghiozzo di ruscello sono: la presenza di un numero maggiore di raggi nella seconda pinna dorsale, la disposizione irregolare delle macchie nere sui fianchi e sul dorso (nel padano spesso si dispongono formando delle strie verticali) e la presenza, più evidente durante il periodo riproduttivo, di una macchia arancione nella pinna dorsale (blu-verdastra nel padano).

Più sicura è la distinzione fra le due specie, se effettuata a livello microscopico: il ghiozzo di ruscello si caratterizza per l'assenza dei canali mucosi sul capo, evidenti nel

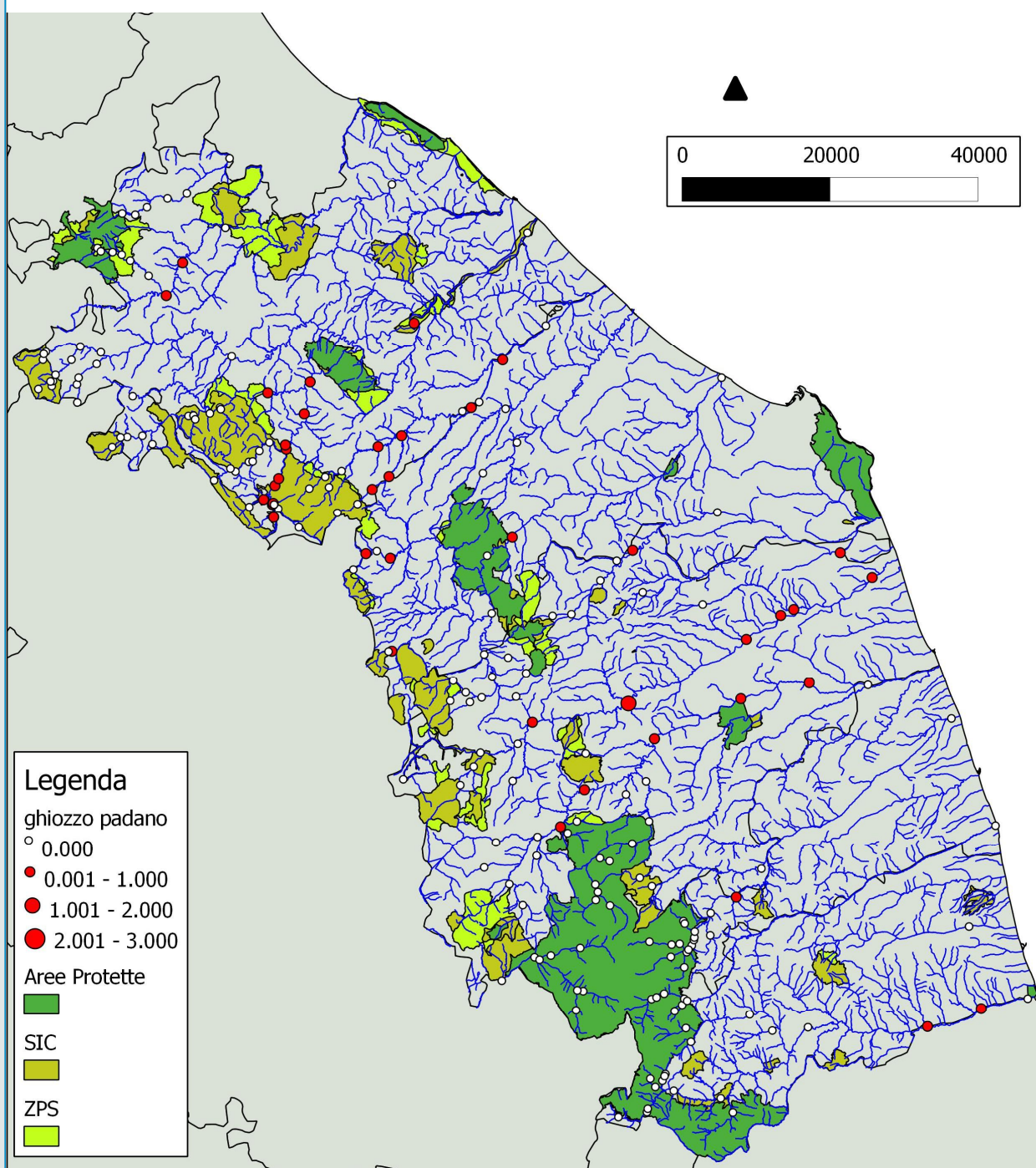


Figura 11.27 - Carta della distribuzione del ghiozzo padano.

Provincia	Assenza	Presenza	Stazioni totali	%
Ancona	15	4	19	21,05
Ascoli Piceno	22	2	24	8,33
Fermo	17	2	19	10,53
Macerata	50	13	63	20,63
Pesaro Urbino	52	22	74	29,73

Tabella 11.10 - Frequenze di reperimento del ghiozzo padano nelle provincie delle Marche.

Il ghiozzo padano (Gandolfi *et al.*, 1991).
 Il ghiozzo padano è un pesce di taglia piccola, i maschi, che sono un po' più grandi delle femmine, raggiungono gli 11-12 cm di lunghezza.

Il ghiozzo è un pesce con abitudini bentoniche che colonizza preferenzialmente i

Rapporti con l'uomo e conservazione.

Il ghiozzo padano ed il ghiozzo di ruscello sono due specie endemiche in Italia, con areali che originariamente non si sovrapponevano fra loro: la prima è diffusa nel distretto Padano - Veneto, la seconda rappresenta un elemento caratteristico della fauna ittica del distretto zoogeografico Tosco - Laziale (Bianco, 1993). Per il ghiozzo padano le Marche rappresentano l'estremità meridionale dell'areale originario, il cui limite sud è tuttavia abbastanza imprecisato (Gandolfi *et al.*, 1991, Bianco, 1993). La specie è quindi, sicuramente autoctona per la regione, ma la sua distribuzione è stata molto probabilmente anche ampliata dalle introduzioni operate dall'uomo (Bianco, 1991a; Bianco e Miller, 1990). Il ghiozzo padano è stato introdotto in alcuni corsi d'acqua del versante tirrenico, popolate dal ghiozzo di ruscello, con il quale sembra essersi instaurata una forte interazione di tipo competitivo che avvantaggia la specie introdotta e che sta causando la progressiva scomparsa delle popolazioni della preesistente specie indigena (Bianco e Keit-mayer, 2001).

Per una serie di motivi in parte di carattere ecologico, in parte zoogeografico, si ritiene che le segnalazioni di

Bacino	Assenza	Presenza	Stazioni totali	%
Aso	7	0	7	0,00
Cesano	8	6	14	42,86
Chienti	19	5	24	20,83
Conca	5	0	5	0,00
Esino	16	4	20	20,00
Foglia	7	3	10	30,00
Metauro	36	13	49	26,53
Misa	2	0	2	0,00
Musone	6	2	8	25,00
Potenza	7	6	13	46,15
Tenna	19	2	21	9,52
Tesino	1	0	1	0,00
Tevere	8	0	8	0,00
Tronto	15	2	17	11,76

Tabella 11.11 - Frequenze di reperimento del ghiozzo padano nei bacini imbriferi dei principali fiumi delle Marche.

ritiene che le segnalazioni di *Padogobius nigricans* nelle Marche, debbano essere confermate da ulteriori indagini.

Il nome scientifico del ghiozzo padano *Padogobius martensii* (Gunther, 1861) viene oggi messo in sinonimia con *Padogobius bonelli* (Bonaparte, 1846) che quindi gli deve essere preferito (Kottelat e Freyhof, 2007). La specie è non inserita negli allegati della Direttiva "Habitat" ed è considerata "specie a basso rischio" (Least concern) secondo i criteri IUCN (2010) e per Smith e Darwall (2006).

Diffusione nelle Marche.

Il ghiozzo padano è una delle specie più ampiamente diffuse nelle Marche: è presente in tutti i territori provinciali

e nella maggior parte dei bacini imbriferi dei corsi d'acqua principali, dove si rinviene di preferenza nel tratto pedemontano e collinare (Figura 11.27).

La sua distribuzione è maggiormente concentrata verso nord: le sue frequenze di rinvenimento sono, infatti, più elevate in provincia di Pesaro e Urbino, dove è presente in 22 delle 74 stazioni di campionamento (pari al 29,73% del totale), Ancona (4 siti su 19, pari al 21,05%) e Macerata (13 siti su 63, pari al 20,63%); percentuali minori caratterizzano invece le province di Fermo (10,53%) e di Ascoli Piceno (8,33%) (Tabella 11.10).

Per quanto riguarda i singoli bacini imbriferi, la specie è assente dall'Aso, Conca, Misa, Tesino e Tevere, mentre nei rimanenti è presente con percentuali che oscillano fra il minimo del 9,52% del Tenna e il massimo 46,15% del Potenza. Sempre nel Potenza il ghiozzo raggiunge le proprie densità massime, pari a 1,575 ind m⁻², mentre il valore medio di abbondanza delle 42 stazioni di campionamento in cui la specie è presente risulta pari a 0,178 ind m⁻² (Tabella 11.11).

Nelle province più settentrionali di Macerata e Pesaro Urbino, il ghiozzo raggiunge le abbondanze più elevate, con valori medi rispettivamente di 0,457 e di 0,229 ind m⁻² (Figura 11.26). Le differenze osservate fra i valori medi di densità osservati nelle diverse province non sono risultate tuttavia statisticamente significative all'Anova (F = 0,873; p = 0,489).

11.4.13 - Gobione (Figura 11.29)

Morfologia ed ecologia.

Il gobione ha un corpo allungato, con testa e occhio relativamente grandi; la bocca è piccola in posizione infero-mediana, ed è dotata di un paio di barbigli. Il colore del corpo è grigio metallico. Sono presenti numerose macchie nere distribuite irregolarmente nella regione dorso-laterale. Il ventre è bianco, talvolta con riflessi argentei. È una specie di piccola taglia, la lunghezza massima raggiungibile è di circa 15 cm.

Il gobione è un pesce bentonico che popola il corso medio-inferiore dei fiumi, dove predilige i fondali sabbiosi di acque moderatamente correnti. La riproduzione ha luogo nei mesi di maggio e giugno

Rapporti con l'uomo e conservazione.

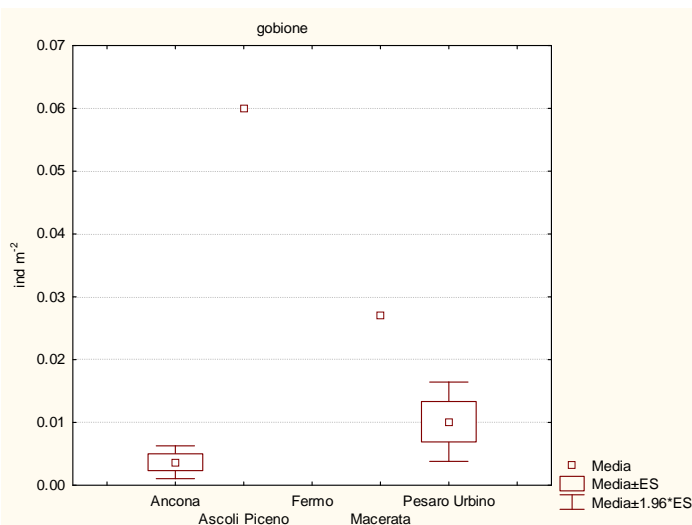


Figura 11.28 - Confronto fra le densità del gobione nel campione disaggregato per provincia.

Il gobione è una specie probabilmente alloctona nelle Marche (Bianco, 1993): il suo areale originario sembrerebbe coincidere con la pianura Padana e non dovrebbe spingersi a sud del fiume Marecchia; nelle Marche, così come in molte altre regioni italiane è stato introdotto dall'uomo in tempi più o meno recenti: Bianco (1991a) lo cita tuttavia come presente nel fiume Esino "a memoria d'uomo".

Le popolazioni italiane di gobione da taluni ittiologi vengono separate a livello sottospecifico dalla forma nominale *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758) presente nel resto d'Europa e denominate *Gobio gobio benacensis* (Pollini,

1816) (Bianco e Tarabonelli, 1984). Recentemente ne è stata proposta anche l'elevazione a livello specifico ed uno spostamento di genere: l'esatta denominazione attuale dei gobioni viventi in Italia dovrebbe essere quindi *Romanogobius benacensis* (Pollini, 1816). Le caratteristiche peculiari di questa specie consistono in una diversa distanza dell'ano dall'origine della pinna anale (2-4 scaglie separano la pinna dall'ano) e la presenza nella parte anteriore del corpo di scaglie munite di creste epiteliali (Kottelat e Freyhof, 2007). La situazione delle popolazioni italiane di gobione è complicata anche dal fatto che è stata più volte segnalata la presenza di esemplari introdotti dall'estero e quindi appartenenti alla specie transalpina. Questi, se acclimatati, possono competere con gli esemplari autoctoni e quindi rappresentare un fattore di impatto sulle popolazioni autoctone.

La distinzione a livello tassonomico fra le diverse forme di gobione presenti in Italia ha anche importanti conseguenze gestionali: per l'Unione Internazionale per la

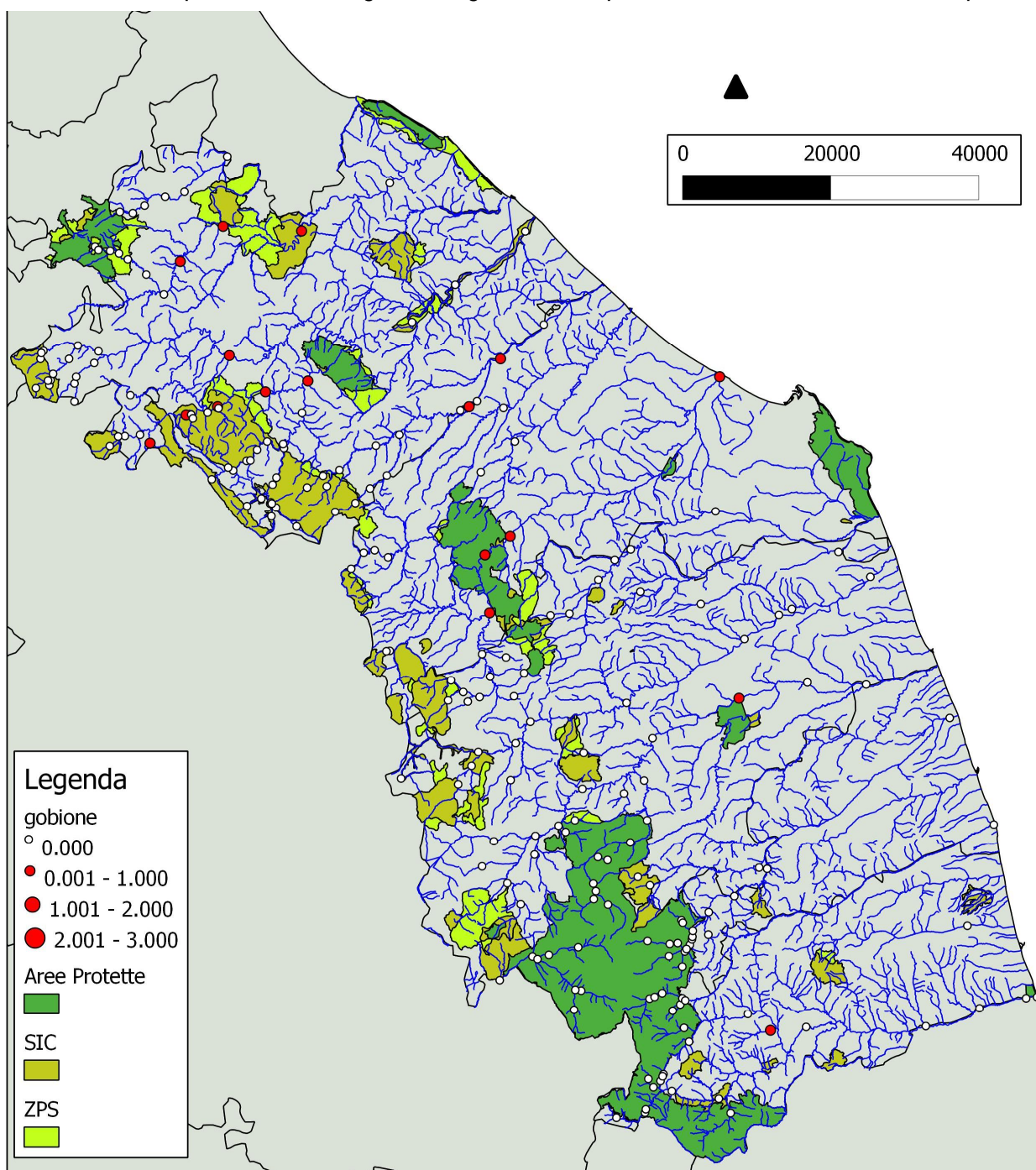


Figura 11.29 - Carta della distribuzione del gobione.

Conservazione della Natura, *Romanogobius benacensis* è da considerarsi specie in via di estinzione (Endangered), mentre *Gobio gobio* è da ritenersi a basso rischio (Least Concern) (IUCN, 2011). Il gobione compare anche nel "Libro Rosso degli Animali d'Italia - Vertebrati" (Bulgarini *et al.*, 1998), come specie "a basso rischio di estinzione. *Gobio benacensis* è invece considerato in via di estinzione (Endangered) anche da Smith e Darwall (2006)

Diffusione nelle Marche.

Il gobione ha una distribuzione che tende a concentrarsi maggiormente nella parte settentrionale della regione: la specie è presente in tutte le province, ad eccezione di quella di Fermo (Figura 11.29), ma le maggiori frequenze di rinvenimento vengono raggiunte a Pesaro e Urbino, dove risulta presente nel 14,86% delle stazioni di campionamento (11 su 74 indagate) e ad Ancona, con il 15,79% (3 siti su 19 indagati). A Macerata e ad Ascoli Piceno le percentuali sono nettamente più basse e pari rispettivamente all'1,59% (1 sito su 63 indagati) e al 4,17% (1 sito su 24).

Per quanto riguarda i singoli bacini imbriferi, la specie è presente nel Cesano (2 siti su 14, pari al 14,29%), nel Chienti (1 su 24, 4,17%), nell'Esino (3 su 20, 15,00%), nel Foglia (3 su 10, 30,00%), nel Metauro (6 su 49, 12,24%) e nel Tronto (1 su 17, 5,88%).

Le abbondanze sono sempre abbastanza basse: nelle 16 stazioni di campionamento in cui il gobione è risultato presente si osserva un valore medio di densità pari a 0,013 ind m⁻² ed un massimo di 0,060 ind m⁻². L'unica stazione localizzata in provincia di Ascoli Piceno è quella in cui la specie raggiunge la propria abbondanza più elevata, seguita dal valore della provincia di Macerata; i valori medi di densità di Pesaro - Urbino e di Ancona sono inferiori e pari rispettivamente a 0,010 e 0,004 ind m⁻² (Figura 11.28). Le differenze osservate sono risultate altamente significative all'Anova (F = 9,588; p = 0,001).

11.4.14 - Lasca (Figura 11.31)

Morfologia ed ecologia.

Il corpo è slanciato, il dorso è di colore verde-grigio, i fianchi sono argentei e percorsi da una fascia scura, il ventre è bianco-argenteo. La base delle pinne ventrali e pettorali è colorata di arancione; la bocca è rivolta verso il basso e circondata da labbra cornee: tale caratteristica, posseduta anche dalla congenerica savetta, la rende facilmente distinguibile dalle altre specie di ciprinidi. La lasca può raggiungere una lunghezza massima di 25 cm.

È una specie gregaria che vive di solito in prossimità del fondo nelle acque fluviali a corrente vivace (zona del barbo), prediligendo i fondali sassosi e sabbiosi.

La riproduzione ha luogo nei mesi di aprile-maggio, in questo periodo i riproduttori compiono spostamenti anche di molti chilometri per raggiungere le aree più adatte alla deposizione.

Rapporti con l'uomo e conservazione.

In Italia la lasca è endemica del distretto Padano - Veneto e si può considerare autoctona per le regioni adriatiche fino al fiume Vomano (Gabucci *et al.*, 1990; Bianco, 1993); è stata co-

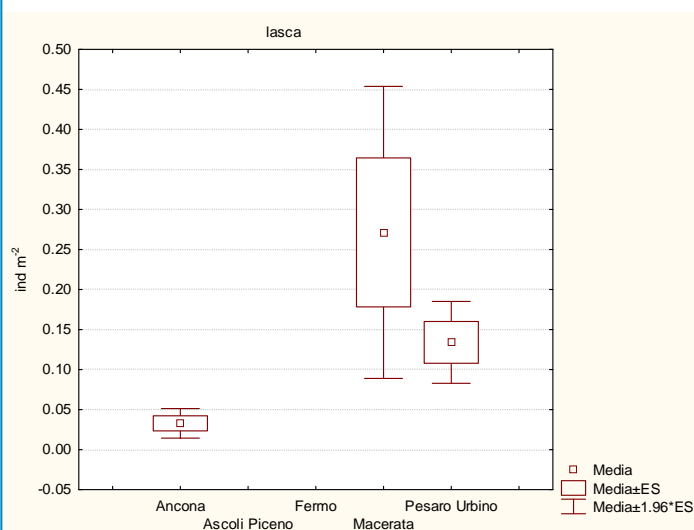


Figura 11.30 - Confronto fra le densità della lasca nel campione disaggregato per provincia.

Provincia	Assenza	Presenza	Stazioni totali	%
Ancona	13	6	19	31,58
Ascoli Piceno	24	0	24	0,00
Fermo	19	0	19	0,00
Macerata	54	9	63	14,29
Pesaro Urbino	56	18	74	24,32

Tabella 11.12 - Frequenze di reperimento della lasca nelle province delle Marche.

munque introdotta dall'uomo in molte altre località anche del versante Tirrenico d'Italia: nel Tevere, ad esempio, è oggi ampiamente diffusa e localmente anche molto abbondante (Lorenzoni *et al.*, 2010a).

Nella Direttiva 92/43/CEE è riportata tra le "specie animali e vegetali d'interesse comunitario

la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione" (Allegato II). È elencata fra le specie protette nella Convenzione di Berna (Allegato III) ed è segnalata

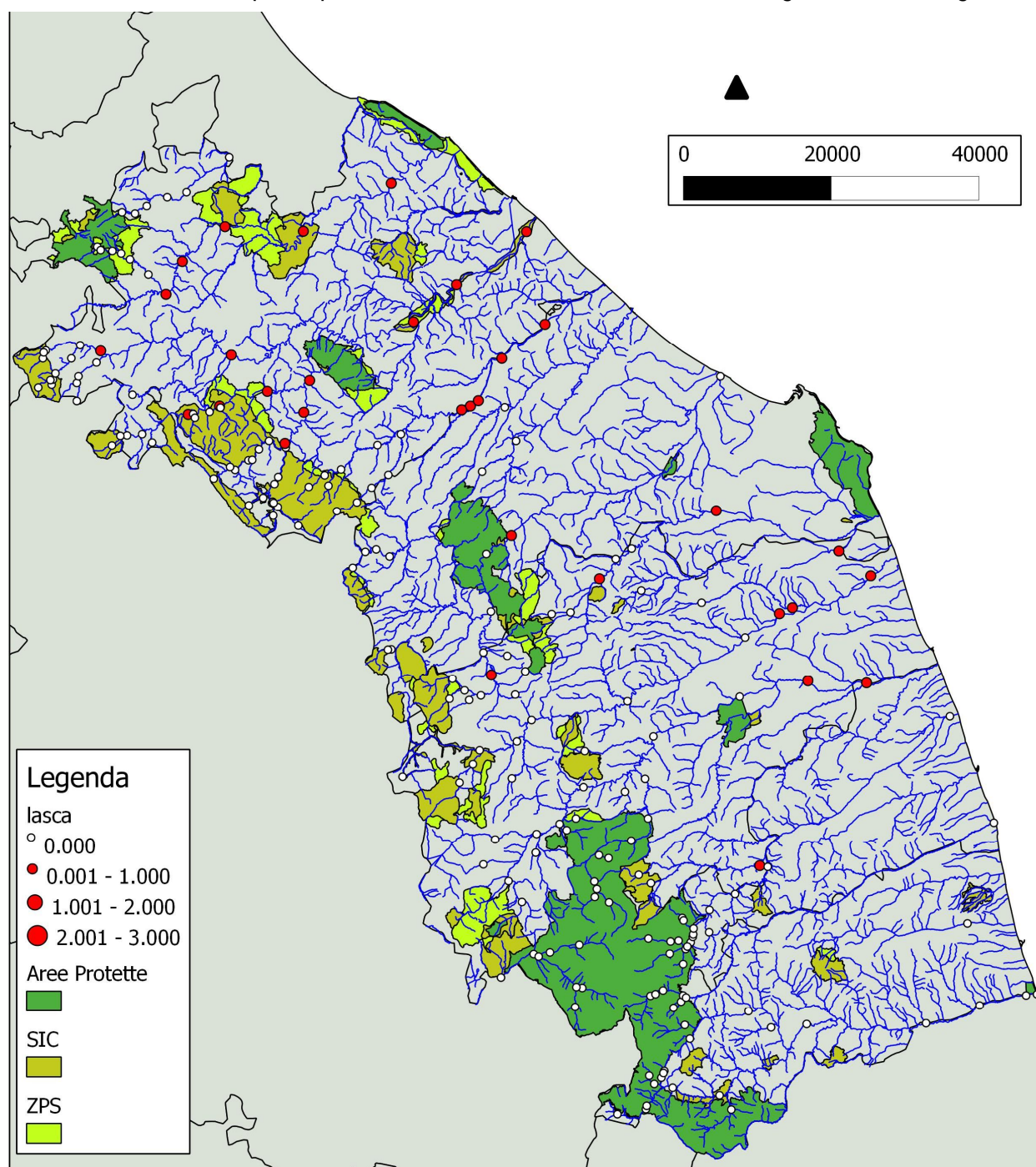


Figura 11.31 - Carta della distribuzione della lasca.

Bacino	Assenza	Presenza	Stazioni totali	%
Aso	7	0	7	0,00
Cesano	9	5	14	35,71
Chienti	22	2	24	8,33
Conca	5	0	5	0,00
Esino	17	3	20	15,00
Foglia	5	5	10	50,00
Metauro	38	11	49	22,45
Misa	2	0	2	0,00
Musone	5	3	8	37,50
Potenza	10	3	13	23,08
Tenna	20	1	21	4,76
Tesino	1	0	1	0,00
Tevere	8	0	8	0,00
Tronto	17	0	17	0,00

Tabella 11.13 - Frequenze di reperimento della lasca nei bacini imbriferi dei principali fiumi delle Marche.

(Figura 11.31): la specie non è stata rilevata nelle province di Fermo e Ascoli Piceno.

Le maggiori frequenze di rinvenimento vengono raggiunte ad Ancona, dove risulta presente nel 31,58% delle stazioni di campionamento (6 su 19 indagate), segue Pesaro e Urbino con il 24,32% (18 siti su 74 indagati) e quindi Macerata con il 14,29% (9 sito su 63 indagati) (Tabella 11.12).

Per quanto riguarda i singoli bacini imbriferi, la specie è presente nel Cesano (5 siti, su 14, pari al 35,71%), nel Chienti (2 su 24, 8,33%), nell'Esino (3 su 20, 15,00%), nel Foglia (5 su 10, 50,00%), nel Metauro (11 su 49, 22,45%), nel Musone (3 su 8, 37,50%), nel Potenza (3 su 13, 23,08%) e nel Tenna (1 su 21, 4,76%) (Tabella 11.13).

Le abbondanze possono essere considerate medio - basse: nelle 33 stazioni di campionamento in cui la lasca è presente si osserva un valore medio di densità pari a 0,153 ind m⁻² ed un massimo di 0,908 ind m⁻².

Nella provincia di Macerata si raggiungono i valori medi di abbondanza più elevata, con una densità di 0,271 ind m⁻², segue la provincia di Pesaro e Urbino, con una media di 0,134 ind m⁻², ed infine Ancona con 0,033 ind m⁻² (Figura 11.30). Le differenze osservate sono risultate statisticamente significative all'Anova (F = 3,942; p = 0,030).

11.4.15 - *Lucioperca* (Figura 11.32)

Morfologia ed ecologia.

Il lucioperca o sandra ha la forma del corpo allungata e il capo lungo e appiattito. La bocca è ampia e munita di denti robusti. Le pinne dorsali sono due: la prima inizia subito sopra le pettorali ed è formata da soli raggi spiniformi; la seconda possiede i primi 2-3 raggi spiniformi ed i restanti molli. La colorazione del corpo del lucioperca è grigio-verde sul dorso, argentata sui fianchi e bianca sul ventre. Il dorso e i fianchi sono percorsi da una serie verticale di strie scure che possono scomparire negli esemplari più grandi. Le massime dimensioni raggiungibili nelle acque europee sono di circa 130 cm di lunghezza, con un peso di circa 15 kg.

L'habitat del lucioperca è costituito dalle acque stagnanti con buone condizioni di ossigenazione, presenti nei tratti terminali dei grossi fiumi con fondali sabbiosi e privi di vege-

da "The Status and Distribution of Freshwater Fish Endemic to the Mediterranean Basin" (Smith e Darwall, 2006) e dai criteri IUCN (2010) nella categoria a basso rischio di estinzione (Least Concern). Nel "Libro Rosso degli animali d'Italia - Vertebrati" (Bulgarini *et al.*, 1998) la lasca è considerata una specie vulnerabile.

La specie è stata lungamente designata come *Chondrostoma genei* (Bonaparte, 1839), ma oggi ne è stato suggerito uno spostamento di genere: *Protochondrostoma genei* (Bonaparte, 1839).

Diffusione nelle Marche.

La lasca ha una distribuzione nelle Marche che tende a privilegiare la parte più settentrionale della Regione

tazione. Durante il periodo riproduttivo, che in Italia coincide con i mesi di aprile e maggio, le uova, sorvegliate da entrambi i genitori, vengono deposte in zone sabbiose non troppo profonde. È un pesce molto vorace che si nutre di larve di insetti, crostacei e pesci, soprattutto ciprinidi. I giovani lucioperca si cibano soprattutto di invertebrati, ma assai precocemente diventano voraci predatori, catturando pesci, anfibi e grossi insetti.

Rapporti con l'uomo e conservazione.

La specie ha un areale originario che si estende a parte dell'Europa centro - orientale: dalla Germania e Finlandia fino agli Urali e al Kazakhstan, includendo il fiume Elba nel Mar del Nord ed i bacini sfocianti nel Mar Caspio, nel Baltico, nel mar Nero e d'Aral. Per motivi commerciali e legati alla pesca sportiva la specie è stata introdotta in molte altre località europee ed extraeuropee; in alcuni casi è stato accertato che il lucioperca può causare un

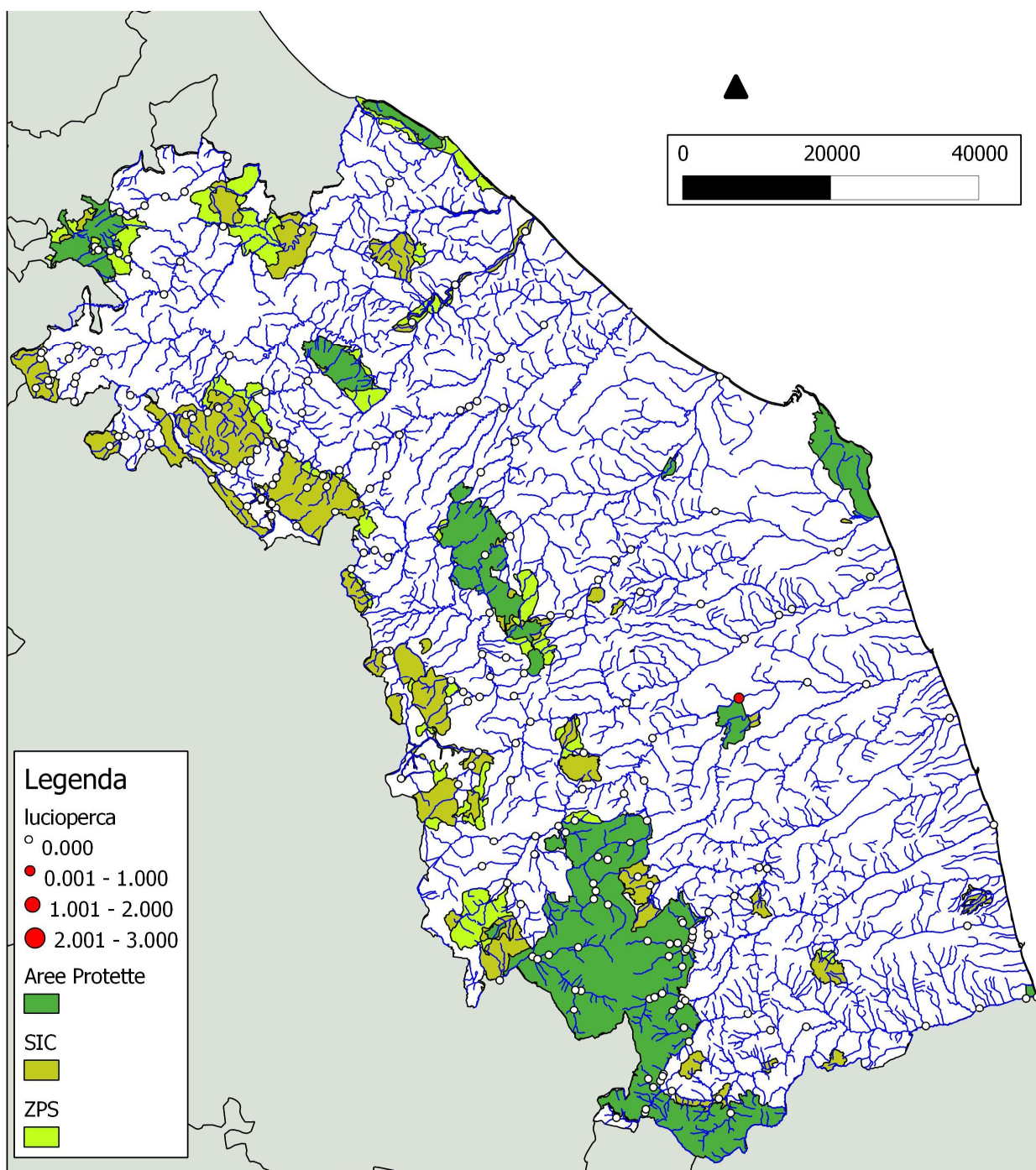


Figura 11.32 - Carta della distribuzione del lucioperca.

forte impatto negativo sull'abbondanza delle prede di cui si nutre e come tale è stata considerata potenzialmente pericolosa (Innal e Erkakan, 2006). Secondo i criteri stabiliti dall'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN, 2011) viene considerata specie a basso rischio di estinzione (Least Concern). In Italia è comunque specie alloctona e non si ritiene necessaria l'adozione nelle Marche di particolari misure per la sua protezione.

Il lucioperca è stata lungamente designato come *Stizostedion lucioperca* (Linnaeus, 1758), ma tale binomio viene considerato un sinonimo del nome scientifico considerato corretto, *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758), che quindi gli deve essere preferito (Kottelat e Freyhof, 2007).

Diffusione nelle Marche.

Il lucioperca ha una distribuzione nelle Marche molto ristretta e limitata ad un'unica stazione di campionamento, localizzata nel tratto intermedio del fiume Chienti, in provincia di Macerata (MC09CHIE06) (Figura 11.32). Qui sono state registrate abbondanze molto scarse e pari a 0,003 ind m⁻². La diffusione della specie è sicuramente da collegare agli invasi artificiali presenti sul fiume Chienti, dove è presente con popolazioni più numerose; per conoscere la reale distribuzione del lucioperca nelle Marche è quindi importante poter indagare anche le comunità ittiche presenti negli ambienti d'acqua stagnanti della regione.

11.4.16 - Persico reale (Figura 11.33)

Morfologia ed ecologia.

Il persico reale presenta il corpo ovale e compresso lateralmente che è ricoperto di squame fortemente aderenti alla pelle, tanto da renderla ruvida al tatto; una caratteristica peculiare è la gibbosità dorsale, la cui grandezza tende ad aumentare con l'età. Il muso è breve; la bocca, ampia e circolare, è lievemente obliqua, rivolta verso l'alto e munita di denti. L'occhio è grande con la pupilla orlata di giallo. Nel persico reale sono presenti due pinne dorsali contigue: la prima, erigibile, ampia ed elevata, è munita di raggi spiniformi ed ornata di una macchia nera in corrispondenza dell'estremità posteriore.

Molto caratteristica è la livrea: il dorso è generalmente verdastro, i fianchi sono più chiari e solcati da 5-8 bande verticali di color nero più o meno evidenti, il ventre è bianco argenteo; le pinne pettorali, ventrali, anale e caudale molto spesso sono vistosamente colorate di arancio. La livrea è comunque soggetta a variazioni imputabili sia all'ambiente che all'alimentazione. Nei maschi si osservano colorazioni più vivaci, specialmente durante il periodo riproduttivo. Per ciò che riguarda le dimensioni, il persico può raggiungere i 50 cm di lunghezza e un peso massimo di 3,5 kg, ma solo eccezionalmente in Italia ci sono esemplari in grado di raggiungere queste taglie.

Grazie alla sua discreta valenza ecologica, il persico reale è in grado di colonizzare sia le acque stagnanti che i tratti medi e terminali dei fiumi, prediligendo le acque limpide e ossigenate. La specie tollera anche temperature di 30°C. Non è legato ad un particolare territorio, durante il giorno varia la sua posizione in base alle condizioni termiche, alla quantità di luce dell'ambiente e alla disponibilità di prede. È gregario negli stadi giovanili, mentre gli adulti sono solitari. Il persico reale è un predatore; nei primi stadi del ciclo vitale si nutre di zooplancton, la dieta degli esemplari giovani si basa soprattutto su invertebrati, ma i persici di grossa taglia si cibano di altri pesci. La maturità sessuale viene raggiunta già nel primo anno di vita nei maschi e generalmente un anno dopo nelle femmine. Il periodo di frega va da marzo ad aprile.

Rapporti con l'uomo e conservazione.

Il persico reale, o pesce persico, *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758 è una specie diffusa

originariamente in Italia limitatamente alle regioni settentrionali: è presente in tutta Europa a nord all'estremità della Scandinavia alla Siberia, ad eccezione della penisola iberica, l'Italia centro-meridionale ed i corsi d'acqua sfocianti nel Mar Adriatico e nell'Egeo (Kottelat e Freyhof, 2007). Non tutti gli autori, comunque, concordano nel ritenerla indigena nelle acque italiane (Bianco, 1998), in quanto esiste la possibilità che la specie sia stata introdotta durante il Medio Evo; nelle Marche è sicuramente stata introdotta (Bianco, 1993).

Il persico reale riveste un'elevata importanza a livello commerciale e per questo motivo, oltre che per favorire la pesca sportiva, è stato introdotto in numerose altre località di tutto il mondo, come ad esempio il Sud Africa e l'Australia. In America settentrionale viene sostituito da una specie dalle caratteristiche morfologiche molto simili, il persico giallo *Perca flavescens* (Mitchill, 1814).

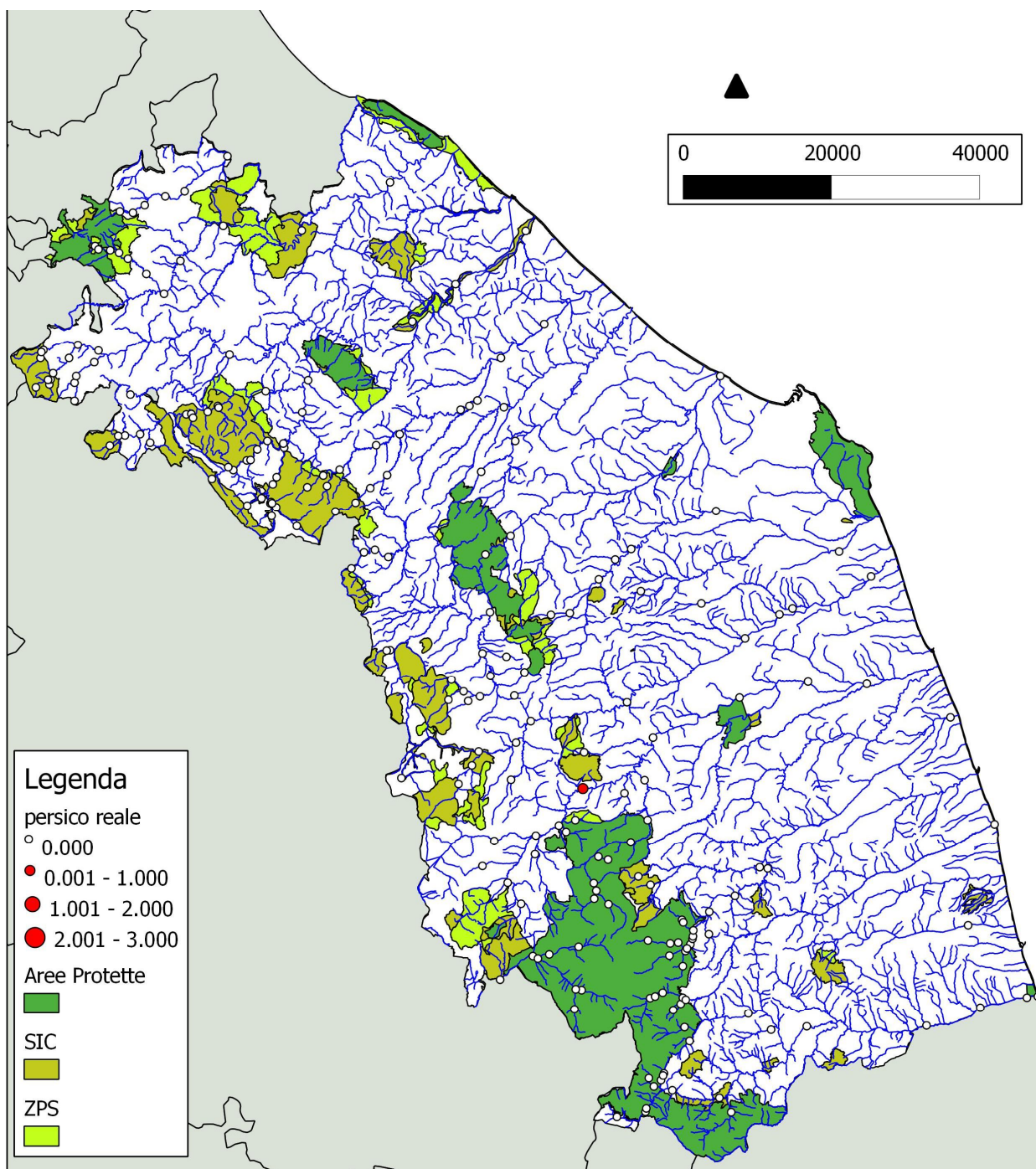


Figura 11.33 - Carta della distribuzione del persico reale.

Secondo i criteri dell'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN, 2011) il persico reale viene considerata specie a basso rischio di estinzione (Least Concern) e anche secondo quanto riportato nel "Libro Rosso degli animali d'Italia - Vertebrati" (Bulgarini *et al.*, 1998) rientra nella categoria a basso rischio. La specie è tuttavia esotica per le Marche e quindi non appare necessaria l'adozione di alcuna forma di tutela.

Diffusione nelle Marche.

Il persico reale ha una distribuzione nelle Marche molto ristretta e limitata ad un'unica stazione di campionamento, localizzata nel tratto intermedio del fiume Chienti, in provincia di Macerata (MC09CHIE04) (Figura 11.33). La specie appare a livello locale discretamente abbondante, in quanto le sue densità sono pari a 0,354 ind m⁻².

Per il persico reale vale quanto già detto a proposito del lucioperca: la diffusione della specie è sicuramente influenzata dalla presenza degli invasi artificiali dislocati lungo il corso del fiume Chienti. Per conoscere la reale distribuzione del persico reale nelle Marche è quindi importante indagare anche le caratteristiche dei popolamenti presenti negli ambienti d'acqua stagnante della regione.

11.4.17 - Persico sole (Figura 11.35)

Morfologia ed ecologia.

Il persico sole presenta un corpo pressoché ovale, fortemente compresso lateralmente e avente profilo dorsale molto arcuato; la bocca è piuttosto piccola, obliqua verso l'alto e dotata di numerosi e piccoli denti. È presente una lunga pinna dorsale la cui parte anteriore, più bassa, è sostenuta da una decina di raggi spinosi, mentre la parte posteriore, più alta, è sorretta da raggi molli. Il persico sole possiede una colorazione molto vistosa: il dorso è verde oliva con riflessi metallici, il ventre è di colore giallo con sfumature arancio, una vistosa macchia rossa e nera è presente al margine dell'opercolo branchiale.

Il persico sole è una specie che sopporta ampie variazioni di temperatura e che si adatta facilmente ad ambienti diversi. Vive nella parte terminale dei fiumi (zona della carpa e tinca), nei laghi e negli stagni e predilige le acque ferme o a lento decorso ricche di vegetazione sommersa e con fondo sabbioso.

I giovani esemplari hanno abitudini gregarie, mentre gli adulti sono stanziali e territoriali. Durante la stagione primaverile ed estiva il persico sole preferisce stazionare in superficie, vicino alle sponde, dove ricerca il cibo e si riproduce; nei mesi invernali si sposta in

acque più profonde, dove rimane quasi inattivo. Non ha particolari preferenze alimentari e la sua dieta è costituita da una notevole varietà di invertebrati acquatici. Purtroppo il suo regime alimentare comprende anche uova ed avannotti di altre specie ittiche, per cui, laddove diviene molto abbondante, può risultare dannoso alla fauna indigena (Gandolfi *et al.*, 1991).

Rapporti con l'uomo e conservazione.

Il persico sole è originario del Nord America, ma è stato ampiamente introdotto altrove, anche se risulta di scarso interesse per la pesca. Il suo areale in America si estende dal Canada al

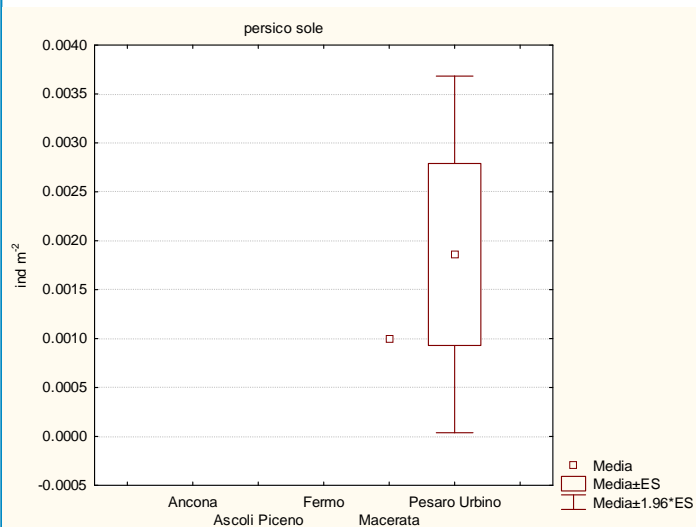


Figura 11.34 - Confronto fra le densità del persico sole nel campione disaggregato per provincia.

Sud Carolina, negli Usa. La sua introduzione è uno degli esempi più evidenti di alterazione dell'equilibrio biologico degli ambienti lacustri: la sua buona capacità di adattamento, la territorialità, le difese contro i predatori che possiede e le cure parentali che dedica alla prole gli hanno permesso nel passato di propagarsi in qualunque ambiente acquatico, di raggiungere densità anche notevoli e di imporsi sulla fauna ittica indigena per competizione e predazione di uova ed avannotti (Ghetti *et al.*, 2007). Nel lago Trasimeno, in Umbria, nella metà degli anni '60, il persico sole è divenuta la specie ittica più pescata e la sua presenza ha probabilmente contribuito all'estinzione della rovella (Mearelli *et al.*, 1990). Negli anni più recenti la sua abbondanza e diffusione in tutta Italia si sono notevolmente ridotte ed oggi la specie non sembra più costituire una minaccia per le popolazioni delle specie indigene, come lo era nel passato.

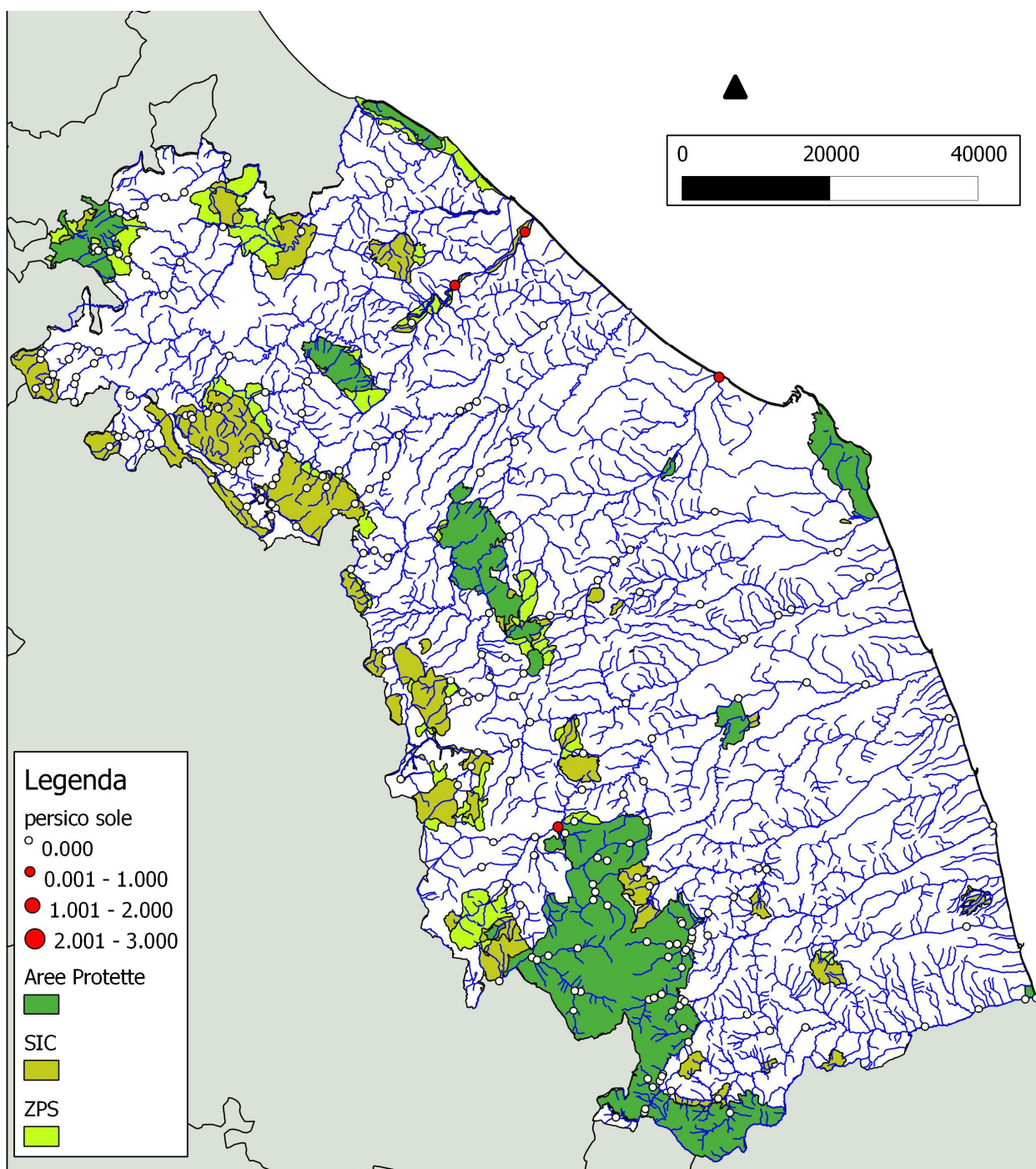


Figura 11.35 - Carta della distribuzione del persico sole.

Diffusione nelle Marche.

Il persico sole ha una distribuzione nelle Marche limitata a sole 4 stazioni di campionamenti, 2 delle quali localizzate nel fiume Metauro in provincia di Pesaro e Urbino, una nel Chienti in provincia di Macerata ed una nell'Esino in provincia di Ancona (Figura 11.35).

Ad eccezione del Chienti, dove popola un settore del medio corso del fiume prossimo ad un vaso artificiale, la specie sembra prediligere la parte terminale dei corsi d'acqua, spingendosi anche nel tratto prossimo alla foce.

La specie risulta sempre molto poco abbondante, con valori di densità che oscillano nelle 4 stazioni di campionamento in cui la specie è presente fra un minimo di 0,001 ed un massimo di 0,003 ind m⁻², con una densità media pari a 0,002 ind m⁻². Le abbondanze medie sono leggermente più elevate in provincia di Pesaro e Urbino (0,018 ind m⁻²) rispetto all'unico valore di densità rilevato nella provincia di Macerata (0,001 ind m⁻²) (Figura 11.34), ma le differenze non sono comunque risultate statisticamente significative all'Anova ($F = 0,285$; $p = 0,688$).

Anche in questo caso è possibile che la diffusione della specie sia stata parzialmente sottostimata a causa dei popolamenti molto localizzati e caratterizzati da basse densità, ma anche dall'esclusione delle acque stagnanti da questa prima Carta Ittica delle Marche e dal fatto che la sua rete di monitoraggio si è concentrata in modo particolare nelle aree montane della regione.

11.4.18 - *Pseudorasbora* (Figura 11.37)

Morfologia ed ecologia.

Il corpo della pseudorasbora è affusolato ed allungato; la testa conica presenta una bocca di piccole dimensioni, appuntita e rivolta verso l'alto. La colorazione è grigia sul dorso con riflessi metallici sui fianchi, mentre il ventre è bianco. Sui fianchi è presente una banda scura che si estende dall'occhio fino al peduncolo caudale. Nel periodo della riproduzione i maschi presentano sul capo alcuni riflessi iridescenti e sviluppano piccoli tubercoli nuziali. È un ciprinide di piccole dimensioni: la taglia massima non supera i 15 cm di lunghezza ed i 10 g di peso.

La pseudorasbora predilige le acque a lento corso dei fiumi pedemontani e di pianura con fondo sabbioso o ghiaioso, dove sosta in prossimità delle sponde. Rispetto alla zonazione dei corsi d'acqua umbri, si colloca nella zona dei ciprinidi limnofili (Lorenzoni *et al.*,

2010a). Vive anche nei laghi collinari e di pianura. È un pesce gregario che vive in branchi nascosto tra la vegetazione acquatica e risale in superficie per alimentarsi. È una specie onnivora che si nutre in prevalenza di detrito organico, piccoli invertebrati di fondo ed alghe. Il periodo riproduttivo della specie si protrae da maggio a luglio. Le femmine sono in grado di effettuare più deposizioni in un'unica stagione riproduttiva.

Rapporti con l'uomo e conservazione.

La pseudorasbora è originaria dell'Asia orientale. Intorno agli anni '60 è stata introdotta accidentalmente nel basso

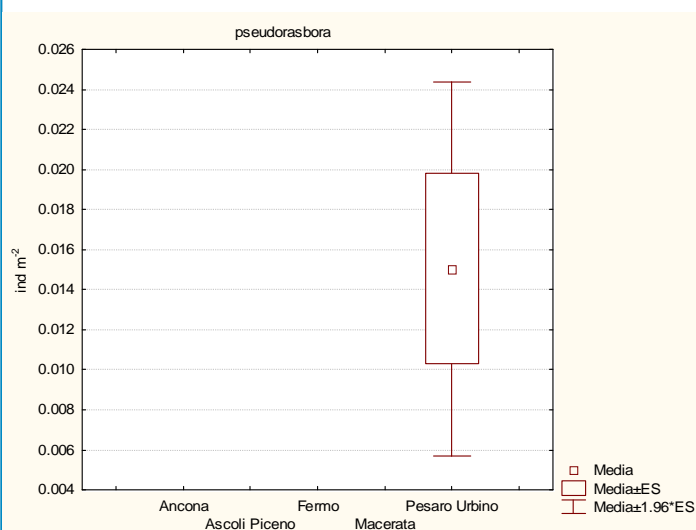


Figura 11.36 - Confronto fra le densità della *pseudorasbora* nel campione disaggregato per provincia.

corso del Danubio e da qui si è diffusa nell'Europa centro-orientale (Ghetti *et al.*, 2007). In Italia è comparsa probabilmente frammista a materiale da semina, ma in seguito si è andata sempre più diffondendo anche per il suo utilizzo come esca per i pesci predatori. Il suo valore commerciale e sportivo è pressoché nullo. La sua presenza può determinare gravi danni soprattutto alle specie ittiche autoctone di piccole dimensioni: la specie è da considerarsi invasiva ed è in grado di diffondere spontaneamente attraverso le connessioni della rete idrografica.

La pseudorasbora sembrerebbe anche portatrice di un agente infettivo che rappresenta una minaccia per altre specie ittiche d'acqua dolce europee: ad esempio, nel caso dell'alborella fasciata *Leucaspis delineatus* (Heckel, 1843), specie in via di estinzione in Europa, ne impedisce la riproduzione causandone la sterilità. Tale agente viene chiamato

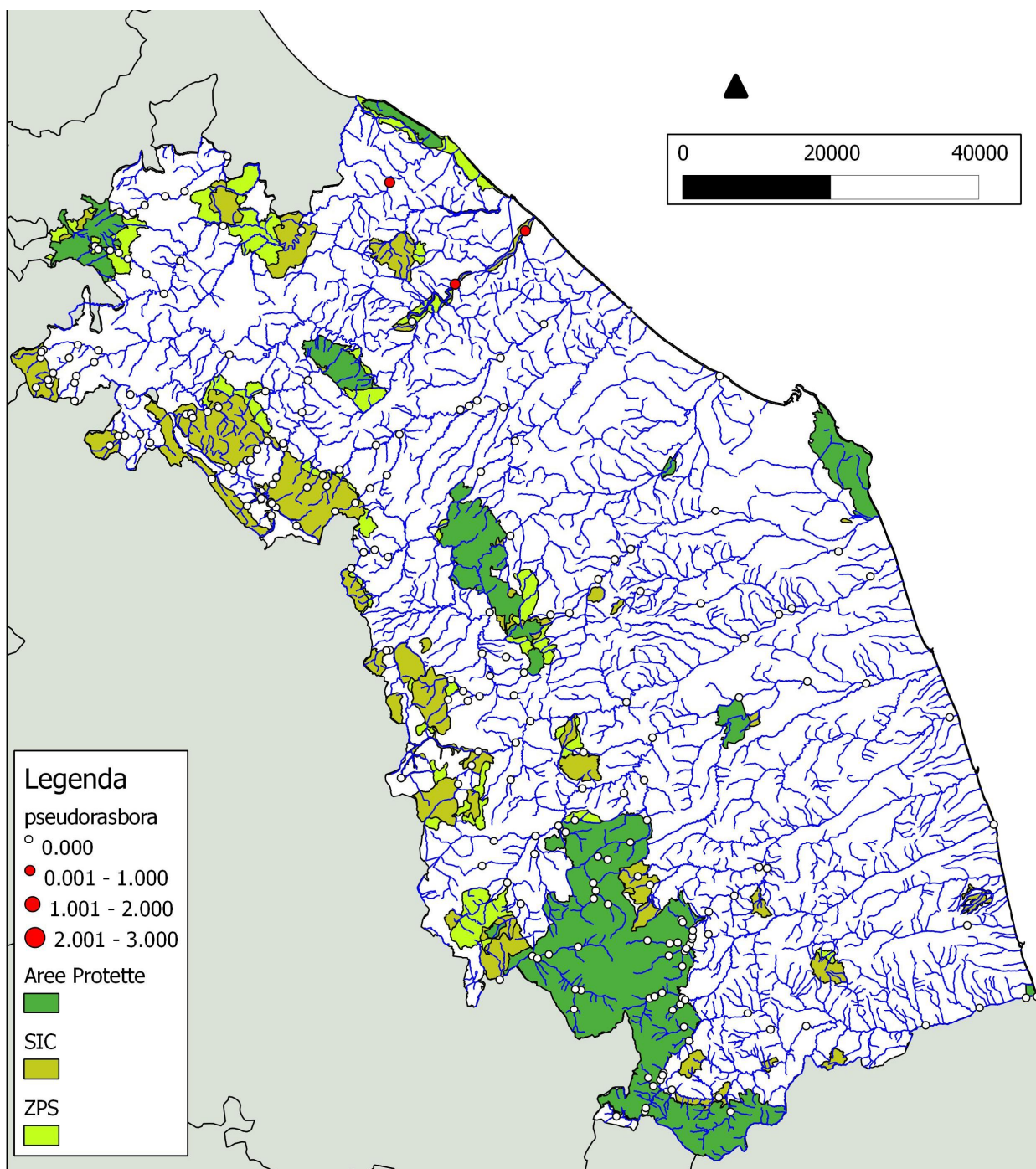


Figura 11.37 - Carta della distribuzione del pseudorasbora.

“Rosette Like Agent” in quanto simile all’“agente rosetta” comparso negli USA nel 1986 e che colpisce, causandone la morte, i salmoni, sia selvatici che di allevamento (Gozlan *et al.*, 2005).

La specie non è tra quelle valutate dall’Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN, 2011) (Not Evaluated).

Diffusione nelle Marche.

La pseudorasbora ha una distribuzione nelle Marche limitata a sole 3 stazioni di campionamento, tutte localizzate in provincia di Pesaro e Urbino (Figura 11.37), dove sembra prediligere i tratti fluviali di pianura. La specie è presente nel bacino del fiume Foglia (un sito su 10 complessivamente indagati, pari al 10,00% del totale) e in quello del Metauro (2 siti su 49 complessivamente indagati, pari al 4,08% del totale).

Per quanto riguarda l’abbondanza, la pseudorasbora appare caratterizzarsi per possedere basse densità. I valori di questo parametro oscillano fra un minimo di 0,006 ed un massimo di 0,021 ind m⁻², con una densità media pari a 0,015 ind m⁻² (Figura 11.36).

La diffusione su di una superficie abbastanza ridotta e le basse densità che caratterizzano le sue popolazioni rappresentano elementi positivi che potrebbero favorire l’eventuale predisposizione di un piano di eradicazione di una specie che deve essere considerata invasiva e pericolosa per le comunità ittiche indigene dei corsi d’acqua marchigiani.

11.4.19 - Rovella (Figura 11.39)

Morfologia ed ecologia.

La rovella presenta un corpo abbastanza affusolato, anche se appare leggermente più schiacciato sui fianchi rispetto ad altri ciprinidi reofili di piccole dimensioni. Il capo e gli occhi di piccole dimensioni, la bocca piccola e rivolta leggermente verso il basso sono altre caratteristiche che le sono proprie. Il dorso è di colorazione grigio-bruna più scura rispetto al resto del corpo, i fianchi sono argentei ma percorsi da una fascia longitudinale scura più o meno evidente, il ventre è bianco argenteo; le pinne pari e l’anale sono di colore rosso o arancio, con toni più accesi durante il periodo riproduttivo. È un pesce di piccola taglia, la lunghezza massima raggiungibile dalla specie è di circa 20 cm, il peso, solitamente, non supera i 150 g. Vive nelle acque correnti a velocità moderata (zona del barbo), con rive sabbiose o pietrose, ricche di vegetazione. Più raramente è presente anche nelle acque stagnanti.

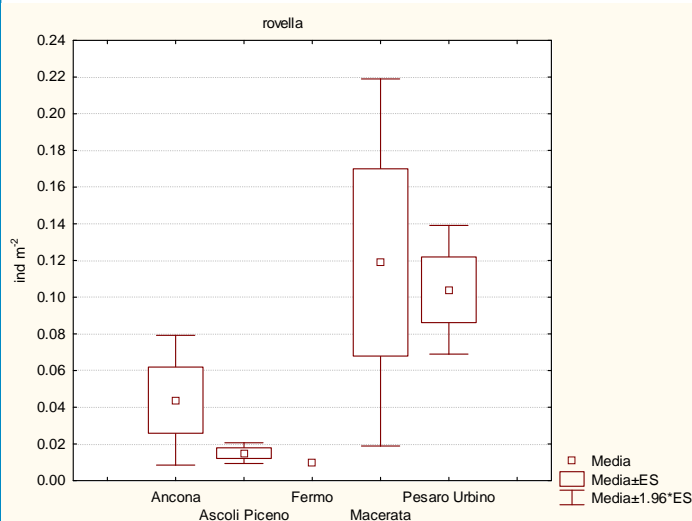


Figura 11.38 - Confronto fra le densità della rovella nel campione disaggregato per provincia.

La specie ha abitudini prevalentemente gregarie, vive in banchi anche numerosi. L’alimentazione è onnivora e comprende vegetali, insetti, anellidi, crostacei. Durante il periodo riproduttivo della specie, che cade nei mesi di aprile e maggio, i maschi presentano i “tubercoli nuziali”, piccole formazioni cornee che ricoprono il capo e la parte anteriore del tronco, la cui funzione è probabilmente quella di favorire il successo riproduttivo della specie. Le uova vengono deposte sulla vegetazione acquatica o sui fondali ghiaiosi.

Rapporti con l’uomo e conservazione.

Provincia	Assenza	Presenza	Stazioni totali	%
Ancona	14	5	19	26,32
Ascoli Piceno	20	4	24	16,67
Fermo	18	1	19	5,26
Macerata	52	11	63	17,46
Pesaro Urbino	40	34	74	45,95

Tabella 11.14 - Frequenze di reperimento della rovela nelle province delle Marche.

La notevole adattabilità consente alla rovela di vivere anche in ambienti interessati da fenomeni di inquinamento, soprattutto di tipo organico; le alterazioni degli alvei fluviali, però, rappresentano una minaccia in quanto compromettono le aree idonee alla deposizione delle uova. In alcuni ambienti acquatici la rovela subisce, in maniera negativa, la presenza di specie aventi simili esigenze ecologiche, come il triotto. Un esempio d'estinzione locale avvenuta per l'insorgenza di fenomeni di "esclusione competitiva" è quello del lago di Piediluco (Lorenzoni *et al.*, 2010a), caso in cui la specie alloctona ha eliminato la specie autoctona. Lo stesso fenomeno si è verificato nel Trasimeno: la rovela si è estinta, molto probabilmente, a causa della presenza del persico sole (Mearelli *et al.*, 1990).

La rovela è un endemismo del distretto Italo - Peninsulare ed il suo areale originale comprende gran parte delle regioni dell'Italia centro - meridionale: nel versante Tirrenico si estende dal Magra in Liguria, al Bussento in Campania e, per quanto riguarda corsi d'acqua Adriatici, dalle Marche all'Ofanto (Bianco, 1993).

La specie è, quindi, sicuramente autoctona per le Marche, ma controverso è il limite settentrionale del suo areale originario: per Bianco (1993) la distribuzione a nord del Chienti è dubbia, mentre De Paoli *et al.*, (2007), la considerano autoctona per tutti i corsi d'acqua della provincia di Pesaro - Urbino; per Zerunian (2004) il limite settentrionale originario della rovela si estende fino a comprendere il Marecchia.

Nel distretto Padano veneto la rovela è sostituita da una specie morfologicamente molto simile e per lungo tempo confusa con essa, il triotto *Rutilus erythrophthalmus* Zerunian, 1982.

Nel "Libro Rosso degli animali d'Italia - Vertebrati" (Bulgarini *et al.*, 1998), la rovela viene considerata "a più basso rischio". Nella Direttiva 92/43/CEE, *Rutilus rubilio*

Bacino	Assenza	Presenza	Stazioni totali	%
Aso	7	0	7	0,00
Cesano	10	4	14	28,57
Chienti	18	6	24	25,00
Conca	3	2	5	40,00
Esino	14	6	20	30,00
Foglia	3	7	10	70,00
Metauro	28	21	49	42,86
Misa	2	0	2	0,00
Musone	8	0	8	0,00
Potenza	10	3	13	23,08
Tenna	19	2	21	9,52
Tesino	1	0	1	0,00
Tevere	8	0	8	0,00
Tronto	13	4	17	23,53

Tabella 11.15 - Frequenze di reperimento della rovela nei bacini imbriferi dei principali fiumi delle Marche.

è tra le "specie animali e vegetali d'interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione" (Allegato II). Nel "Libro rosso della fauna e della flora in Italia" (Pavan, 1992) la rovela è indicata come "parzialmente minacciata"; in "The Status and Distribution of Freshwater Fish Endemic to the Mediterranean Basin" (Smith e Darwall 2006), come anche per l'Unione Internazionale della Conservazione della Natura (IUCN, 2011) è considerata "quasi minacciata" (near threatened). È elencata anche fra le specie protette nella Convenzione di Berna (Allegato III).

Un ulteriore fattore di rischio per la sopravvivenza delle specie endemiche

italiane del genere *Rutilus*, fra le quali anche la rovella, è dato dall'introduzione del gardon o rutilo, *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), una specie esotica assente nelle Marche, ma che è stata introdotta recentemente in alcuni corsi d'acqua della pianura padana e delle regioni tirreniche e che sta progressivamente ampliando sempre di più la propria diffusione in Italia (Lorenzoni *et al.*, 2010a).

Diffusione nelle Marche.

La rovella è quasi ubiquitaria nelle Marche, in quanto è presente in tutti i territori provinciali e nella maggior parte dei bacini imbriferi più importanti: la sua diffusione si concentra soprattutto nella parte mediana dei corsi d'acqua e quindi soprattutto nei settori pedemontani e collinari (Figura 11.39).

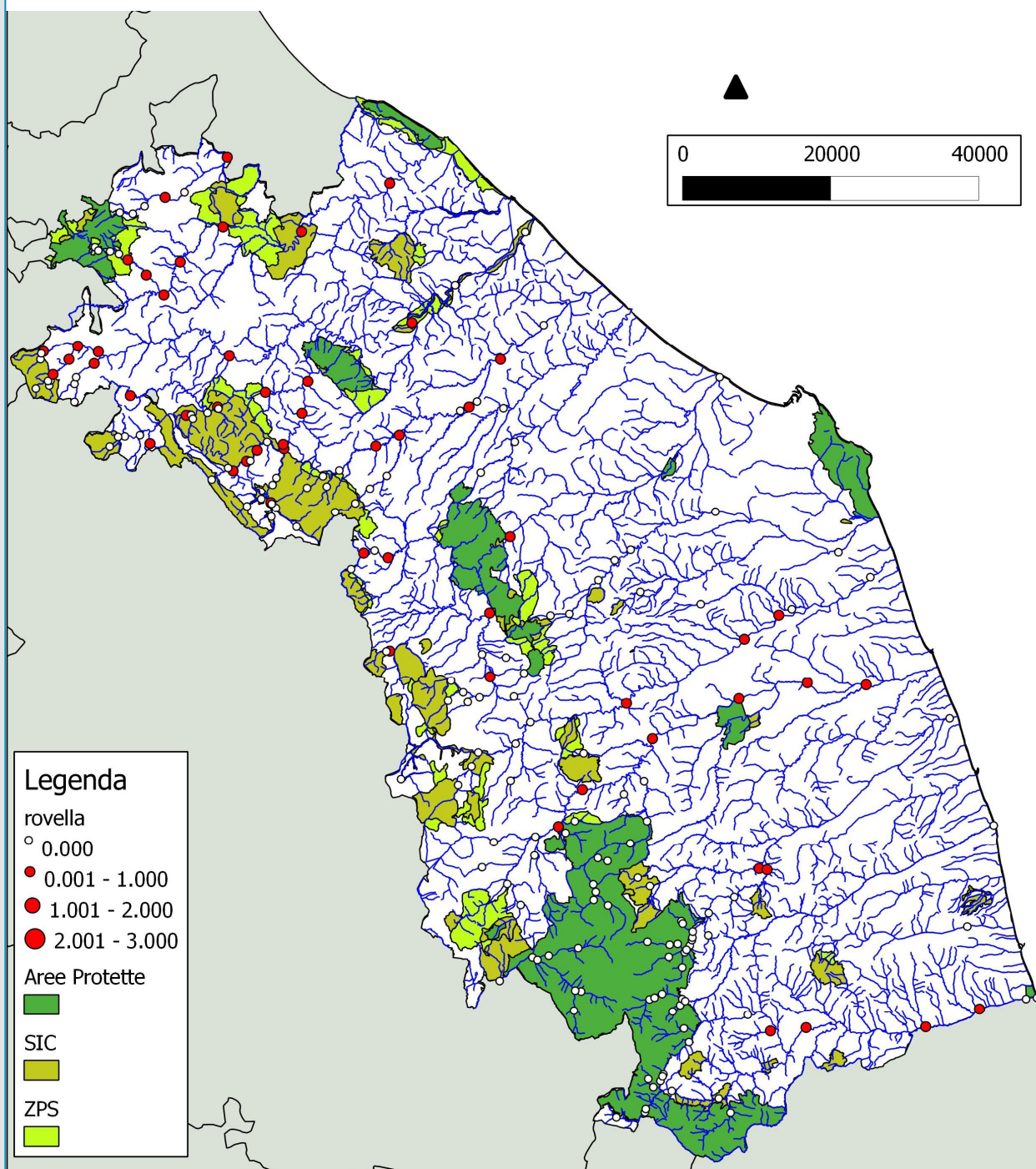


Figura 11.39 - Carta della distribuzione della rovella.

La sua presenza raggiunge valori percentuali più elevati nella provincia di Pesaro e Urbino, dove è pari al 45,95% dei siti indagati, ma frequenze elevate caratterizzano anche Ancona, con il 26,32% delle stazioni di campionamento; valori percentuali intermedi e prossimi fra loro si osservano nelle province di Macerata e Ascoli Piceno, dove sono pari rispettivamente al 17,46% e al 16,67%; Fermo appare in assoluto la realtà territoriale dove la specie risulta meno diffusa, con un valore pari al 5,26% del totale dei siti indagati (Tabella 11.14).

Per quanto riguarda i singoli bacini imbriferi, la specie è presente in tutti i corsi d'acqua più importanti della regione, ad eccezione dell'Aso, del Misa, del Musone, del Tesino e del Tevere. Le sue percentuali di rilevamento variano da un minimo del 9,52%, osservato nel Tenna (2 siti su 21 complessivamente indagati), ad un massimo del 70,00% nel Foglia (7 siti su 10 complessivamente indagati); frequenze progressivamente crescenti interessano il bacino del Potenza (3 siti su 13, pari al 23,08%), del Tronto (4 siti su 17, pari al 23,53%), del Chienti (6 siti su 24, pari al 25,00%), del Cesano (4 siti su 14, pari al 28,57%), dell'Esino (6 siti su 20, pari al 30,00%), del Conca (2 siti su 5, pari al 40,00%) e del Metauro (21 siti su 49, pari al 42,86%) (Tabella 11.15).

Per quanto riguarda l'abbondanza, la rovela nonostante le proprie piccole dimensioni, che potrebbero rappresentare da questo punto di vista un vantaggio, non si caratterizza quasi mai per raggiungere densità elevate. I valori di questo parametro risultano molto variabili ed oscillano fra un minimo di 0,001 ed un massimo di 0,493 ind m⁻², con una densità media pari a 0,093 ind m⁻².

Per quanto riguarda il confronto fra i valori di abbondanza registrati nelle diverse province (Figura 11.38) è possibile osservare come a Macerata e a Pesaro - Urbino si raggiungano le densità medie più elevate, con valori rispettivamente pari a 0,118 e 0,104 ind m⁻², mentre nell'unico sito di Fermo si osserva la minore media, pari a 0,01 ind m⁻².

Le differenze esistenti fra le diverse province nei valori medi di densità della rovela non risultano, tuttavia, significative al test statistico dell'analisi della varianza (Anova) ($F = 1,051$; $p = 0,390$).

1.4.20 - Salmerino di fonte (Figura 11.40)

Morfologia ed ecologia.

Il salmerino di fontana (o salmerino di fonte) presenta la forma caratteristica dei salmonidi, con un corpo allungato ed idrodinamico, che li rende particolarmente adatti a vivere nelle acque più impetuose e veloci, tipiche del tratto montano dei corsi d'acqua. La testa è allungata, con bocca terminale ed ampia, mascelle forti e munite di denti. Il dorso presenta una prima pinna dorsale, sostenuta esclusivamente da raggi molli, cui segue posteriormente una seconda pinna dorsale, molto piccola e non sostenuta da raggi (pinna adiposa). La pinna caudale è molto ampia e avente un profilo posteriore quasi rettilineo.

La livrea è vivacemente colorata: fondo verdastro, fittamente mazzato da macchie circolari gialle, che sul dorso sono unite tra loro; sotto alla linea laterale sono presenti altre macchie di colore rosso-arancio. La pinna dorsale, l'adiposa e la caudale sono verdi macchiate di giallo; le pettorali, l'anale e le ventrali sono orlate di bianco e di nero. Nei luoghi di origine il salmerino raggiunge taglie considerevoli fino a 80 cm di lunghezza e 9 -10 kg di peso; in Italia le sue dimensioni massime sono nettamente inferiori.

Rapporti con l'uomo e conservazione.

Il salmerino di fonte è un salmonide originario delle acque fredde e temperate del Nord America, con un areale originario esteso dalla coste Atlantiche del Canada fino ai grandi laghi e al bacino del Mississippi, in Georgia. Verso la fine del XIX secolo questo pe-

sce è stato introdotto in numerose località europee soprattutto per essere allevato o per andare incontro alle esigenze dei pescatori sportivi; la sua introduzione ha talvolta comportato dei risultati dannosi per la fauna ittica autoctona: può infatti predare varie specie di piccoli ciprinidi e competere con la trota fario, anche se spesso è proprio il salmerino ad essere escluso dalla località in cui è presente anche la trota.

In Italia la specie è acclimatata in alcuni corsi d'acqua di Val d'Aosta, Lombardia e Alto Adige, dove generalmente si localizza nella parte più montana e prossima alle sorgenti d'alta quota; può anche vivere in alcuni laghi alpini ghiacciati per buona parte dell'anno.

In Nord America alcune popolazioni si comportano da migratrici anadrome.

La specie è di origine esotica e quindi non riveste alcuna importanza dal punto di vista conservazionistico per le Marche.

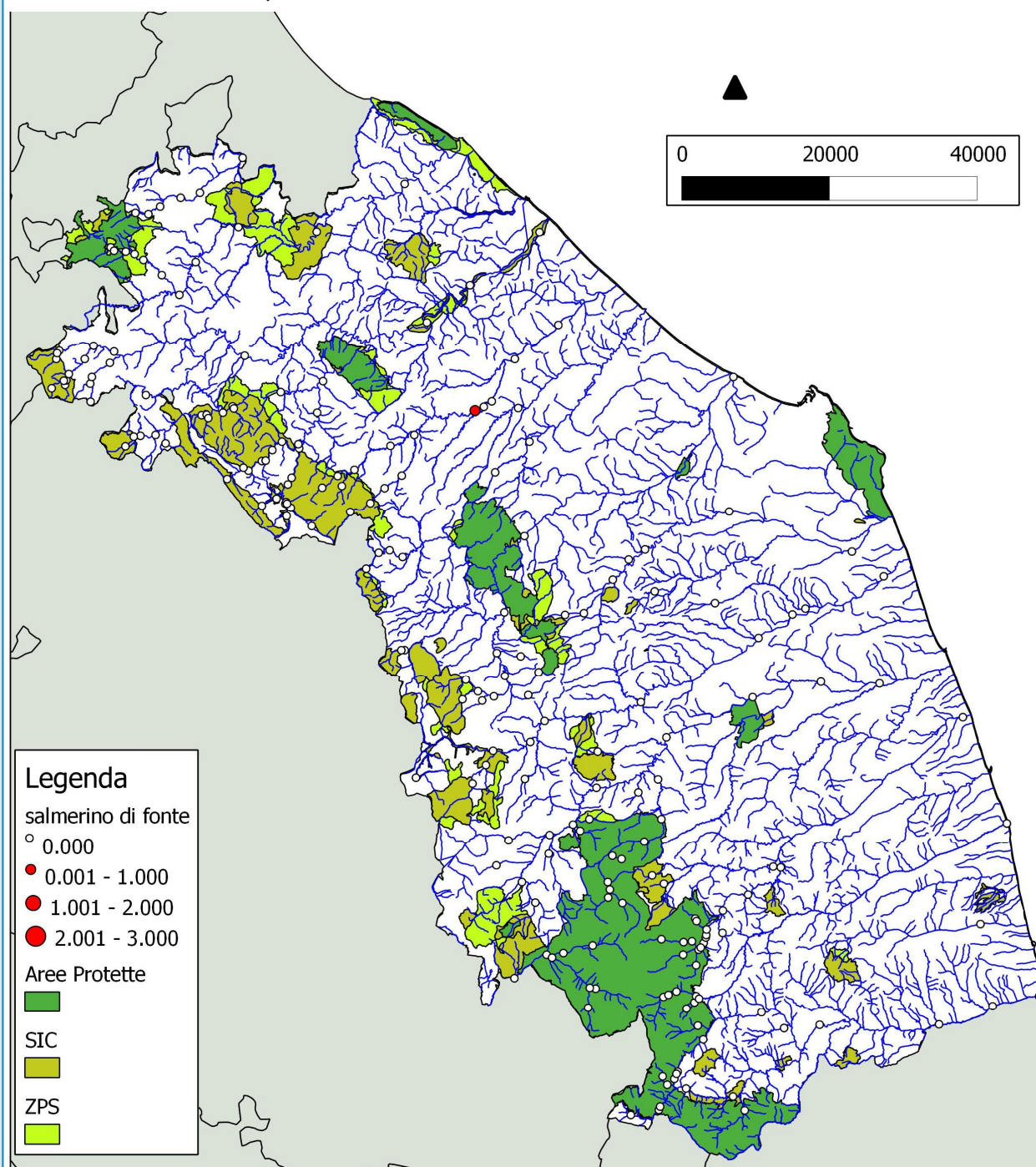


Figura 11.40 - Carta della distribuzione del salmerino di fonte.

Diffusione nelle Marche.

Il salmerino di fonte ha una distribuzione nelle Marche molto ristretta e limitata ad un'unica stazione di campionamento, localizzata nel tratto intermedio del fiume Cesano, in provincia di Ancona (ANO4CESA06) (Figura 11.40). La specie risulta di presenza del tutto occasionale in quanto catturata in un solo esemplare, di probabile origine domestica.

1.4.21 - Sanguinerola (Figura 11.41)

Morfologia ed ecologia.

La sanguinerola è un ciprinide, caratterizzato da piccola taglia (10-15 cm), di forma allungata e non molto schiacciata sui fianchi, con corpo coperto di scaglie di piccole dimensioni. La testa è abbastanza grande e arrotondata, con bocca leggermente rivolta verso

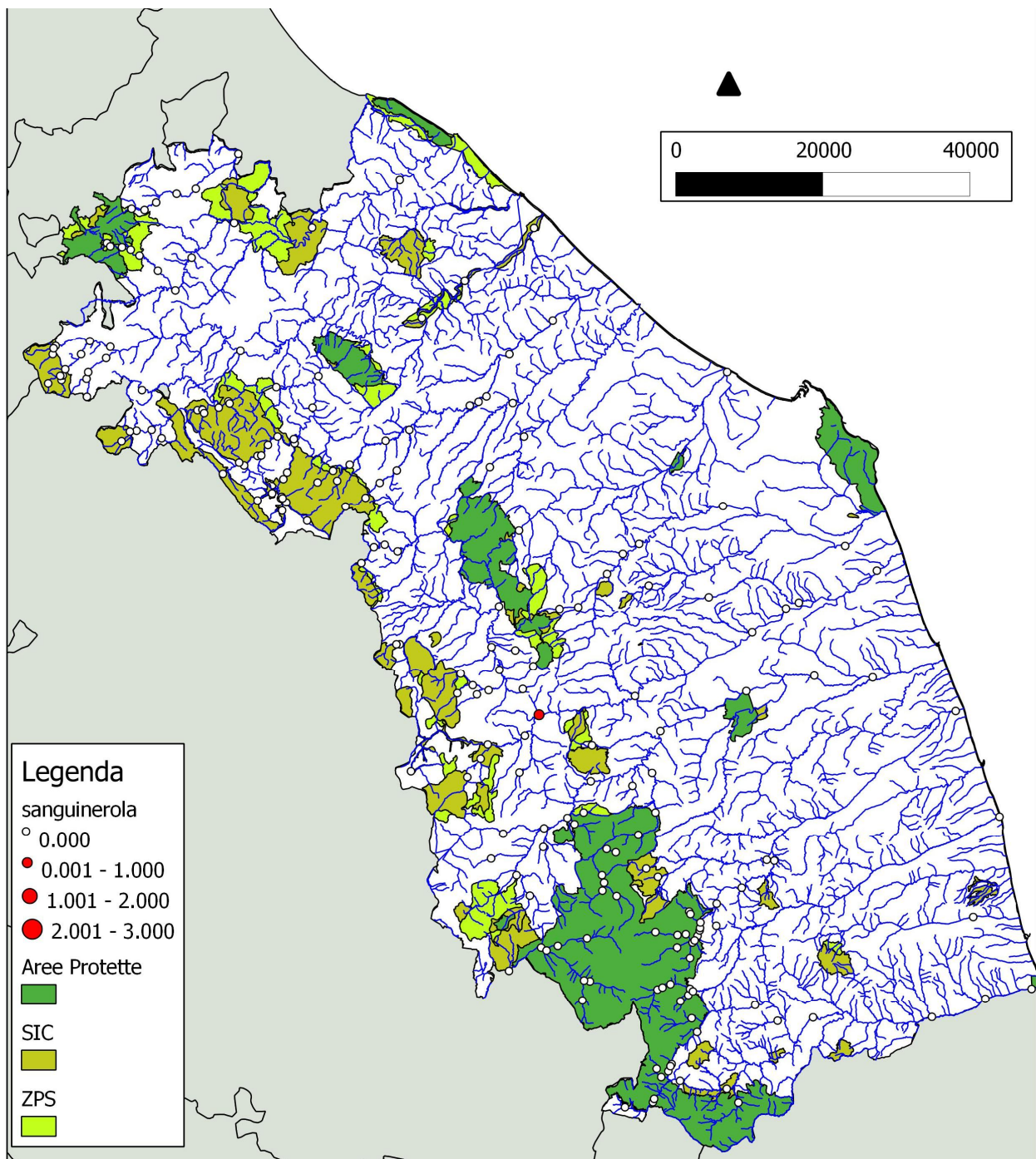


Figura 11.41 - Carta della distribuzione della sanguinerola.

l'alto. Il peduncolo caudale è sottile e tutte le pinne hanno base corta e forma arrotondata; la dorsale è posta circa alla metà del corpo, mentre la caudale è fortemente incisa e presenta i lobi arrotondati. La linea laterale non è continua, ma termina a metà del corpo.

La livrea varia in funzione del sesso e del periodo stagionale. I colori sono particolarmente vivaci durante la riproduzione, quando il maschio presenta una vistosa livrea nuziale: il dorso è bruno scuro e presenta alcune bande ancora più scure, il ventre, i fianchi, le pinne pari e l'anale sono rossi, mentre la parte inferiore del capo è nera. La femmina, i giovani ed i maschi al di fuori del periodo riproduttivo hanno colorazioni meno accese: il dorso e i fianchi sono di colore verde - bruno chiaro con macchie brune, il ventre è bianco.

La sanguinerola è una specie gregaria che forma branchi molto numerosi che stazionano in prossimità del fondo. La riproduzione avviene in tarda primavera (maggio - luglio). Ogni femmina produce fino a 1500 uova adesive che vengono deposte direttamente sul substrato (deposizione litofila). La sanguinerola vive nelle acque correnti e stagnanti, fredde e bene ossigenate, spingendosi talvolta anche molto in quota e popolando alcuni laghi alpini; in pianura vive nelle acque di risorgiva (Tortonese, 1970; Gandolfi *et al.*, 1991).

Rapporti con l'uomo e conservazione.

La sanguinerola è una specie diffusa sull'intero continente europeo, con l'eccezione dell'Italia meridionale, della Spagna meridionale e dell'Irlanda. Può vivere in ambienti molto diversi tra loro, che vanno dalle acque salmastre del Mar Baltico ai laghi alpini posti sopra i 2000 metri di quota. In Italia è indigena della pianura Padana, colonizzando i corsi d'acqua di tutto l'arco alpino e di alcuni tributari appenninici del Po, con una distribuzione abbastanza frammentaria e discontinua (Zerunian, 2004). E' molto probabilmente alloctona per le Marche (esotica traslocata), dal momento che per questa specie non si sono mai avute segnalazioni nel passato (Bianco, 1993).

Secondo l'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN, 2010) la sistematica del genere *Phoxinus* è molto lontana dall'essere risolta e diverse osservazioni suggeriscono che alcune specie sono tutt'ora confuse sotto il nome collettivo di *Phoxinus phoxinus* (Linneaus, 1758): recentemente è stata avanzata la proposta di separare le popolazioni italiane e quelle del versante Adriatico dei Balcani in una specie denominata *Phoxinus lumaireul* (Schinz, 1840) (Kottelat e Freyhof, 2007).

Sia *Phoxinus phoxinus* sia *Phoxinus lumaireul* vengono indicate dall'Unione per la Conservazione della Natura come specie a basso rischio di estinzione (Least Concern) (IUCN, 2010).

Diffusione nelle Marche.

La sanguinerola ha una distribuzione nelle Marche molto ristretta e limitata ad un'unica stazione di campionamento, localizzata nel tratto intermedio del fiume Potenza, in provincia di Macerata (MC08POTE04) (Figura 11.41). Tale segnalazione appare comunque di estremo interesse poiché, anche se allo stato attuale i dati sembrerebbero far propendere per un'origine alloctona di tale ritrovamento, non si può escludere categoricamente neanche la possibilità opposta (Marconi, 2009a), dal momento che non è facile immaginare come la specie possa essere giunta nel Potenza: la sanguinerola non è un pesce che possa essere facilmente manipolato dall'uomo. A rafforzare l'ipotesi dell'origine alloctona, c'è comunque il fatto che sia stata rilevata la presenza di un solo esemplare e che la specie nel passato non fosse mai stata segnalata nelle Marche. A rendere particolarmente interessante tale segnalazione, c'è però il fatto che nello stesso corso d'acqua in cui è stata rilevata la sanguinerola, è presente la lampreda padana, un'altra specie avente un'areale italiano concentrato in massima parte nella pianura Padana, rispetto al quale quella del Potenza rappresenta una popolazione disgiunta. Per tutti questi motivi appare necessario

un approfondimento delle conoscenze sulle caratteristiche e diffusione della sanguinerola nelle Marche, da effettuarsi mediante ulteriori campionamenti.

1.4.22 - Savetta (Figura 11.42)

Morfologia ed ecologia.

La savetta presenta una forma del corpo affusolata e compressa lateralmente; la bocca è infera, ad apertura rettilinea, munita di labbra cornee; il peritoneo, cioè la membrana che avvolge la cavità addominale dove sono contenuti gli organi interni, è di colore nero. La colorazione del corpo è grigio-verdastra sul dorso, argentea sui fianchi, bianco-giallastra sul ventre. Questa specie può raggiungere eccezionalmente i 40 cm di lunghezza. Morfologicamente è molto simile alla lasca, dalla quale si distingue per le maggiori dimen-

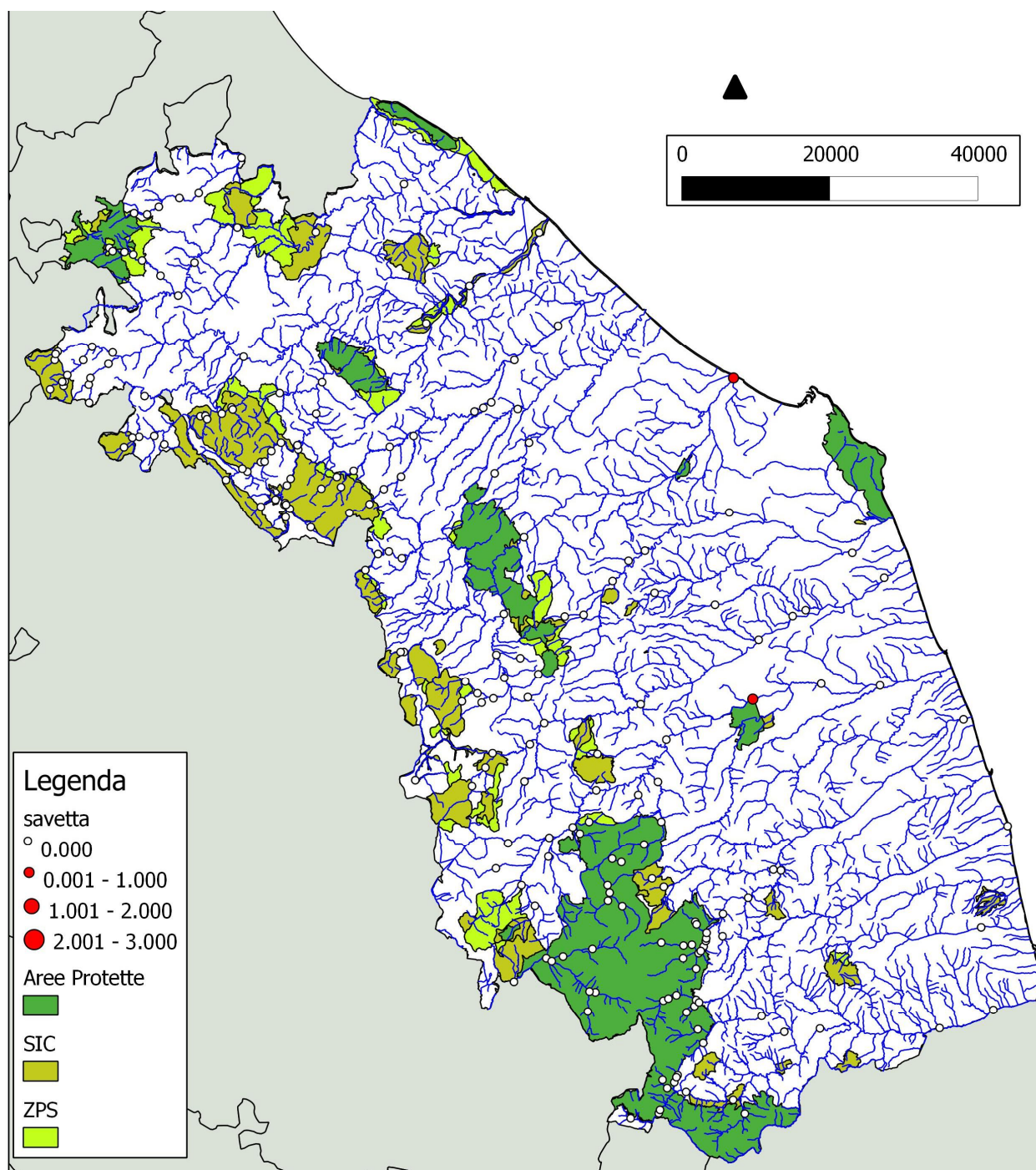


Figura 11.42 - Carta della distribuzione della savetta.

sioni e per l'altezza massima del corpo più sviluppata.

La savetta vive in piccoli gruppi nelle acque lacustri litorali, sublitorali e nelle acque fluviali limpide a corrente moderata con fondali sassosi. Si alimenta di piccoli invertebrati di fondo, di detrito vegetale e di germogli di piante acquatiche. Si riproduce nei mesi di aprile e maggio.

Rapporti con l'uomo e conservazione.

L'areale originario della savetta *Chondrostoma soetta* Bonaparte, 1840 comprende gran parte della pianura Padana, includendo il Po, con i suoi tributari sia di destra che di sinistra idrografica, il Tagliamento, il Brenta, il Piave e l'Adige; nell'Isonzo e nella Slovenia è localmente estinta a causa dell'introduzione del congenerico naso *Chondrostoma nasus* (Linnaeus, 1758).

La savetta non è segnalata nei corsi d'acqua che sfociano nell'Adriatico a sud del Po; è quindi una specie introdotta nelle Marche (esotica traslocata) e poche sono le informazioni sulle caratteristiche delle popolazioni presenti.

Nel "Libro Rosso degli animali d'Italia - Vertebrati" (Bulgarini *et al.*, 1998) la savetta è considerata "vulnerabile"; per Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN, 2011) è da considerarsi in specie via di estinzione (Endangered). Nella Direttiva 92/43/CEE (Direttiva Habitat) rientra tra le specie animali e vegetali d'interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione (Allegato II); è inclusa fra le specie protette nella Convenzione di Berna (Allegato III).

Diffusione nelle Marche.

La savetta ha una distribuzione nelle Marche ridotta a due sole stazioni di campionamento, presenti una in provincia di Macerata, nel Chienti, e l'altra in provincia di Ancona, nell'Esino (Figura 11.42). In entrambi i casi le abbondanze rilevate per la specie sono estremamente esigue, variando le densità da 0,001 (stazione di campionamento: ANO6ESIN07) a 0,003 ind m⁻² (stazione di campionamento: MC09CHIE06).

11.4.23 - Scazzone (Figura 11.44)

Morfologia ed ecologia.

Lo scazzone presenta un capo molto grande, con bocca ampia e munita di piccoli denti; gli occhi, molto sviluppati, sono situati nella parte superiore della testa. La sua pelle è nuda, le pinne pettorali sono molto sviluppate e l'opercolo è munito di due spine. Lo scazzone è privo di vescica gassosa. Il dorso presenta una colorazione bruno-grigiastra a chiazze irregolari, il ventre è biancastro. Tale colorazione ha una funzione essenzialmente mimetica con lo scopo di confondere gli esemplari contro lo sfondo ambientale rappresentato dalle rocce e la ghiaia che compongono l'alveo fluviale dei corsi d'acqua in cui lo scazzone vive. È una specie di piccola taglia: la lunghezza massima raggiungibile è pari a 10-15 cm. Lo scazzone vive nelle acque correnti, fresche ed ossigenate con fondali sabbiosi ricchi di ghiaia

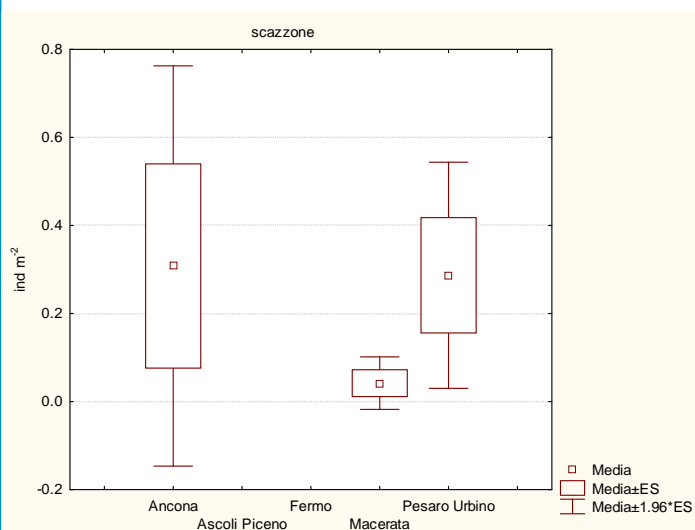


Figura 11.43 - Confronto fra le densità dello scazzone nel campione disaggregato per provincia.

Provincia	Assenza	Presenza	Stazioni totali	%
Ancona	17	2	19	10,53
Ascoli Piceno	24	0	24	0,00
Fermo	19	0	19	0,00
Macerata	55	8	63	12,70
Pesaro Urbino	67	7	74	9,46

Tabella 11.16 - Frequenze di reperimento dello scazzone nelle province delle Marche.

e pietre, sotto le quali si rifugia (zona dei salmonidi fino alle quote più elevate). È una specie territoriale, attiva soprattutto di notte. Si nutre di larve d'insetti, piccoli crostacei, uova, avannotti di trota e piccoli pesci. La specie si riproduce nei mesi tra marzo e maggio.

Lo scazzone è molto esigente dal punto di vista della qualità ambientale: questo fattore ha determinato un sensibile decre-

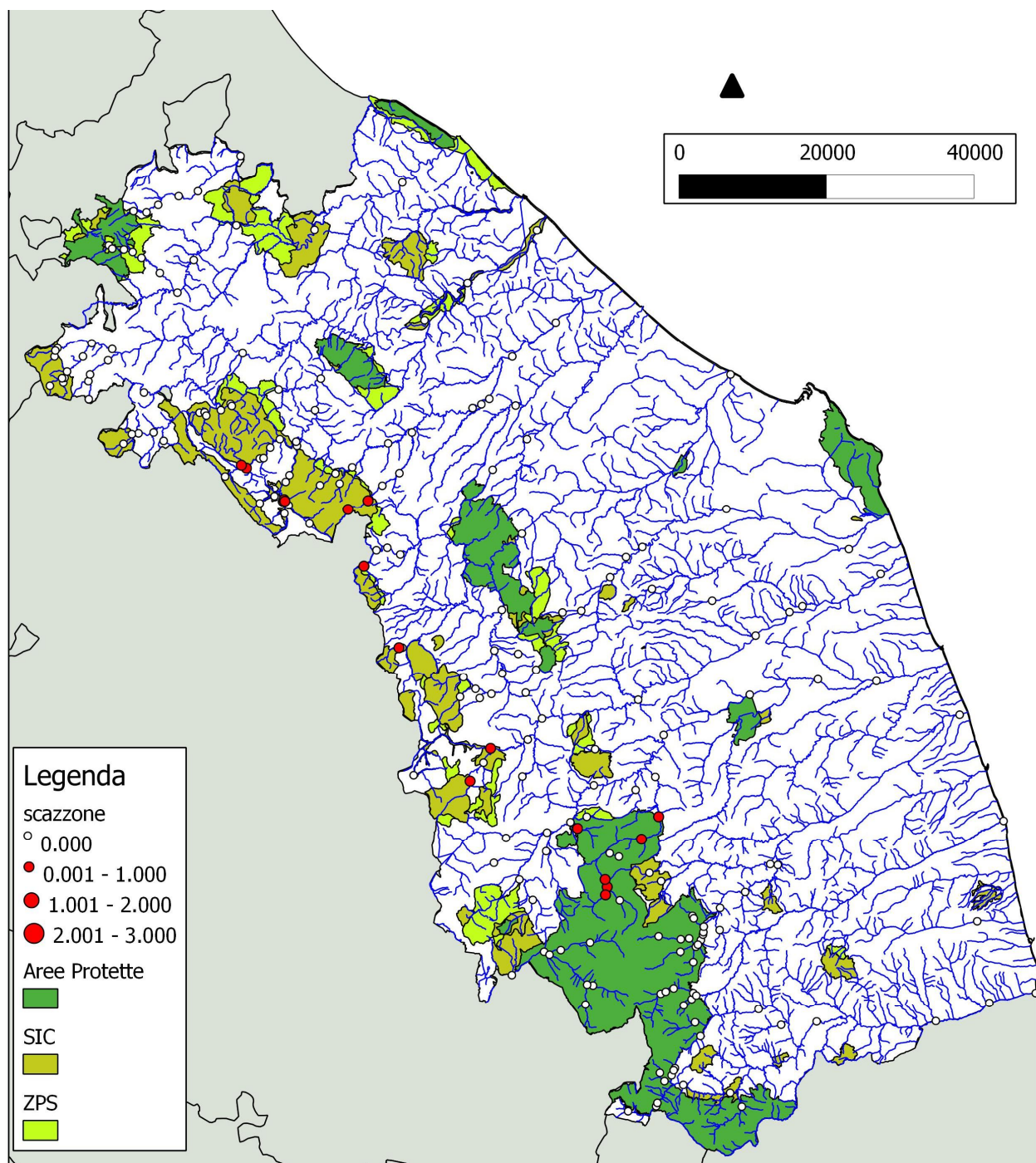


Figura 11.44 - Carta della distribuzione dello scazzone.

Bacino	Assenza	Presenza	Stazioni totali	%
Aso	7	0	7	0,00
Cesano	12	2	14	14,29
Chienti	18	6	24	25,00
Conca	5	0	5	0,00
Esino	18	2	20	10,00
Foglia	10	0	10	0,00
Metauro	44	5	49	10,20
Misa	2	0	2	0,00
Musone	8	0	8	0,00
Potenza	11	2	13	15,38
Tenna	21	0	21	0,00
Tesino	1	0	1	0,00
Tevere	8	0	8	0,00
Tronto	17	0	17	0,00

Tabella 11.17 - Frequenze di reperimento dello scazzone nei bacini imbriferi dei principali fiumi delle Marche.

verso il versante adriatico si spinge a sud fino alle Marche, che rappresentano quindi uno dei limiti meridionali dell'areale europeo della specie, assieme al bacino del Tevere per il versante tirrenico (Lorenzoni *et al.*, 2010a).

Considerando l'ampio areale in cui è diffuso e la notevole variabilità morfologica osservata, è stato suggerito che probabilmente *Cottus gobio* Linnaeus, 1758 si compone di più specie distinte (IUCN, 2011). Di recente, ad esempio, è stata proposta la separazione della popolazione presente nelle sorgenti del fiume Timavo in una specie a sé stante: *Cottus scaturigo* Freyhof, Kottelat e Nolte, 2005 (Kottelat e Freyhof, 2007).

Per l'Unione Internazionale della Natura (IUCN 2010) lo scazzone deve considerarsi a basso rischio ("Least Concern"), mentre nel "libro rosso degli animali d'Italia - vertebrati" lo scazzone è considerato "vulnerabile" (Bulgarini *et al.*, 1998). La specie è riportata nella Direttiva Habitat tra le "specie animali e vegetali d'interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione" (Allegato II).

Diffusione nelle Marche.

Lo scazzone è stato rinvenuto in un numero considerevole di stazioni di campionamento che interessano soprattutto la parte montana dei corsi d'acqua della regione Marche; il limite sud della distribuzione della specie sembra essere quindi costituito dal bacino del Chienti e non dal Potenza, come talvolta riportato in letteratura (Bianco, 1993; Kottelat e Freyhof, 2007) (Figura 11.44).

Lo scazzone è risultato presente in provincia di Macerata, dove è stato rinvenuto con le maggiori frequenze di tutta la Regione (8 siti su 63 campionati, pari al 12,70% del totale), in provincia di Ancona (2 siti su 19 campionati, pari al 10,53% del totale) e in quella di Pesaro e Urbino (7 siti su 74 campionati, pari al 9,46% del totale); nessuna cattura è stata effettuata nel territorio amministrativo di Fermo e di Ascoli Piceno (Tabella 11.16).

Per quanto riguarda i bacini imbriferi la specie è risultata presente soltanto nel Cesano (catturato in 2 siti su 14 indagati, pari al 14,29% del totale), nel Chienti dove raggiunge le frequenze più elevate (6 siti su 24 indagati, pari al 25,00% del totale), nell'Esino (2 siti su 20 indagati, pari al 10,00% del totale), nel Metauro (5 siti su 49 indagati, 10,20% del

mento delle popolazioni in tutto l'areale italiano. E', inoltre, una specie bentonica e come tale risente negativamente anche delle alterazioni della composizione del fondo dei corsi d'acqua.

Rapporti con l'uomo e conservazione.

Lo scazzone *Cottus gobio* Linnaeus, 1758 ha una distribuzione molto ampia in Europa che lungo la latitudine spazia dalla Scandinavia, Russia ed Estonia, fino all'Italia ed alla Bulgaria, mentre con la longitudine comprende la parte orientale della Francia fino alla Romania. Lo scazzone è una specie autoctona in Italia, dove è diffusa in tutto l'arco alpino, nelle risorgive delle pianura Padana e, in maniera discontinua, nei due versanti dell'Appennino Tosco - Emiliano. Nel

totale) e nel Potenza (2 siti su 13 indagati, 15,38% del totale) (Tabella 11.17).

Per quanto riguarda le abbondanze che le diverse popolazioni di scazzone presentano nel territorio della regione Marche, si può osservare come talvolta le densità possano risultare anche localmente elevate: il valore di tale parametro, infatti, oscilla in un range compreso fra un minimo ed un massimo rispettivamente di 0,001 e 0,989 ind m⁻², con un valore medio pari a 0,174 ind m⁻².

Il confronto fra le densità medie raggiunte nelle diverse province è illustrato nella figura 11.43; l'analisi evidenzia come ad Ancona e a Pesaro Urbino si registrino valori pari rispettivamente a 0,308 e 0,287 ind m⁻², che risultano più elevati rispetto alla provincia di Macerata, dove il valore medio è pari a 0,042 ind m⁻². Le differenze osservate non risultano, tuttavia, significative al test statistico dell'analisi della varianza (Anova) ($F = 2,106$; $p =$

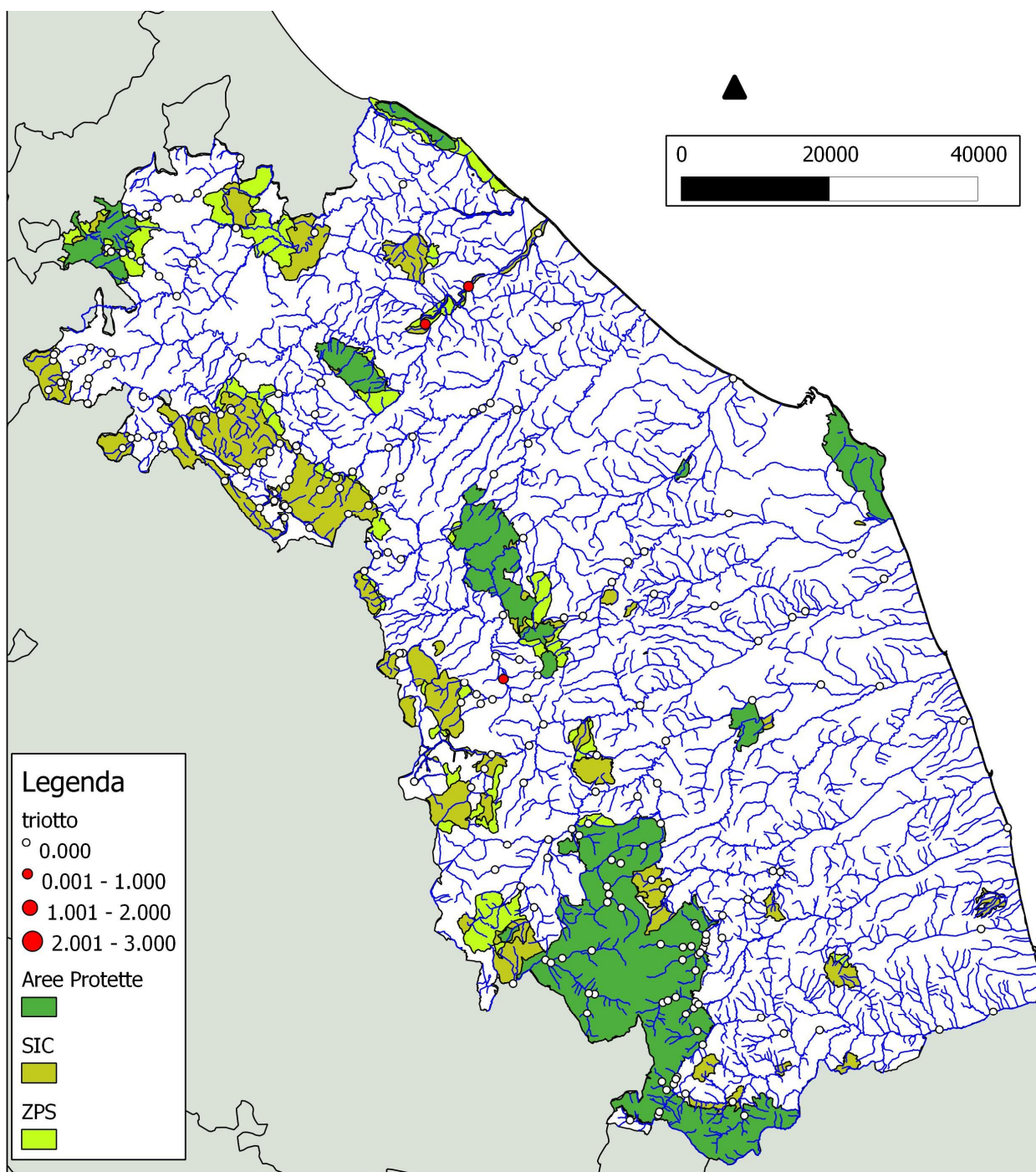


Figura 11.45 - Carta della distribuzione del triotto.

0,159).

11.4.24 - Triotto (Figura 11.45)

Morfologia ed ecologia.

Il triotto presenta un corpo fusiforme, con testa piccola, occhio relativamente grande e di colore generalmente rossastro; bocca di piccole dimensioni e leggermente rivolta verso il basso in modo analogo alla rovella, specie che gli è molto simile e con la quale il triotto viene spesso confuso. Il corpo presenta un colore grigio, più scuro dorsalmente con la regione ventrale bianca; i fianchi sono percorsi da una banda scura che si estende dall'opercolo al peduncolo caudale. La taglia è medio - piccola, con lunghezza totale massima di poco superiore a 20 cm. Come avviene nel caso della rovella, ma in modo molto meno vistoso tanto da sfuggire spesso all'osservazione, durante il periodo riproduttivo gli esemplari di sesso maschile presentano, in corrispondenza del capo, i tubercoli nuziali.

Il triotto ha un comportamento gregario e vive in branchi molto numerosi. Predilige ambienti ricchi di vegetazione, con fondali sabbiosi o fangosi. Colonizza le acque stagnanti e i tratti medio terminali dei corsi d'acqua, dove la velocità di corrente è debole. La dieta è onnivora: si ciba prevalentemente di invertebrati bentonici e di alghe o piante acquatiche.

Rapporti con l'uomo e conservazione.

Il triotto è endemico dell'Italia settentrionale, dove è ampiamente diffuso: il suo areale si estende a tutta la pianura Padana e la specie è stata segnalata anche in alcuni bacini Adriatici della Slovenia. Il limite meridionale della sua distribuzione originaria nell'Adriatico dovrebbe essere costituito dal Reno, a sud del quale non compare nelle collezioni conservate nei musei (Bianco, 1993).

Non tutti gli autori concordano nella validità del nome scientifico *Rutilus erythrophthalmus* Zerunian, 1982, molto utilizzato in Italia (Gandolfi *et al.*, 1991), ma che da molti viene considerato un sinonimo di *Rutilus aula* (Bonaparte, 1841) (Kottelat e Freyhof, 2007).

Per lungo tempo il triotto è stato confuso con la rovella *Rutilus rubilio* (Bonaparte, 1837), una specie morfologicamente molto simile e dalle caratteristiche ecologiche praticamente identiche. Le due specie possono essere considerate vicarianti, cioè hanno areali che si estendono su territori contigui senza sovrapporsi: il triotto è endemico del distretto ittico geografico Padano - Veneto, la rovella di quello Italo - Peninsulare (Zerunian, 2004). Il triotto è stato introdotto in molte altre località italiane in seguito ad immissioni accidentali legate ai ripopolamenti (Zerunian, 2004).

La specie è quindi d'origine alloctona per le Marche (esotica traslocata) e probabilmente è causa d'impatti negativi sulle popolazioni di alcune specie indigene. È nota, infatti, l'esistenza di un fenomeno di esclusione competitiva a causa del quale il triotto tende a rimpiazzare l'indigena rovella nelle acque in cui viene introdotto, soprattutto se stagnanti (Arillo e Mariotti, 2006). Per i motivi sopra esposti per questa specie non si ritiene necessario adottare misure di conservazione nelle Marche. È comunque una specie endemica del Bacino del Mediterraneo ed è indicata nella Red List dell'Unione per la Conservazione della Natura (IUCN, 2011) e in "The Status and Distribution of Freshwater Fish Endemic to the Mediterranean Basin" (Smith e Darwall, 2006) nella categoria "a basso rischio" ("Least Concern").

Diffusione nelle Marche.

Il triotto è stato rinvenuto in sole 3 stazioni di campionamento e in due corsi d'acqua della regione: il Metauro (2 siti, in provincia di Pesaro e Urbino) e l'Esino (1 sito) in provincia di Macerata: si è trattato in tutti i casi di settori fluviali collinari della parte mediana del

corso di tali fiumi (Figura 11. 45). Le frequenze percentuali di rinvenimento per la specie sono sempre molto basse: provincia di Pesaro e Urbino (2 siti su 74 indagate) pari al 2,70% del totale, provincia di Macerata (1 sito su 63 indagati) pari all'1,59% del totale; bacino del fiume Metauro (2 siti su 49 indagati) pari al 4,08% del totale; bacino del fiume Esino (1 sito su 20 indagati) pari al 5,00% del totale.

Le densità raggiunte dalla specie risultano sempre molto scarse: la statistica descrittiva dell'abbondanza del triotto nei 3 siti in cui è risultato presente evidenzia valori che oscillano fra un minimo di 0,0003 ind m⁻² (stazione di campionamento: PU03MEAU04) ad un massimo di 0,189 ind m⁻² (stazione di campionamento: MCO6ESIN03), con un valore medio di 0,097 ind m⁻².

La scarsa diffusione, l'estrema localizzazione e le basse densità raggiunte dalle popolazioni costituiscono tutti elementi positivi che potrebbero favorire l'eventuale predisposizione dei piani di contenimento o di eradicazione della specie.

11.4.25 - Trota fario (Figura 11.47)

Morfologia ed ecologia.

La trota fario ha una forma del corpo allungata e leggermente compressa sui fianchi; la testa è robusta e la bocca terminale è grande e munita di forti denti. La colorazione può essere molto variabile anche in funzione dell'ambiente in cui gli esemplari vengono catturati; il dorso è in genere da bruno - scuro; tipica è la presenza di piccole macchie nere e rosse di forma circolare disposte sui fianchi e sulla testa; le macchie rosse possono essere del tutto assenti o la livrea assumere una colorazione quasi completamente argentea, soprattutto nelle popolazioni che popolano gli ambienti lacustri. Nei giovani, lungo i fianchi sono presenti delle macchie violacee di forma ellittica (macchie parr). In ambienti con una buona produttività, questa specie può raggiungere ed oltrepassare i 50 cm di lunghezza.

La trota fario predilige acque a corrente molto rapida, fresche, limpide e ben ossigenate, con fondo roccioso, sassoso o ghiaioso; colonizza la parte montana dei corsi d'acqua (zona superiore ed inferiore della trota) in cui rappresenta la specie dominante. È presente anche nei laghi di alta quota, ossigenati ed oligotrofi. Si nutre d'invertebrati acquatici e terrestri e di altri pesci. Nel centro Italia la riproduzione delle trote avviene nei mesi di dicembre e gennaio, con code prolungate fino ad inizio primavera (Caputo, 2003). In questo periodo gli esemplari che hanno raggiunto la maturità sessuale risalgono i corsi d'acqua alla ricerca delle aree più adatte per la deposizione delle uova (zone di frega). Qui le femmine

scavano con la coda una buca sul fondale ghiaioso, in cui vengono deposte le uova; una volta che le uova sono state fecondate dal maschio, il nido viene ricoperto e sorvegliato.

Rapporti con l'uomo e conservazione.

La trota fario *Salmo trutta trutta* Linnaeus, 1758 è una specie di notevole interesse economico e sportivo e l'elevata pressione di pesca determina spesso il ricorso ai ripopolamenti, che a loro volta possono favorire lo sviluppo di un fenomeno pericoloso per la perdita della diversità biologica: l'inquinamento genetico. Molto spesso, infatti, nelle semine si utilizzano

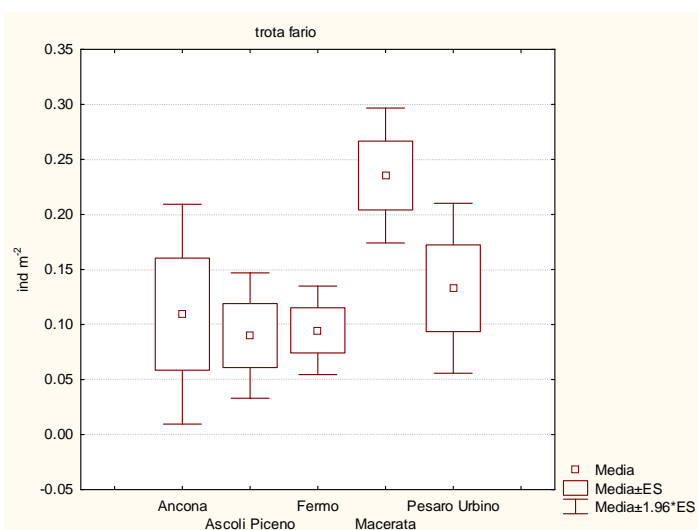


Figura 11.46 - Confronto fra le densità della trota fario nel campione disaggregato per provincia.

Provincia	Assenza	Presenza	Stazioni totali	%
Ancona	11	8	19	42,11
Ascoli Piceno	6	18	24	75,00
Fermo	4	15	19	78,95
Macerata	13	50	63	79,37
Pesaro Urbino	28	46	74	62,16

Tabella 11.18 - Frequenze di reperimento della trota fario nelle province delle Marche.

esemplari allevati di ceppo genetico diverso da quello delle popolazioni indigene. Pertanto, l'incrocio tra gli esemplari allevati e le popolazioni autoctone genera nuove combinazioni che possono rivelarsi poco adatte agli ambienti naturali. Le popolazioni di ceppo mediterraneo fin'ora studiate mostrano caratteristiche morfologiche che le rendono riconoscibili da quelle atlantiche: macchia preopercolare scura, ben definita; macchie parr verdastro - azzurre lungo i fianchi, anche nei soggetti adulti; mac-

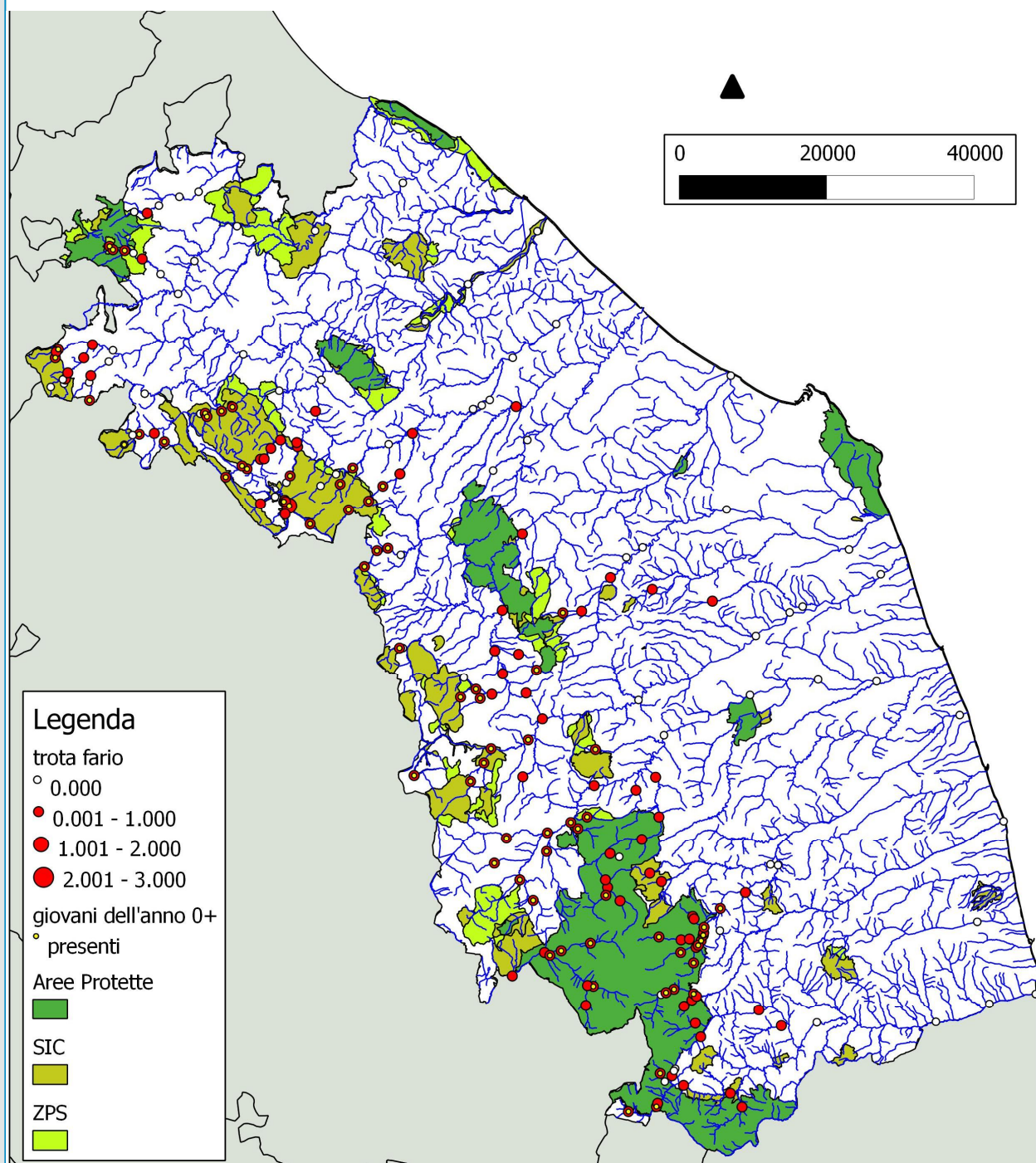


Figura 11.47 - Carta della distribuzione della trota fario.

Bacino	Assenza	Presenza	Stazioni totali	%
Aso	1	6	7	85,71
Cesano	6	8	14	57,14
Chienti	4	20	24	83,33
Conca	4	1	5	20,00
Esino	5	15	20	75,00
Foglia	6	4	10	40,00
Metauro	15	34	49	69,39
Misa	2	0	2	0,00
Musone	4	4	8	50,00
Potenza	5	8	13	61,54
Tenna	4	17	21	80,95
Tesino	1	0	1	0,00
Tevere	0	8	8	100,00
Tronto	5	12	17	70,59

Tabella 11.19 - Frequenze di rinvenimento della trota fario nei bacini imbriferi dei principali fiumi delle Marche.

chiettatura rossa e nera fine diffusa sui fianchi e sulle pinne dorsali e adiposa; testa relativamente grande e pinne ben sviluppate (Lorenzoni *et al.*, 2010a).

La sistematica dei salmonidi dell'Europa meridionale è particolarmente complessa e deve essere ancora del tutto chiarita: per alcuni anni si è ritenuto di attribuire tutte le trote di ceppo mediterraneo a *Salmo macrostigma* (Dumeril, 1858), ma oggi si preferisce restringere alle sole popolazioni Nord Africane l'uso di tale binomio. Per le trote autoctone di ceppo mediterraneo del versante Adriatico Italiano recentemente è stato riproposto l'utilizzo di *Salmo cenerinus* Ghie-reghini, 1847, in passato ritenuto un sinonimo più recente di *Salmo trutta* e

come tale abbandonato (Kottelat e Freyhof, 2007). Tale trota adriatica sarebbe distinta dalla congeneriche presenti in Italia dalla combinazione di alcuni caratteri morfologici distintivi: macchie parr allungate in verticale, pinna caudale leggermente smarginata; colorazione del corpo non marmorata, macchie rosse non limitate alla linea laterale, macchie nere o marrone scuro presenti sui fianchi (Kottelat e Freyhof, 2007). La diagnosi morfologica necessita di ulteriori approfondimenti, ma la distinzione dalle altre forme di trota presenti nel Mediterraneo risulta suffragata dai dati genetici (Splendiani *et al.*, 2006). *Salmo cenerinus* non è tuttavia ritenuto da tutti gli autori come un binomio valido per indicare le trote di ceppo mediterraneo presenti nei corsi d'acqua Adriatici dell'Appennino centrale: per Zerunian (2003) la descrizione del tipo viene considerata vaga e potrebbe adattarsi a un gran numero di salmonidi e si ritiene che si riferisca ad esemplari di trota marmorata. La descrizione originaria di Chiereghini, comunque, permette di escludere totalmente tale ipotesi (Nardo, 1847).

Nel "Libro rosso degli animali d'Italia" (Bulgarini *et al.*, 1998), la trota fario viene considerata "in pericolo". Nella Lista Rossa dell'Unione per la Conservazione della Natura (IUCN, 2011) *Salmo macrostigma* è inserita nella categoria "DD" (Data Deficient), mentre *Salmo cenerinus* è considerata non valutabile ("Not Evaluated"). *Salmo macrostigma* è anche l'unica trota "fario" mediterranea ad essere inserita nell'allegato II della Direttiva Habitat e ciò costituisce una grave lacuna, che dipende probabilmente dall'utilizzo di una nomenclatura ormai superata dalle più recenti acquisizioni scientifiche. Ciò pone dei seri problemi di conservazione per le altre forme di trota mediterranea che vengono in tal modo escluse da ogni possibile misura di tutela comunitaria, pur essendo fortemente minacciate da vari tipi di impatto antropico: si ritiene che in assenza di un aggiornamento degli allegati della Direttiva Habitat, alla macrostigma potrebbero essere ricondotte tutte le popolazioni italiane di trota di ceppo mediterraneo.

Diffusione nelle Marche.

La trota fario è indubbiamente la specie più diffusa delle Marche (Figura 11.47): è stata rinvenuta praticamente in tutti i tratti montani dei principali corsi d'acqua della regione, anche se la sua diffusione è artificialmente ampliata dall'uomo e risente in maniera molto pronunciata dell'ampio utilizzo della pratica dei ripopolamenti. La carta della figura

11.47 riporta, oltre che la presenza della specie, anche la distribuzione dei giovani nati dell'anno (classe 0+). Dal confronto fra i dati riportati sulla carta è possibile verificare come solo in una parte delle stazioni in cui sono presenti gli adulti, essi appaiono anche in grado di riprodursi; si osserva anche come la diffusione della specie sia stata probabilmente ampiamente estesa in modo artificiale soprattutto verso valle.

La specie è ampiamente presente in tutte le province e nei bacini imbriferi di tutti corsi d'acqua principali, ad eccezione del Misa e del Tesino. Per quanto riguarda le province (Tabella 11.18), frequenze di presenza molto elevate ed abbastanza omogenee caratterizzano tutti territori, con l'unica eccezione di Ancona che appare leggermente penalizzata rispetto alle altre: la fario è stata rinvenuta in 8 siti su 19, con una percentuale pari al 42,11% del totale. Le frequenze più elevate sono raggiunte da Macerata, con il 79,37% dei siti totali (presenze in 50 siti su 63 indagati), segue Fermo con il 78,95% (15 siti su 19 indagati), Ascoli Piceno con il 75,00% (18 siti su 24 indagati) e leggermente distaccata anche la provincia di Pesaro e Urbino, con il 62,16% (46 siti su 74 indagati).

Per quanto riguarda i bacini imbriferi dei principali fiumi delle Marche (Tabella 11.19), a parte il Misa ed il Tesino, dove la specie è risultata assente, le frequenze di ritrovamento della fario risultano sempre elevate e variano fra un minimo del 20,00%, proprio del fiume Conca (presenza della fario in un sito su 5 campionati), ad un massimo del 100,00% del Tevere (presenza della fario in 8 siti su 8 campionati); percentuali molto elevate e sempre superiori all'80% si sono registrate anche nell'Aso (6 siti su 7, pari all'85,71% del totale), nel Chienti (20 siti su 24, pari all'83,33%) e nel Tenna (17 siti su 21, pari all'80,95%).

Le densità della trota risultano molto variabili, ma generalmente abbastanza elevate: la statistica descrittiva dell'abbondanza nei 137 siti in cui la fario è risultata presente evidenzia valori che oscillano fra un minimo di 0,001 ad un massimo di 1,385 ind m⁻², con un valore medio di 0,159 ind m⁻²: ciò significa che nei corsi d'acqua vocati a salmonidi mediamente si osservano fra 1 e 2 trote per ogni 10 m² di superficie, con picchi superiori ad una fario ogni m² nelle situazioni più favorevoli.

Per quanto riguarda le abbondanze medie raggiunte dalla specie nel campione disaggregato per provincia, dall'analisi della Figura 11.46 si può osservare come i valori di densità siano abbastanza livellati per tutta la regione, con l'eccezione di Macerata che, con il valore di 0,235 ind m⁻², si eleva al di sopra delle medie raggiunte dalle altre province; fra queste, il valore medio più basso si registra ad Ascoli Piceno (0,090 ind m⁻²), molto simile è quello di Fermo (0,095 ind m⁻²), mentre leggermente più elevati sono i valori di Ancona (0,109 ind m⁻²) e di Pesaro - Urbino (0,133 ind m⁻²). All'analisi della varianza (Anova) le differenze osservate nel confronto fra le province sono risultate statisticamente significative (F = 2,654; p = 0,036).

quello di Fermo (0,095 ind m⁻²), mentre leggermente più elevati sono i valori di Ancona (0,109 ind m⁻²) e di Pesaro - Urbino (0,133 ind m⁻²). All'analisi della varianza (Anova) le differenze osservate nel confronto fra le province sono risultate statisticamente significative (F = 2,654; p = 0,036).

11.4.26 - Trota iridea (Figura 11.49)

Morfologia ed ecologia.

La trota iridea presenta una forma del corpo slanciata e compressa lateralmente; la bocca è generalmente più piccola che nella trota fario; come tutti

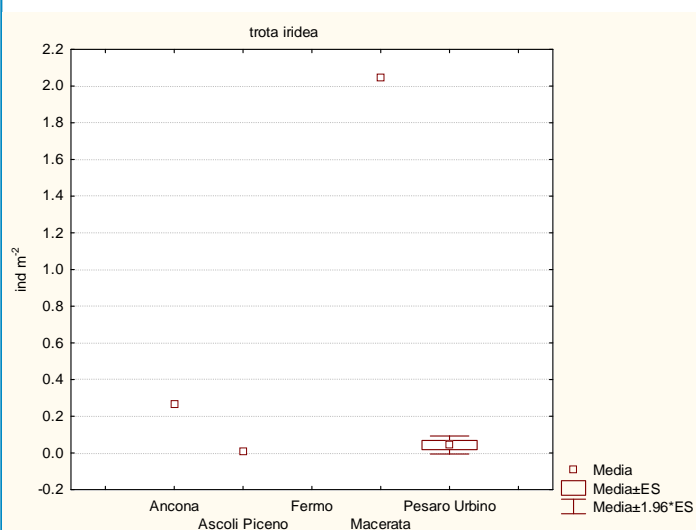


Figura 11.48 - Confronto fra le densità della trota iridea nel campione disaggregato per provincia.

Provincia	Assenza	Presenza	Stazioni totali	%
Ancona	18	1	19	5,26
Ascoli Piceno	23	1	24	4,17
Fermo	19	0	19	0,00
Macerata	62	1	63	1,59
Pesaro Urbino	68	6	74	8,11

Tabella 11.19 - Frequenze di reperimento della trota iridea nelle province delle Marche.

i salmonidi presenta una seconda piccola pinna dorsale, posta posteriormente alla prima, e priva di raggi che la sostengono (pinna adiposa).

La colorazione del corpo è assai variabile, anche in funzione degli ambienti in cui il pesce vive e si accresce: di solito, il dorso è verde-bruno scuro con piccole macchie nere che sono presenti anche sulla pinna dorsale e sulla caudale; lungo i fianchi corre

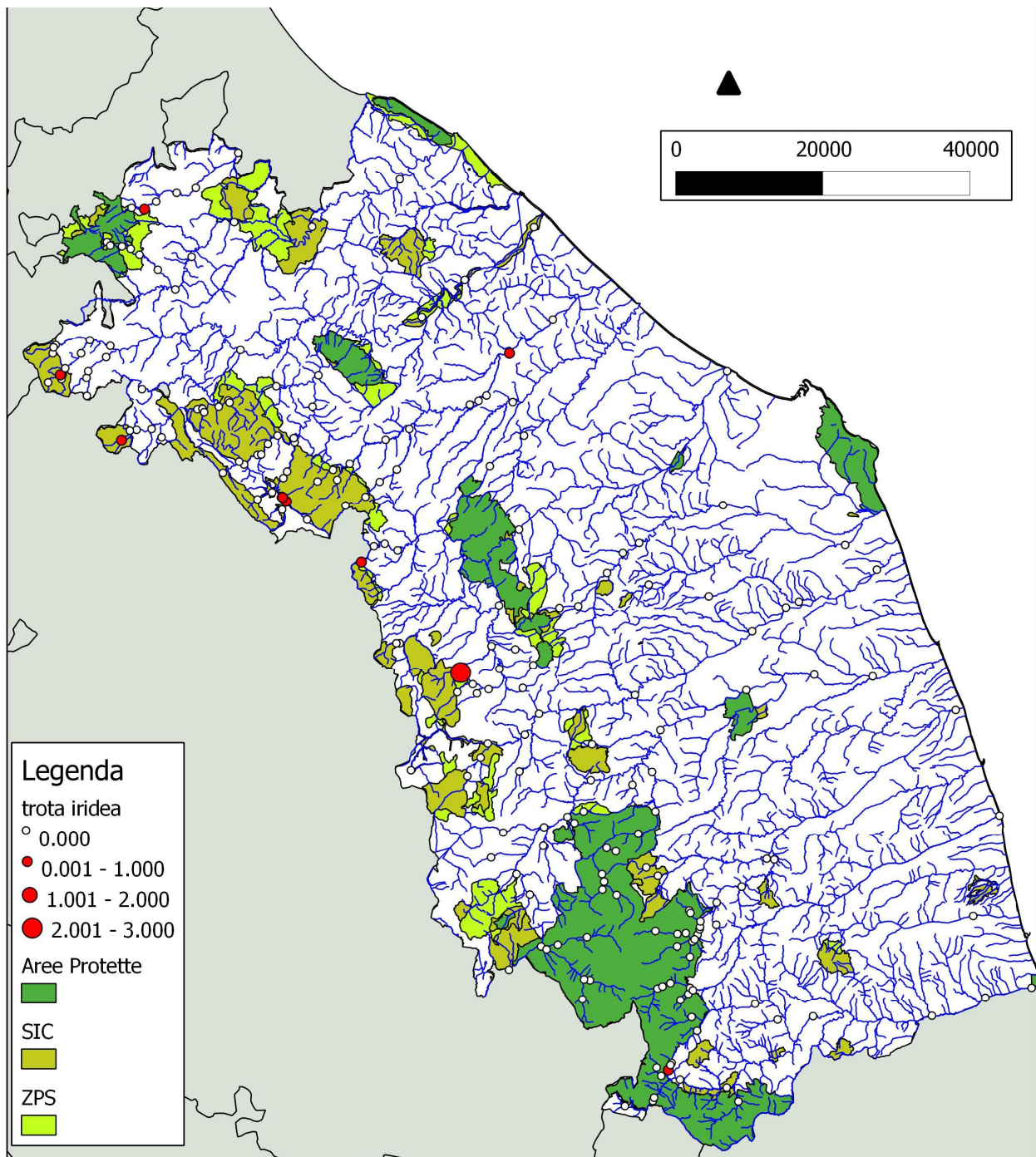


Figura 11.49 - Carta della distribuzione della trota iridea.

Bacino	Assenza	Presenza	Stazioni totali	%
Aso	7	0	7	0,00
Cesano	13	1	14	7,14
Chienti	24	0	24	0,00
Conca	4	1	5	20,00
Esino	18	2	20	10,00
Foglia	10	0	10	0,00
Metauro	45	4	49	8,16
Misa	2	0	2	0,00
Musone	8	0	8	0,00
Potenza	13	0	13	0,00
Tenna	21	0	21	0,00
Tesino	1	0	1	0,00
Tevere	8	0	8	0,00
Tronto	16	1	17	5,88

Tabella 11.20 - Frequenze di reperimento della trota iridea nei bacini imbriferi dei principali fiumi delle Marche.

iridea nei ripopolamenti. La sua nicchia ecologica si sovrappone parzialmente a quella della trota fario, che potrebbe quindi risultarne penalizzata, anche se più spesso è la trota iridea che sembra risultare massimamente sfavorita dagli esiti della competizione. Trattandosi di una specie alloctona, non si ritiene necessario approntare misure di conservazione. La riproduzione naturale della trota iridea nelle acque interne italiane è un evento piuttosto raro, ma la sua acclimatazione è stata accertata anche nelle Marche, dove sono state individuate alcune popolazioni in grado di auto sostenersi (De Paoli *et al.*, 2007; Marconi, 2009a).

Diffusione nelle Marche.

La trota iridea è stata rinvenuta in 9 stazioni di campionamento di 5 bacini imbriferi diversi (Figura 11.49): non sempre si tratta di corsi d'acqua montani, come sarebbe logico aspettarsi, ma talvolta la specie è stata catturata anche in ambienti che probabilmente sono poco adatti ad ospitarla. Spesso la specie sfugge dagli allevamenti e dai laghetti di pesca sportiva e ciò può giustificare in parte la sua distribuzione.

Per quanto riguarda il confronto fra le province, la specie non è stata rilevata nel territorio amministrato da Fermo, mentre negli altri casi le frequenze di presenza della trota iridea risultano sempre poco elevate (Tabella 11.19): la percentuale più alta viene registrata a Pesaro e Urbino con l'8,11% (6 siti su 74 indagati), mentre la più bassa caratterizza Macerata, con l'1,59% (1 siti su 63 indagati).

Anche per quanto riguarda i bacini imbriferi dei principali fiumi delle Marche (Tabella 11.20) l'iridea risulta presente sempre con basse percentuali di ritrovamento, con l'unica eccezione del Conca dove si registra una frequenza del 20,00% , ma ciò è dovuto allo scarso numero di stazioni di campionamento distribuite in tale bacino, poiché la specie è stata comunque reperita in un solo sito (su 5 complessivamente indagati). Le frequenze più basse si osservano nel bacino del Tronto, con il 5,88% (1 sito su 17 indagati).

Le densità risultano molto variabili, con una punta molto elevata di oltre 2 ind m⁻² raggiunta nel torrente S.Giovanni nel bacino dell'Esino, dove esiste una delle poche popolazioni acclimatate della specie nelle Marche (Marconi, 2009a): la statistica descrittiva

una fascia rosea più o meno evidente, il ventre è bianco-grigiastro. Generalmente questa specie non supera i 30-35 cm di lunghezza, ma raramente può crescere fino ad un massimo di 50 cm.

La trota iridea predilige acque correnti e lacustri fresche e ben ossigenate con fondali sassosi. È più tollerante della trota fario per quanto riguarda temperatura e qualità dell'ambiente e sembra in grado di utilizzare anche una più ampia base alimentare. Si nutre di invertebrati acquatici e terrestri e di pesci.

Rapporti con l'uomo e conservazione.

La maggiore tolleranza al degrado ambientale ed il più rapido accrescimento rispetto alla trota fario hanno fatto preferire, in passato, l'uso della trota

dell'abbondanza dell'iridea nelle 9 stazioni in cui è risultata presente evidenza valori che oscillano fra un minimo di 0,001 ad un massimo di 2,050 ind m⁻², con un valore medio di 0,287 ind m⁻², che appare complessivamente elevato per una specie che in molte situazioni non sembra in grado di riprodursi.

Provincia	Assenza	Presenza	Stazioni totali	%
Ancona	13	6	19	31,58
Ascoli Piceno	20	4	24	16,67
Fermo	18	1	19	5,26
Macerata	47	16	63	25,40
Pesaro Urbino	36	38	74	51,35

Tabella 11.21 - Frequenze di reperimento del vairone nelle province delle Marche.

Bacino	Assenza	Presenza	Stazioni totali	%
Aso	7	0	7	0,00
Cesano	9	5	14	35,71
Chienti	20	4	24	16,67
Conca	2	3	5	60,00
Esino	14	6	20	30,00
Foglia	8	2	10	20,00
Metauro	21	28	49	57,14
Misa	2	0	2	0,00
Musone	4	4	8	50,00
Potenza	6	7	13	53,85
Tenna	19	2	21	9,52
Tesino	1	0	1	0,00
Tevere	8	0	8	0,00
Tronto	13	4	17	23,53

Tabella 11.22 - Frequenze di rinvenimento del vairone nei bacini imbriferi dei principali fiumi delle Marche.

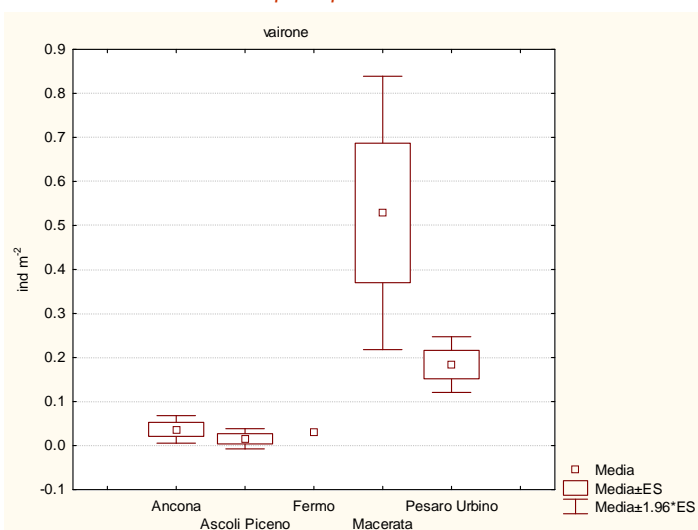


Figura 11.50 - Confronto fra le densità del vairone nel campione disaggregato per provincia.

Per quanto riguarda le abbondanze medie raggiunte dall'iridea nel campione disaggregato per provincia (Figura 11.48) è possibile osservare come a Macerata si raggiungano le densità nettamente più elevate (2,050 ind m⁻²), per la presenza nel suo territorio del dato del torrente S.Giovanni. Per quanto riguarda le altre province, Ancona si eleva (0,267 ind m⁻²) al di sopra dei valori di Pesaro -Urbino e Ascoli Piceno, che a loro volta hanno medie molto simili (rispettivamente 0,043 e 0,001 ind m⁻²).

All'analisi della varianza (Anova) le differenze osservate nel confronto fra i valori medi di densità nel campione disaggregato per provincia sono risultate altamente significative ($F = 314,425$; $p = 0,001$).

11.4.27 - Vairone (Figura 11.51)

Morfologia ed ecologia.

Il vairone presenta una forma del corpo affusolata; la testa è piccola, con bocca infera collocata in posizione terminale. La colorazione è bruna sul dorso, grigia sui fianchi e bianca sul ventre, mentre lateralmente corre una fascia scura; una macchia arancione è presente alla base delle pinne pettorali e ventrali. E' una specie di piccola taglia che può raggiungere i 15-20 cm di lunghezza.

Il vairone predilige acque fresche ed ossigenate del tratto pedemontano dei corsi d'acqua, localizzandosi in prevalenza nella zona inferiore della trota. Ha abitudini gregarie e, di solito, vive in branchi non molto numerosi, nutrendosi soprattutto di invertebrati bentonici. Negli ambienti acquatici umbri si riproduce nel mese di aprile e in questo periodo i riproduttori si riuniscono in gruppo, mentre le femmine

depongono le uova che aderiscono al fondale ghiaioso; il tempo di incubazione dipende dalla temperatura dell'acqua e generalmente la schiusa avviene nell'arco di 10-20 giorni.

Rapporti con l'uomo e conservazione.

L'areale di distribuzione del vairone comprende in Italia le regioni centro-settentrionali e quelle peninsulari fino alla Campania e al Molise. Recenti analisi genetiche dimostrerebbero la separazione tra i vaironi italiani e quelli transalpini, ciò giustificherebbe l'adozione di una nomenclatura diversificata: *Telestes souffia* (Risso, 1827) andrebbe ristretto alle sole popolazioni transalpine, mentre *Telestes muticellus* (Bonaparte, 1837) sarebbe il binomio valido per le popolazioni italiane (Kottelat e Freyhof, 2007). Inoltre, all'interno di queste ultime sembrano distinguersi due sottogruppi corrispondenti ai distretti ittico geografici Padano - Veneto e Italico - Peninsulare (Stefani *et al.*, 2004). Il vairone è

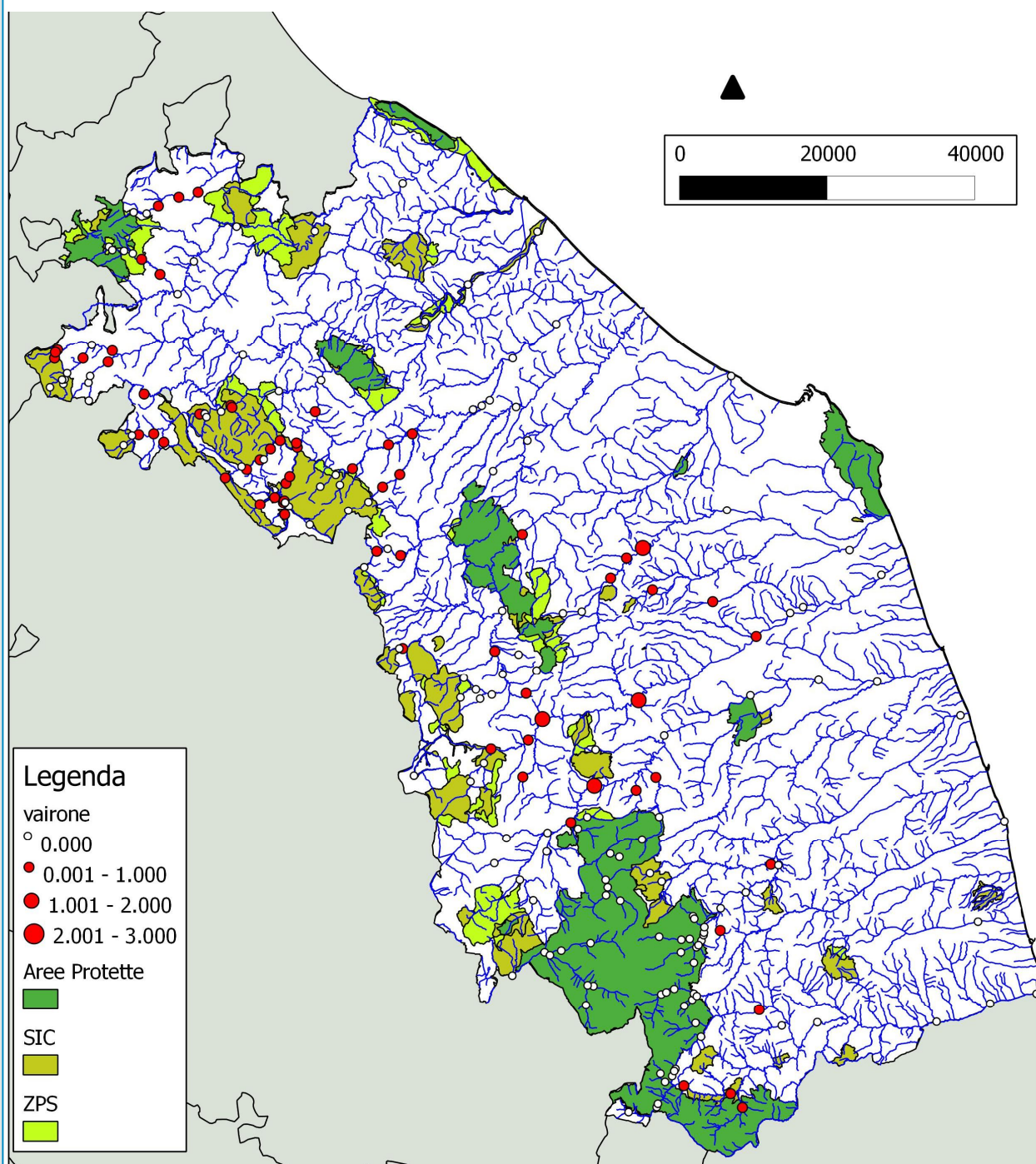


Figura 11.51 - Carta della distribuzione del vairone.

sicuramente autoctono per le Marche (Bianco, 1993).

Nel "Libro Rosso degli animali d'Italia - Vertebrati" (Bulgarini *et al.*, 1998) il vairone viene considerato "a basso rischio" (Least Concern), così come *Telestes muticellus* in "The Status and Distribution of Freshwater Fish Endemic to the Mediterranean Basin" (Smith e Darwall, 2006) e nella Red List dell'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN, 2011). Nella Direttiva 92/43/CEE il vairone è riportato tra le "specie animali e vegetali d'interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione" (Allegato II), ed è compreso nell'elenco delle specie protette della Convenzione di Berna (Allegato III).

Diffusione nelle Marche.

Il vairone è una delle specie in assoluto più diffuse nelle Marche e la sua presenza è stata registrata in 65 stazioni di campionamento distribuite in tutte le province (Figura 11.51): la sua distribuzione interessa soprattutto i tratti montani e pedemontani della quasi totalità dei bacini imbriferi indagati.

La frequenza con cui il vairone si ritrova nelle Marche sembra progressivamente diminuire da Nord a Sud, come si può osservare dall'analisi della tabella 11.21 che riporta il confronto fra le province. La specie è stata sempre rilevata con frequenze molto elevate, ad eccezione del territorio amministrato da Fermo in cui si registra la percentuale più bassa fra tutte quelle osservate, con il 5,26% del totale (presenza in un sito su 19 indagati); nelle altre province le frequenze di presenza del vairone risultano sempre molto più alte, variando dal 16,67% di Ascoli Piceno (4 siti su 44 indagati) al 51,35% di Pesaro e Urbino (38 siti su 74 indagati).

Anche per quanto riguarda i bacini imbriferi dei principali fiumi delle Marche (Tabella 11.22) il vairone risulta presente sempre con percentuali di ritrovamento abbastanza elevate: le percentuali variano, infatti, dal 9,52% del Tenna (2 siti su 21 indagati) al 60,00% del Conca (3 siti su 5 indagati); nel Metauro la specie è stata catturata in ben 28 stazioni di campionamento (su 49 complessivamente indagate, pari al 57,14%).

Le densità risultano molto variabili, ma complessivamente abbastanza elevate con punte anche molto alte e superiori a 1,50 ind m⁻²: la statistica descrittiva dell'abbondanza del vairone nelle 65 stazioni in cui è risultato presente evidenzia valori che oscillano fra un minimo di 0,001 ad un massimo di 1,835 ind m⁻², con un valore medio di 0,243 ind m⁻².

Per quanto riguarda le abbondanze medie raggiunte dalla specie nel campione disaggregato per provincia (Figura 11.50) è possibile osservare come a Macerata si raggiungano le densità nettamente più elevate (0,528 ind m⁻²), Pesaro e Urbino presenta valori medi intermedi (0,184 ind m⁻²), mentre Ancona, Fermo e Ascoli Piceno registrano abbondanze inferiori e complessivamente abbastanza simili fra loro (rispettivamente 0,037, 0,030 e 0,016 ind m⁻²). All'analisi della varianza (Anova) le differenze osservate nel confronto fra i valori medi di densità delle province sono risultate altamente significative ($F = 3,889$; $p = 0,007$).

11.5 - Comunità ittiche

11.5.1 - Coesistenza fra coppie di specie ittiche

Sulla base della composizione faunistica presente nelle singole stazioni di campionamento è stato possibile calcolare il numero di volte che due specie ittiche diverse si trovano a coesistere assieme. Tale analisi ci permette di approfondire le conoscenze sul tipo di associazioni che compongono le comunità tipiche delle diverse zone ittiche e sulla loro evoluzione lungo il gradiente longitudinale di un fiume. I risultati dell'analisi sono mostrati nella Figura 11.52.

ognuna delle stazioni di campionamento indagate. L'analisi è stata effettuata applicando il metodo di agglomerazione del legame completo ad una matrice di dissimiglianza (1-r di Pearson) (Lorenzoni *et al.*, 2010a).

Il dendrogramma riportato nella figura 11.53 permette quindi di rappresentare graficamente le relazioni esistenti tra le diverse specie ittiche presenti nell'area indagata: ad un primo livello di analisi è possibile distinguere due associazioni, separate ad una distanza di legame pari al 100% della distanza massima. Nella prima di queste associazioni si aggregano le specie più tipiche dei tratti montani dei corsi d'acqua (cluster A: colore blu), cioè lo scazzone e la trota fario, accumulati da simili preferenze ecologiche e che necessitano entrambi di acque fredde, ossigenate e molto veloci. La seconda associazione, che emerge ad un livello più fine di analisi (distanza di legame di circa il 90% della distanza massima), è composta a sua volta da due gruppi, di cui il primo (cluster B1: colore verde) comprende alcune specie di ciprinidi reofili tipiche del tratto centrale dei corsi d'acqua (vairone, cavedano, rovella e barbo comune) al quale si associano anche il cobite, il ghiozzo padano ed il persico reale; nel secondo gruppo (cluster B2: colore rosso) vengono riunite le rimanenti specie. All'interno di questo secondo raggruppamento, si trovano comprese tutte le specie limnofile tipiche del tratto terminale e di pianura dei corsi d'acqua (anguilla, carassio dorato, lucioperca, savetta, carpa, gobione, barbo europeo, triotto, persico sole e pseudorasbora), che formano a loro volta due gruppi ulteriormente distinti fra loro. All'interno di questi due gruppi può forse sorprendere la presenza di alcuni ciprinidi generalmente conosciuti per essere abbastanza esigenti in fatto di qualità dell'acqua e noti per preferire ambienti caratterizzati anche da velocità di corrente abbastanza elevate, come la lasca, la savetta, il gobione ed il barbo europeo. Questa contraddizione può essere attribuita ad una presenza non omogenea di tali specie in tutto il territorio regionale, come nel caso della lasca, alla

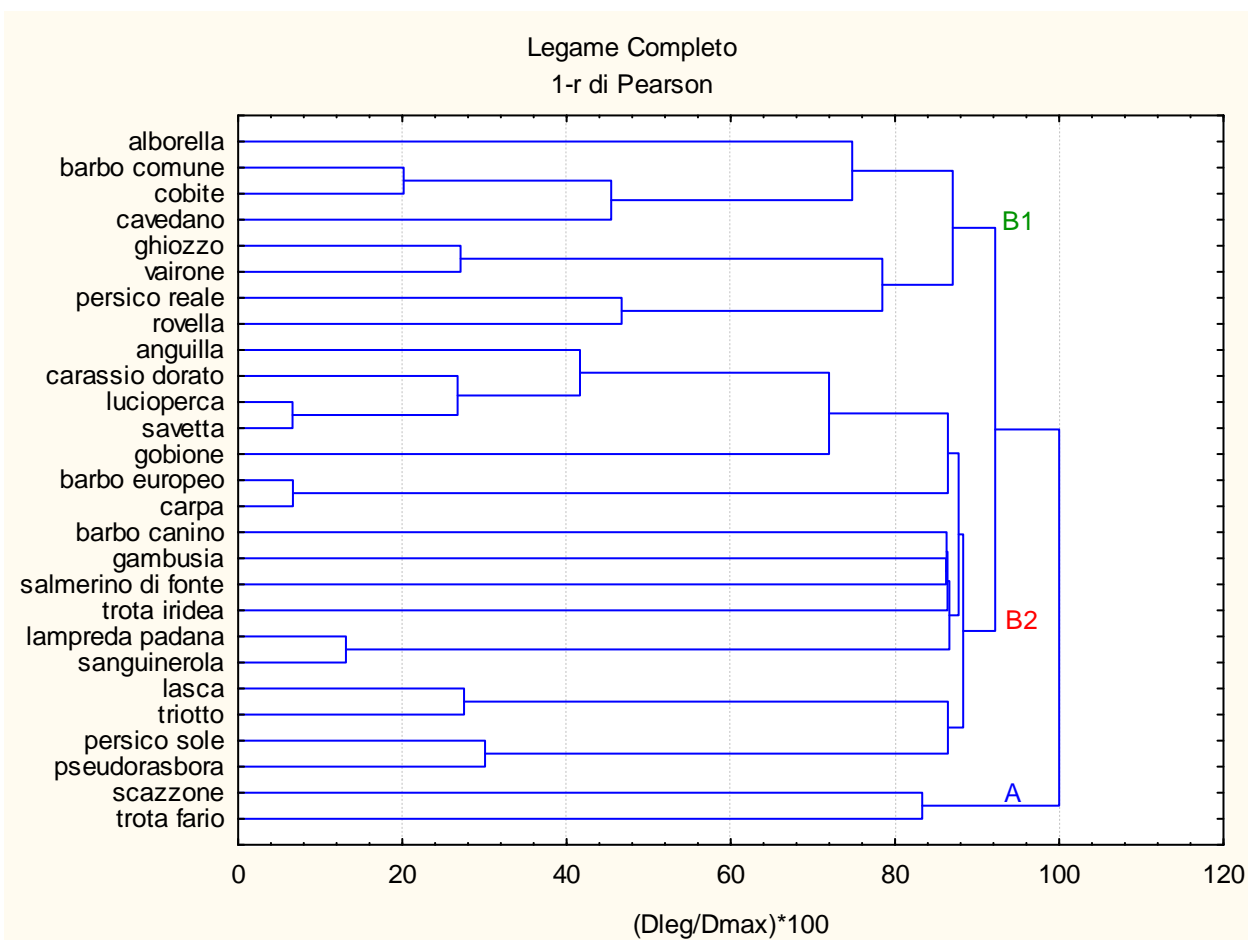


Figura 11.53 - Dendrogramma della cluster analysis.

loro rarità o al fatto che, trattandosi di specie introdotte, ancora non sono riuscite a colonizzare tutti i tratti dei corsi d'acqua delle Marche compatibili con le loro caratteristiche ecologiche (savetta, il gobione ed il barbo europeo). Anche in Umbria, il barbo europeo ed il gobione hanno dimostrato di privilegiare nella loro diffusione il tratto terminale dei principali corpi idrici (Lorenzoni *et al.*, 2010a).

Sempre all'interno del cluster B2 è presente un sottogruppo di specie con una diffusione nelle Marche molto localizzata e difficilmente inquadrabile in uno schema di zonazione classico, quali la gambusia, il salmerino di fonte, la trota iridea, la lampreda padana e la sanguinerola. Gambusia a parte, di tratta comunque di specie che prediligono la parte medio superiore di un corso d'acqua, spesso caratterizzanti la zona inferiore della trota: non a caso la trota iridea e salmerino di fonte sono salmonidi, anche se la loro distribuzione è essenzialmente dovuta esclusivamente ai ripopolamenti operati dall'uomo. Molto stretta ed interessante l'associazione fra sanguinerola e lampreda padana, che in effetti sono state ritrovate assieme ed esclusivamente nel medio corso fiume Potenza.

L'analisi conferma la possibilità di raggruppare fra loro in modo efficace le specie ittiche presenti sulla base della loro affinità ecologica e nel modo in cui si adattano alla corrente. In tal modo, quindi, sembra essere confermata la validità degli schemi di zonazione adottati.

11.6.3 - Specie caratterizzanti le zone ittiche

Nelle schede delle singole stazioni di campionamento, ogni settore fluviale è stato attribuito ad una delle 4 zone ittiche previste dallo schema di zonazione adottato (Huet, 1949; Mearelli *et al.*, 1995).

L'assegnazione di una stazione di campionamento ad una data zona ittica è avvenuta essenzialmente sulla base della composizione delle ittocenosi, come emerse dai monitoraggi ittici e senza, quindi, che ci sia stata la possibilità di effettuare un'analisi dettagliata in grado di offrire un quadro complessivo della situazione valido per l'intero territorio regionale. Soltanto mediante elaborazioni più complesse dei dati, che saranno illustrate nei paragrafi successivi e condotte per

	Superiore della trota	Inferiore della trota	Barbo	Carpa e tinca	Ambiente di transizione
lampreda padana	33.33%		66.67%		
alborella		11.11%	85.19%	3.70%	
anguilla	6.45%	9.68%	77.42%	6.45%	
barbo comune	1.23%	19.75%	77.78%	1.23%	
barbo canino		25.00%	75.00%		
barbo europeo			100.00%		
carassio dorato			91.67%	8.33%	
carpa			92.86%	7.14%	
cavedano	1.20%	14.46%	80.72%	2.41%	1.20%
cobite			100.00%		
gambusia				100.00%	
ghiozzo	2.33%	13.95%	83.72%		
gobione		5.88%	94.12%		
lasca			96.88%	3.13%	
lucioperca			100.00%		
persico reale		100.00%			
persico sole			100.00%		
pseudorasbora			66.67%	33.33%	
rovella		14.55%	83.64%	1.82%	
salmerino di fonte			100.00%		
sanguinerola			100.00%		
savetta			100.00%		
scazzone	88.24%	11.76%			
triotto			100.00%		
trota fario	60.58%	21.90%	17.52%		
trota iridea	77.78%	11.11%	11.11%		
vairone	4.62%	43.08%	52.31%		

specie caratterizzante
specie comune
specie rara

Tabella 11.23 - Frequenze di rinvenimento delle specie nelle diverse zone ittiche.

l'intera rete di monitoraggio, si potrà superare tale limite e portare un ulteriore contributo alla verifica degli schemi teorici adottati ed alla loro validazione.

La tabella 11.23 riporta le frequenze delle specie censite in ognuna delle 4 zone ittiche proposte: i valori riportati rappresentano, in pratica, la percentuale delle volte in cui una specie è stata catturata in una data zona ittica rispetto al totale delle catture della medesima specie. Sulla base di tali frequenze è stato possibile anche valutare l'elenco delle specie che meglio qualificano le diverse zone ittiche distinguendole in specie caratterizzanti, specie comuni e specie rare per ogni singola zona (Lorenzoni *et al.*, 2010a).

Nella zona superiore della trota è stato rilevato l'88,24% delle presenze dello scazzone, il 77,78% delle presenze dell'iridea e il 60,58% delle presenze della trota fario. Queste rappresentano le specie caratterizzanti tale zona ittica, associate meno di frequente con lampreda padana (33,33%), anguilla (6,45%), vairone (4,62%); rare, se non del tutto occasionali, sono anche le presenze di ghiozzo padano (2,33%), il barbo comune (1,23%) ed il cavedano (1,20%).

Nella zona inferiore della trota le specie caratterizzanti risultano sempre la trota fario (21,90% delle presenze) ed il vairone (43,08% delle presenze). Il persico reale risulta raggiungere il 100% delle proprie presenze in tale zona ittica, ma c'è da sottolineare che esso è stato rinvenuto in una sola stazione di campionamento fortemente condizionata dalla presenza di un invaso artificiale a monte della stessa: l'attribuzione di tale specie alla zona inferiore della trota è quindi tutta da confermare. Le altre specie comuni in tale zona ittica sono spesso quelle caratterizzanti le zone limitrofe, com'è il caso dello scazzone, caratterizzante la zona superiore della trota, ed i ciprinidi reofili della zona del barbo (alborella, barbo comune e canino, cavedano e rovela), ai quali si aggiunge l'anguilla ed il ghiozzo padano.

La zona del barbo è composta dal massimo numero di specie caratterizzanti: anche in questo caso, tuttavia, alcune specie raggiungono frequenze molto elevate soprattutto a causa della loro diffusione molto limitata sul territorio marchigiano, come per barbo europeo, lucioperca, persico sole, salmerino di fonte, sanguinerola, savetta e triotto, tutte specie esotiche di introduzione più o meno recente, per le quali il 100% delle presenze sono riconducibili alla zona del barbo. Il loro utilizzo pratico per identificare un tratto fluviale come appartenente alla zona del barbo, quindi, è tutto da confermare. Al contrario, specie esotiche presenti da più tempo nelle Marche e aventi frequenze così elevate da risultare delle buone specie caratterizzanti per la zona del barbo sono l'alborella (77,42% delle presenze complessive), il carassio dorato (91,67%), la carpa (92,86%) ed il gobione (94,12%). Il fatto che alcune specie tipicamente limnofile raggiungano la loro maggiore percentuale di presenza nella zona del barbo (carpa, carassio dorato, lucioperca), se non addirittura nella zona inferiore della trota, è probabilmente indice del ruolo determinante che alcuni invasi artificiali hanno nel determinare la composizione delle comunità ittiche presenti nei tratti fluviali ad essi sottesi.

Fra le specie indigene a diffusione abbastanza localizzata, il cobite è la sola a raggiungere nella zona del barbo percentuali pari alla totalità delle presenze complessive. Il ghiozzo padano (83,72% delle proprie presenze), assieme ad alcuni ciprinidi reofili di origine autoctona, sono le specie che, in totale assonanza con gli schemi classici di zonazione per i corsi d'acqua dell'Italia centrale (Mearelli *et al.*, 1995; Lorenzoni *et al.*, 2006b e 2010), più spesso entrano nella composizione della comunità ittica della zona del barbo: barbo comune (77,78%), barbo canino (75,00%), cavedano (80,72%), lasca (96,88%), rovela (83,64%) e vairone (52,31%); quest'ultimo raggiunge percentuali più basse rispetto agli altri ciprinidi reofili poiché ripartisce le proprie presenze anche nella zona inferiore della trota (43,08%). Trota fario e trota iridea, pur non essendo propriamente specie tipiche di

tale comunità ittica, si rinvencono con percentuali non del tutto trascurabili (rispettivamente 17,52% e 11,11%) anche nella zona del barbo: ancora una volta ciò sembra una conseguenza dei ripopolamenti che tendono ad espandere artificialmente la presenza di tali salmonidi, immettendoli anche in settori fluviali non sempre adeguati alle loro esigenze. Anche l'anguilla raggiunge le proprie frequenze più elevate nella zona del barbo (77,42%), anche se la sua presenza si estende a tutti gli habitat d'acqua dolce.

La zona della carpa e della tinca risulta molto mal caratterizzata e ciò è da ricondurre alla sua limitata estensione nei fiumi marchigiani: pochi sono infatti i tratti fluviali aventi condizioni ambientali tipiche di tale zona ittica e che dovrebbero essere caratterizzati dalla presenza di alcune specie ittiche limnofile e a deposizione fitofila, quali la carpa, la scardola e la tinca. A tali specie si dovrebbero associare pesci più tolleranti ed ampiamente diffusi, come il cavedano e l'alborella, e quelli provenienti dalla limitrofa zona del barbo, come la lasca, il cobite, il barbo stesso e la rovella, oltre ad alcuni predatori come il persico reale, il lucioperca, il pesce gatto e, dove è possibile trovarlo, anche il luccio (Mearelli *et al.*, 2005; De Paoli *et al.*, 2007). Come evidenziato anche da De Paoli *et al.* (2007), a causa delle sue caratteristiche geografiche, nelle Marche la porzione vocata ad ospitare i ciprinidi limnofili viene di fatto a mancare o ad essere limitata alle zone di foce a mare. I fattori che maggiormente determinano tale situazione sono il breve decorso che caratterizza la maggior parte dei fiumi marchigiani, il loro andamento prevalentemente parallelo che impedisce alla maggior parte di loro di raggiungere dimensioni più ragguardevoli e l'assenza di estese pianure alluvionali, nelle quali i corsi d'acqua possano scorrere superando gradienti molto deboli. I pochi settori fluviali attribuibili nelle Marche alla zona della carpa e della tinca appaiono scarsamente caratterizzati da una propria comunità ittica, ma vedono soprattutto la presenza della gambusia (100% delle proprie presenze, ma un solo settore fluviale) e della pseudorasbora (33,33%). Il cavedano è risultato presente anche in tale zona ittica (2,41%) ed è l'unica specie che è stata catturata in tutti i vari tratti che caratterizzano il decorso longitudinale di un tipico fiume marchigiano.

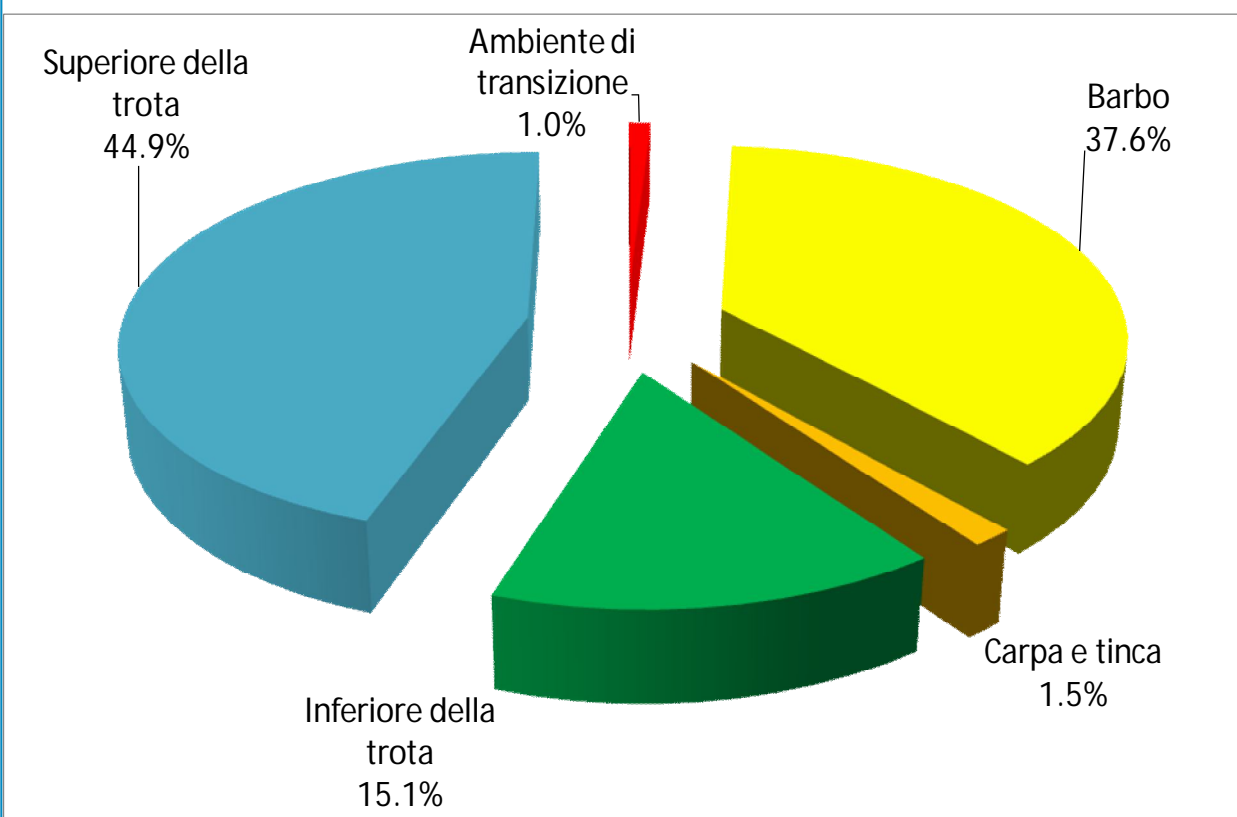


Figura 11.54 - Ripartizione percentuale delle zone ittiche.

La zona di transizione sembrerebbe caratterizzata dalla presenza del solo cavedano (1,20% del totale), ma occorre ricordare che dall'analisi sono state escluse le specie marine eurialine, come i mugilidi, che di certo sono l'elemento biologico che più di altri caratterizza tali ambienti.

11.6.4 - Zonazione adottata

Il grafico a torta della figura 11.54 riporta la ripartizione percentuale che deriva dall'attribuzione alle diverse zone ittiche dei settori fluviali presenti nell'area indagata dalla ricerca.

Dei 205 settori fluviali per i quali è stata rilevata la presenza di un'adeguata comunità ittica, 92 (pari al 44,90% del totale) sono stati attribuiti alla zona superiore della trota,

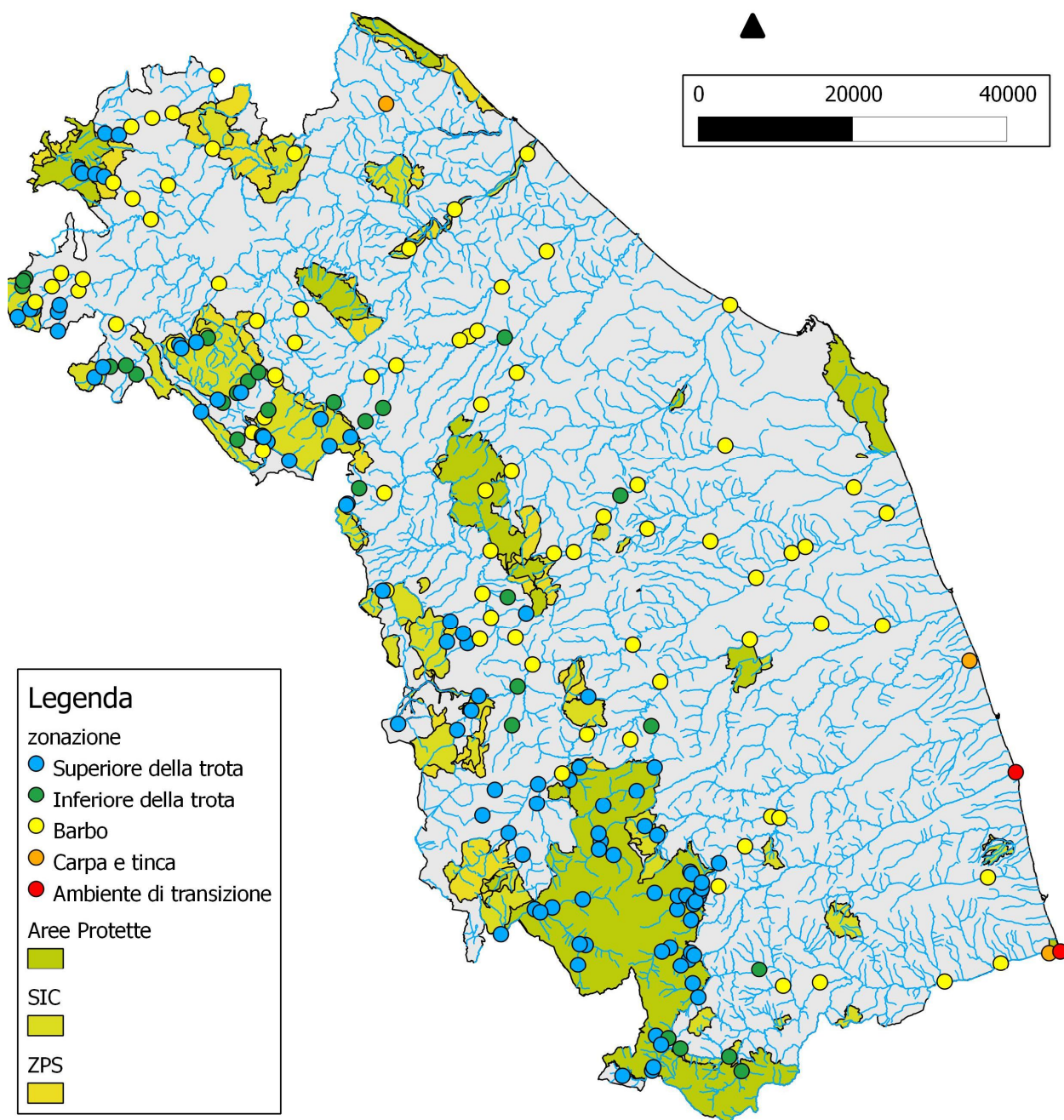


Figura 11.55 - Carta delle zone ittiche.

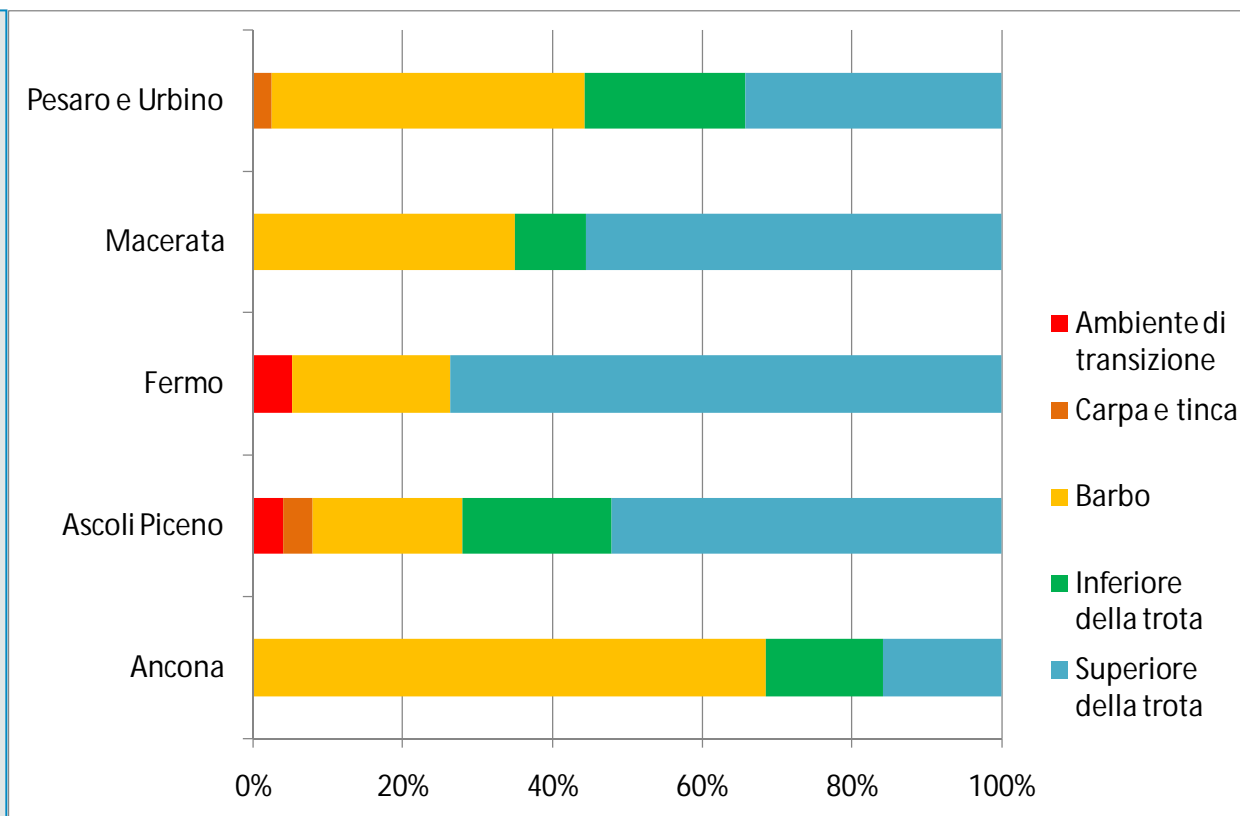


Figura 11.56 - Ripartizione percentuale delle zone ittiche nelle province marchigiane.

mentre 31 (pari al 15,10%) sono risultati ascrivibili alla zona inferiore della trota; complessivamente, quindi, il 60% dei siti campionati appartiene alla regione dei salmonidi. Tale valore percentuale appare probabilmente sovradimensionato rispetto alle vocazioni naturali dei fiumi delle Marche: ciò è probabilmente una conseguenza della scelta operata nel piano di monitoraggio di localizzare un eccesso di stazioni di campionamento nei tratti montani dei corsi d'acqua, penalizzando in parte i tratti collinari e di pianura. Tale situazione si evince anche dalla visualizzazione nella carta della zonazione della figura 11.55, dalla quale si osserva la presenza di ampie porzioni del reticolo idrografico regionale che risultano quasi completamente prive di stazioni di campionamento.

Per quanto riguarda la zona a barbo, essa interessa 77 stazioni di campionamento, pari al 37,60% del totale, mentre la zona della carpa e della tinca, come già discusso in precedenza, interessa un numero del tutto trascurabile dei siti campionati e precisamente 3, pari all'1,50% del totale. Complessivamente, quindi, la regione a ciprinidi somma al 39,10% del totale. Trascurabile è anche il contributo degli ambienti di transizione, che interessano soltanto 2 stazioni di campionamento, pari all'1,00% del totale; in questo caso è possibile che il dato sia condizionato dalle diverse scelte operate degli autori delle Carte Ittiche Provinciali, ma anche dall'oggettiva difficoltà che esiste nel campionare tali ambienti per la ridotta efficienza degli elettrostorditori ad operare in acque ad elevato tenore di sali disciolti (Cowx, 1990; Reynolds, 1996).

La ripartizione percentuale delle diverse zone ittiche nel campione disaggregato per provincia è riportata nella figura 11.56. La provincia di Ascoli Piceno è la sola in cui le 5 zone previste dal modello di zonazione adottato sono risultate tutte contemporaneamente presenti. In tale provincia si osserva una netta prevalenza delle regione a salmonidi, che interessa il 72,00% del totale delle stazioni di campionamento indagate, delle quali il 52,00% appartengono alla zona superiore della trota. La zona del barbo riguarda il 20,00% dei tratti fluviali, mentre la zona della carpa e della tinca e gli ambienti di transizione si estendono ciascuno sul 4,00% dei settori indagati.

La provincia di Fermo è quella in cui la zona superiore della trota assume il netto predominio su tutte le altre categorie, estendendosi al 74,00% dei tratti indagati. La zona del barbo interessa il 21,00% dei siti e la zona di transizione il 5,00%; la zona inferiore della trota e quella della carpa e della tinca sono risultate del tutto assenti.

Nella provincia di Macerata ed in quella di Ancona è stata registrata la presenza di sole 3 zone ittiche sulle 5 previste dal modello, risultando in entrambi i casi assente sia la zona della carpa e della tinca, sia quella di transizione. Nel territorio di Macerata la zona superiore della trota (56,00% del totale) predomina su quella del barbo (35,00%) e sulla zona inferiore della trota (10,00%). I rapporti sono invertiti nella provincia di Ancona, dove ad assumere maggiore rilievo è la zona del barbo (68,00%), mentre le due zone a salmoni di rivestono pari importanza fra loro, ciascuna con il 16,00% dei siti indagati.

La provincia di Pesaro e Urbino è fra tutte quella in cui si osserva il maggiore equilibrio fra tratti fluviali ascrivibili alle diverse zone ittiche: la zona del barbo è quella che prevale sulle altre (42,00%), rilevante è anche la presenza della zona superiore della trota (34,00), alla quale fa seguito con percentuali non trascurabili la zona inferiore delle trota (22,00%). Più penalizzata è la zona della carpa e della tinca (3,00% del totale), mentre del tutto assenti nel piano dei campionamenti della Carta Ittica di Pesaro e Urbino sono gli ambienti di transizione (De Paoli *et al.*, 2007).

Interessante è anche il contributo reso dalla tabella 11.23 al completamento del tema della zonazione ittica. Dall'analisi dei dati è possibile osservare come solo per il bacino imbrifero del fiume Tronto è presente tutta la serie tipica del decorso longitudinale di un corso d'acqua. Nel Metauro, ad eccezione degli ambienti di transizione, sono presenti tutte le rimanenti 4 zone ittiche; tale situazione di completezza nella successione in zone non si osserva per nessun altro dei bacini fluviali indagati. In alcuni casi ciò è effettivamente dovuto a motivazioni esclusivamente geografiche: il bacino del Tevere presenta la totalità dei settori indagati attribuibili alla zona superiore della trota, in quanto tale corso d'acqua comprende nella sua porzione marchigiana esclusivamente la parte più montana del fiume Nera, mentre il resto del decorso di questo fiume, e del Tevere in cui confluisce, avviene nel territorio di altre regioni. Nel Misa e nel Tesino il 100% delle stazioni indagate è attribuibile alla zona del barbo ed è stato già accennato in precedenza alle motivazioni geografiche che nelle Marche comportano una penalizzazione dei settori fluviali della zona della carpa

Bacino	Superiore della trota	Inferiore della trota	Barbo	Carpa e tinca	Ambienti di transizione
Aso	85,71%	0,00%	0,00%	0,00%	14,29%
Cesano	21,43%	28,57%	50,00%	0,00%	0,00%
Chienti	66,67%	8,33%	25,00%	0,00%	0,00%
Conca	33,33%	0,00%	66,67%	0,00%	0,00%
Esino	40,00%	10,00%	50,00%	0,00%	0,00%
Foglia	36,36%	0,00%	54,55%	9,09%	0,00%
Metauro	34,62%	26,92%	36,54%	1,92%	0,00%
Misa	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Musone	0,00%	12,50%	87,50%	0,00%	0,00%
Potenza	30,77%	23,08%	46,15%	0,00%	0,00%
Tenna	76,19%	0,00%	23,81%	0,00%	0,00%
Tesino	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Tevere	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Tronto	38,89%	27,78%	22,22%	5,56%	5,56%

Tabella 11.23 - Frequenza delle zone ittiche nei diversi bacini imbriferi.

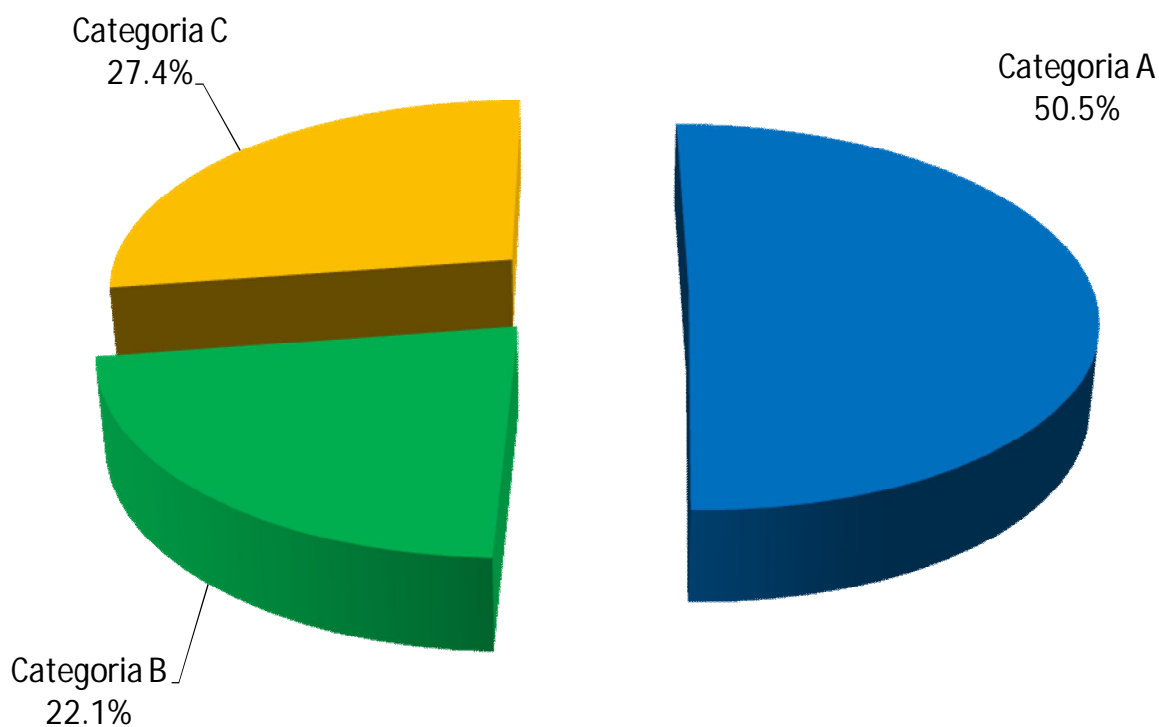


Figura 11.57 - Ripartizione percentuale delle categorie delle acque.

schema di sostituzione fra comunità ittiche lungo il gradiente longitudinale di un fiume (Huet, 1949; Mearelli *et al.*, 1995). Emblematico a questo proposito è l'esempio del bacino del fiume Aso, in cui dalla zona superiore della trota si passa direttamente agli ambienti di transizione. I dati della tabella 11.23 potranno risultare di grande aiuto nella pianificazione di un futuro piano di monitoraggio per un'eventuale nuova Carta Ittica Regionale.

11.7 - Categoria delle acque

Il grafico a torta della figura 11.57 riporta la ripartizione percentuale che deriva dall'attribuzione alle relative categorie delle acque di tutti i settori fluviali indagati nel corso delle ricerche. La realizzazione della carta della zonazione ittica è stata da supporto alla classificazione dei corsi d'acqua che è stata effettuata seguendo le indicazioni della L.R. 11/2003. Tale legge, all'articolo 20 e ai fini della gestione della fauna ittica e dell'esercizio della pesca, suddivide le acque interne della Regione in tre categorie:

Categoria A – acque di notevole pregio ittico - faunistico prevalentemente popolate da salmonidi;

Categoria B – acque intermedie a popolazione mista (salmonidi e ciprinidi);

Categoria C – acque popolate da ciprinidi.

La classificazione delle acque ha immediate ricadute gestionali poiché le 3 categorie individuate dalla L.R. 11/2003 sono caratterizzate dalla possibilità che la pesca venga esercitata in tempi e con modalità differenti, sulla base di quanto predisposto nel calendario regionale di pesca.

In generale, nelle acque di Categoria A le modalità per esercitare la pesca sportiva risultano più restrittive rispetto alle acque di Categoria B e, a seguire, ancor di più rispetto a quelle di Categoria C. Di ciò si è tenuto conto nella classificazione delle acque, per giungere alla quale ci si è basati essenzialmente sui risultati della zonazione ittica, consideran-

do tuttavia anche la necessità di:

- effettuare un cambiamento graduale (e meno traumatico) nel passaggio fra le categorie attualmente in vigore e stabilite dalle province, con quelle proposte sulla base dei risultati della Carta Ittica Regionale;
- considerare anche la presenza delle aree riproduttive e gli aspetti qualitativi dei popolamenti ittici (composizione, abbondanza e struttura per età delle popolazioni, presenza dei giovani nati nell'anno 0+) delle specie più importanti ai fini conservazionistici;
- considerare l'adozione di misure di conservazione più restrittive nelle aree ad elevata vocazione naturalistica, come le aree protette, i Siti di Interesse Comu-

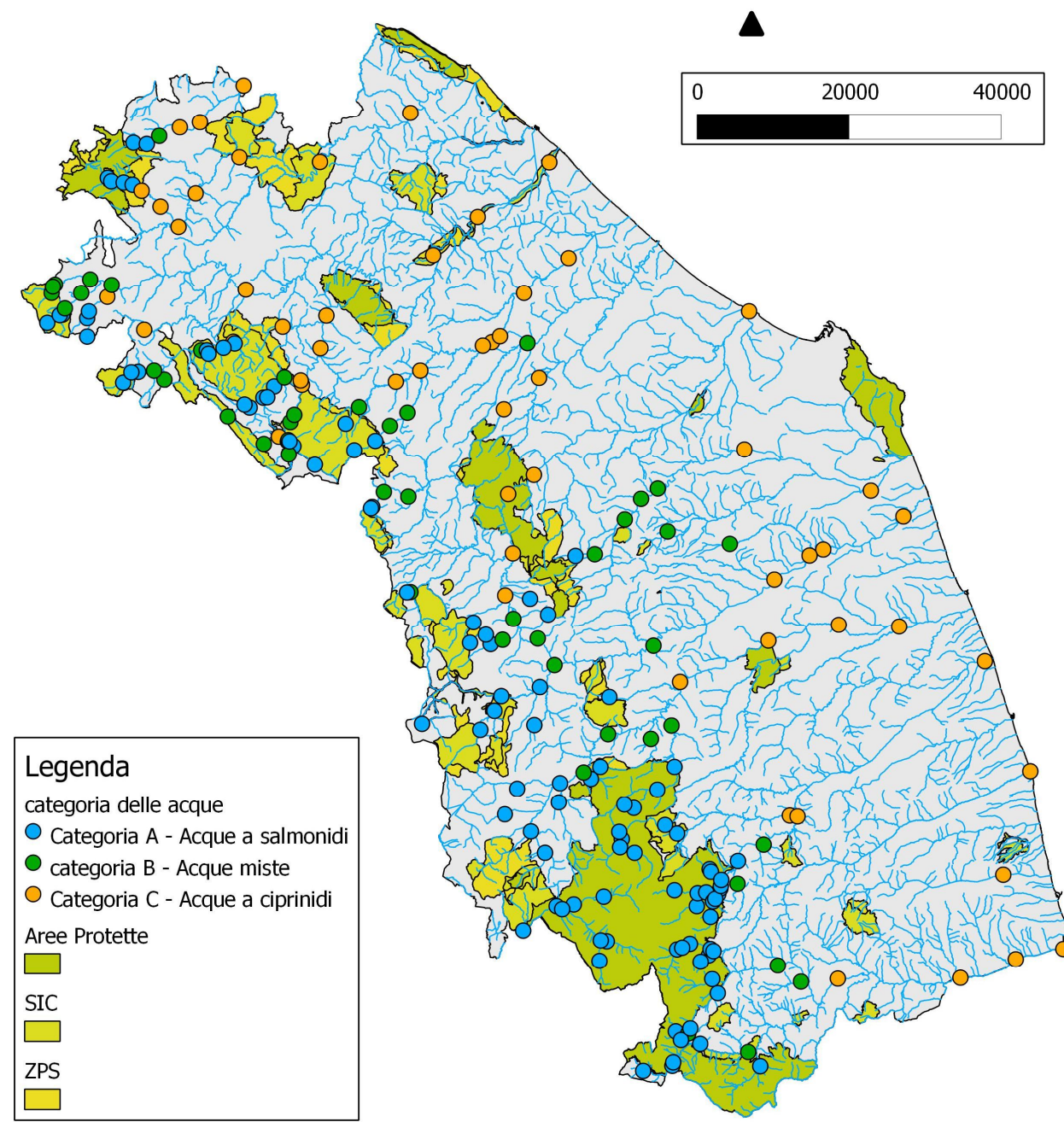


Figura 11.58 - Carta della categoria delle acque.

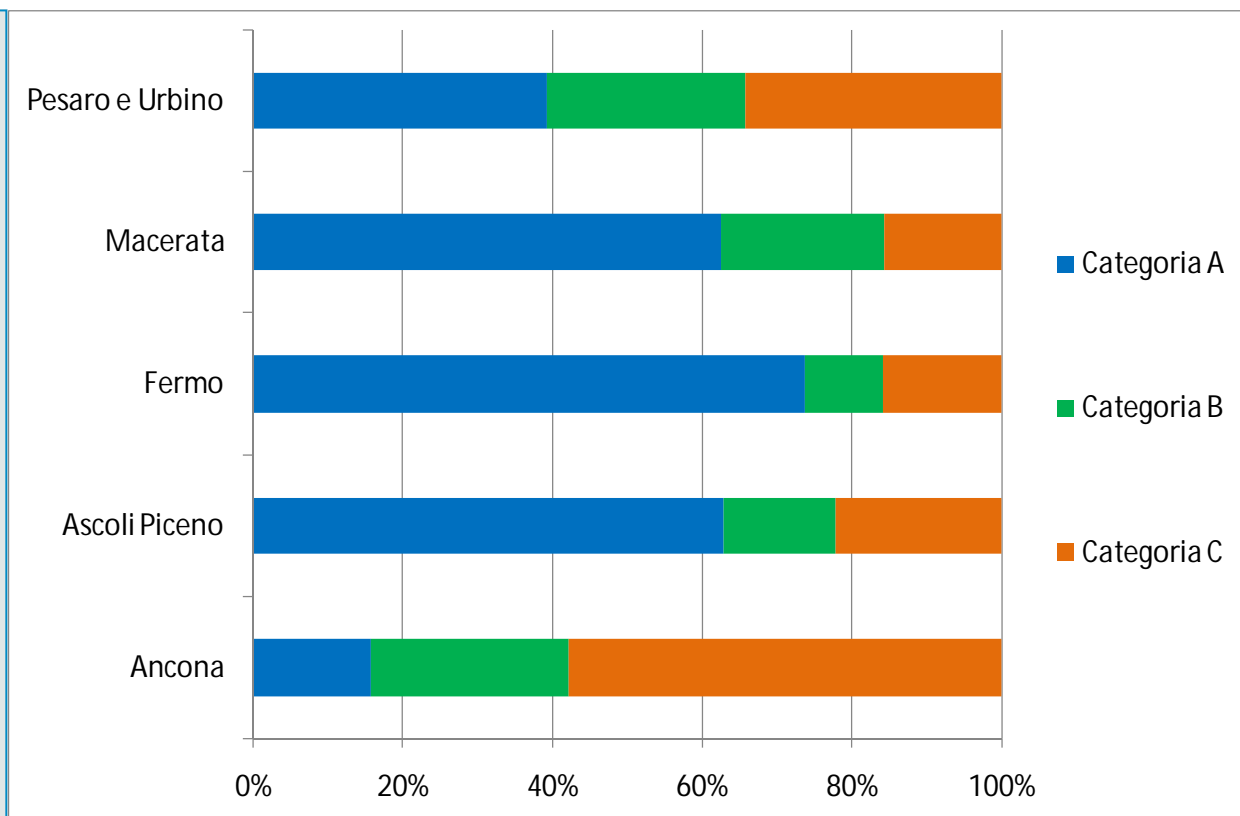


Figura 11.59 - Ripartizione percentuale delle categorie delle acque nel campione disaggregato per provincia.

nitario (SIC) e le Zone di protezione Speciale (ZPS), dove l'esercizio della pesca deve conciliarsi anche con le esigenze di tutela e conservazione della fauna ittica;

- presentare, comunque, una classificazione delle acque completa e razionale, che evitasse un'eccessiva frammentazione dei singoli corsi d'acqua in categorie diverse alternate fra loro.

Occorre inoltre precisare che una completa e più razionale suddivisione delle acque si potrà probabilmente attuare solo dopo che si abbia a disposizione anche un quadro completo delle caratteristiche genetiche delle popolazioni di trota fario presenti nell'area indagata. Sulla base di tali informazioni si potrà avanzare un progetto complessivo di recupero della trota fario di ceppo autoctono per l'intero territorio delle Marche, che potrà introdurre importanti e decisivi cambiamenti nell'impostazione complessiva della gestione delle acque a salmonidi della regione.

La categorizzazione delle acque ai fini gestionali è stata possibile per 208 settori fluviali; tale valore è leggermente maggiore rispetto al numero di stazioni considerate nella zonazione ittica (205 siti): ciò è stato possibile in quanto 3 stazioni di campionamento sono state classificate nella Acque di Categoria A, in continuità con i tratti immediatamente più a valle, pur in assenza di fauna ittica rilevata.

I risultati dell'elaborazione dei dati evidenziano come la presenza della Categoria A - Acque a salmonidi si estende ad oltre la metà dei siti indagati: 105 settori fluviali (pari al 50,50% del totale) sono stati infatti attribuiti a tale categoria, mentre 46 (pari al 22,10% del totale) sono risultati ascrivibili alla Categoria B - Acque miste. Alla Categoria C - Acque a ciprinidi appartengono 57 stazioni di campionamento, pari al 27,4% del totale dei siti indagati. Le analisi evidenziano ancora una volta come le acque salmonicole siano probabilmente sovradimensionate rispetto alle reali vocazioni del territorio marchigiano: oltre il 70% dei siti campionati rientra nelle categoria delle acque pregiate a vocazione salmonico-

Bacino	Categoria A	Categoria B	Categoria C
Aso	87,50%	0,00%	12,50%
Cesano	21,43%	28,57%	50,00%
Chienti	68,00%	16,00%	16,00%
Conca	33,33%	16,67%	50,00%
Esino	45,00%	30,00%	25,00%
Foglia	36,36%	0,00%	63,64%
Metauro	42,31%	32,69%	25,00%
Misa	0,00%	0,00%	100,00%
Musone	12,50%	62,50%	25,00%
Potenza	46,15%	23,08%	30,77%
Tenna	76,19%	9,52%	14,29%
Tesino	0,00%	0,00%	100,00%
Tevere	100,00%	0,00%	0,00%
Tronto	52,63%	21,05%	26,32%

Tabella 11.24 - Frequenza delle categorie delle acque nei diversi bacini imbriferi.

che variano dal massimo assoluto raggiunto da Fermo, pari al 73,78% del totale (Categoria B = 10,53%; Categoria C = 15,79%), al 62,96% di Ascoli Piceno (Categoria B = 14,81%; Categoria C = 22,22%) e al 62,50% di Macerata (Categoria B = 21,88%; Categoria C = 15,63%).

La tabella 11.24 riporta la percentuale con cui le diverse categorie delle acque si rinvenivano nei bacini imbriferi dei principali corsi d'acqua della regione. Dall'analisi dei dati è possibile osservare come i fiumi Tesino e Misa siano composti esclusivamente di acque a ciprinidi, e quindi di Categoria C, mentre il bacino del fiume Tevere è caratterizzato esclusivamente dalla presenza di acque salmonicole di Categoria A. Si sottolinea ancora una volta come ciò sia effettivamente giustificato da motivazioni prettamente di natura geografica: nel bacino del Tevere, nella sua porzione marchigiana, viene compresa soltanto la parte più montana del fiume Nera, ad esclusiva vocazione salmonicola.

Nell'Aso e nel Foglia nessuna stazione di campionamento è risultata attribuibile alle acque di Categoria B, mentre nei rimanenti bacini imbriferi tutte le categorie delle acque sono presenti con almeno un sito di campionamento. Bacini fluviali a vocazione prevalentemente salmonicola sono l'Aso, dove la Categoria A è presente nell'87,50% dei siti indagati, il Chienti, con il 68,00% delle stazioni di Categoria A, il Tenna dove la frequenza delle acque a salmonidi raggiunge il 76,19% del totale ed il Tronto, con il 52,63%.

Nell'Esino, nel Metauro e nel Potenza, la Categoria A, pur con frequenze inferiori a quelle dei bacini sopracitati, costituisce la classe più rappresentata. Le acque miste (Categoria B) raggiungono la massima estensione nel bacino del fiume Musone, dove sono pari al 62,50% del totale delle stazioni indagate; in nessun altro bacino tale categoria gestionale rappresenta la classe più rappresentata. I bacini del fiume Cesano, del Conca e del Foglia sono quelli a maggiore vocazione ciprinicola, in cui la Categoria C appare la più rappresentata, raggiungendo valori sempre superiori al 50,00% del totale.

11.8 - Densità totale della fauna ittica

La densità totale della fauna ittica rappresenta l'abbondanza complessiva di tutte le specie che compongono l'ittiocenosi di un settore fluviale, espressa come numero di individui per unità di superficie dell'alveo (ind m⁻²).

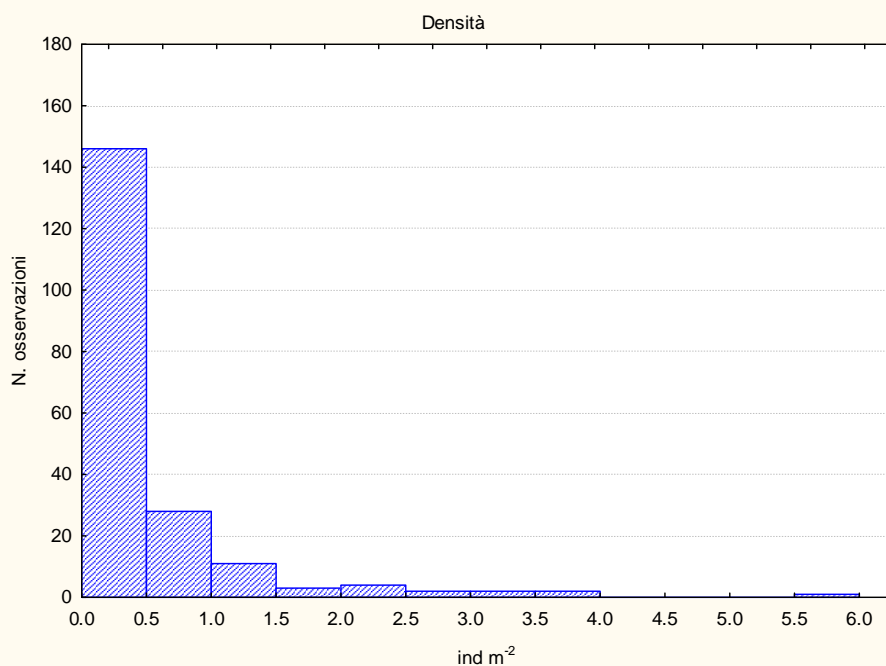


Figura 11.60 - Istogramma di frequenza della densità totale.

Come si può osservare dal grafico della figura 11.60, che riporta l'istogramma di frequenza della densità totale rilevata nell'intero campione delle stazioni indagate, la stragrande maggioranza dei siti indagati presenta densità poco elevate ed inferiori a 0,50 ind m⁻²; le comunità aventi densità comprese fra 0,50 e 1,00 ind m⁻² sono molto meno rappresentate, ma comunque ancora presenti in un numero discreto di settori fluviali (~30 siti), mentre ab-

bondanze con densità comprese fra 1,00 e 1,50 ind m⁻² sono ancora meno rappresentate (~10 siti). Valori superiori a 1,50 ind m⁻² sono estremamente rari, anche se si osservano picchi di densità molto elevati che giungono fino alla classe 5,50- 6,00 ind m⁻².

La tabella 11.25 riporta la statistica descrittiva della densità totale del campione complessivo, dalla quale si evince come tale parametro raggiunga nelle Marche un valore medio di 0,51 ind m⁻², oscillando entro limiti molto ampi che fluttuano fra un minimo di 0,001 ad un massimo di 5,89 ind m⁻²: ciò significa che mediamente nei corsi d'acqua indagati si osserva la presenza di un pesce ogni 2 metri quadrati di superficie dell'alveo fluviale, ma che la variabilità è estremamente ampia essendo state rilevate densità di un esemplare ogni 1000 metri quadrati di superficie fino a quasi 6 esemplari ogni metro quadrato di superficie.

La carta della figura 11.61 riporta la distribuzione sul territorio regionale delle densità totali rilevate: come si può osservare le abbondanze in assoluto più elevate vengono raggiunte in un tratto abbastanza ampio del medio corso del fiume Potenza (MC08POTE05-07), nel fiume Tennacola (MC10TELA02) e nel fiume Musone (MC07MUSO03).

Il grafico della figura 11.62 riporta il confronto, effettuato mediante plot box and whiskers, della densità totale nel campione disaggregato per zona ittica. E' possibile osservare l'esistenza di una chiara tendenza all'aumento dell'abbondanza della fauna ittica passando dalla zona superiore della trota (0,279 ind m⁻²) alla zona del barbo (0,785 ind m⁻²); poi i valori medi diminuiscono in modo poco pronunciato nella zona della carpa e della tinca (0,500 ind m⁻²), per poi ridursi in modo più evidente negli ambienti di transizione (0,031 ind m⁻²). Tale andamento molto probabilmente è la sovrapposizione di due tendenze contrastanti: la prima è la naturale tendenza dell'abbondanza della fauna ittica ad aumentare lungo il gradiente longitudinale (Coles *et al.*, 1988), l'altra è la possibilità che nel tratto terminale dei corsi d'acqua aumenti la dimensione media degli esemplari catturati, cosa che penalizza

	Numero valori	Valore medio	Mediana	Valore minimo	Valore massimo	Deviazione standard
densità (ind m ⁻²)	199	0,505	0,250	0,001	5,890	0,765

Tabella 11.25 - Statistica descrittiva della densità totale.

la densità a vantaggio

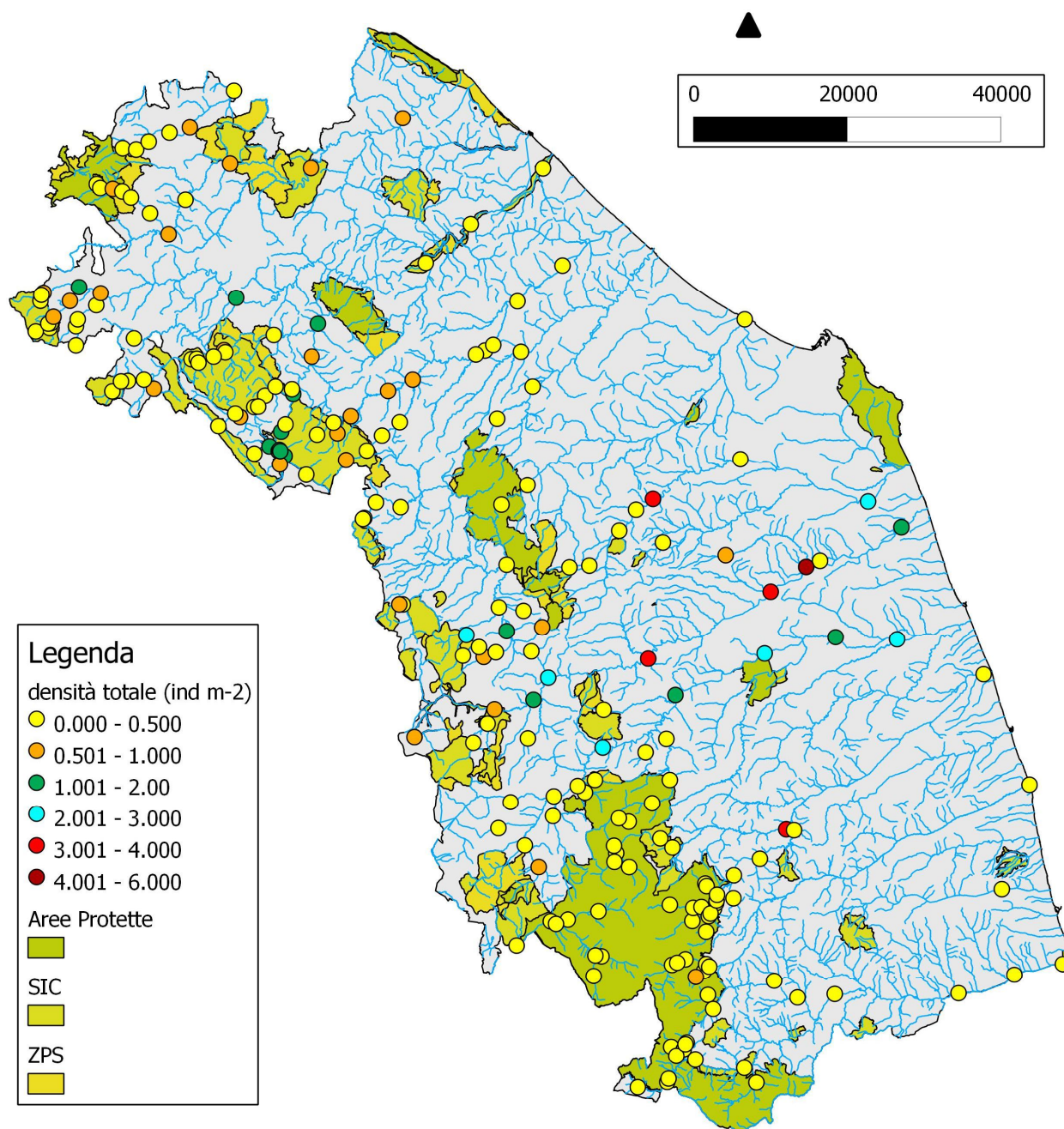


Figura 11.61 - Carta della densità totale.

della biomassa areale (Odum, 1988); a ciò si deve inoltre aggiungere il fatto che nei corsi d'acqua più ampi e profondi e nelle zone di foce, l'efficienza degli attrezzi di cattura usati per i campionamenti si riduce notevolmente (Cowx, 1990; Reynolds, 1996).

Le differenze osservate nel confronto fra i valori medi delle varie zone ittiche sono risultate altamente significative all'analisi della varianza ($F = 5,089$; $p = 0,001$).

La tendenza ad un aumento dell'abbondanza ittica con il gradiente longitudinale è confermata anche dall'analisi successiva, riportata nella figura 11.63, che riporta il confronto fra i valori medi della densità totale nel campione disaggregato per tipologia gestionale delle acque. Il valore medio calcolato per le acque di Categoria A - Acque a salmonidi è nettamente inferiore agli altri, in quanto risulta pari a $0,288 \text{ ind m}^{-2}$; l'abbondanza media delle ittocenosi cresce notevolmente nelle acque di Categoria B - Acque miste fino a rag-

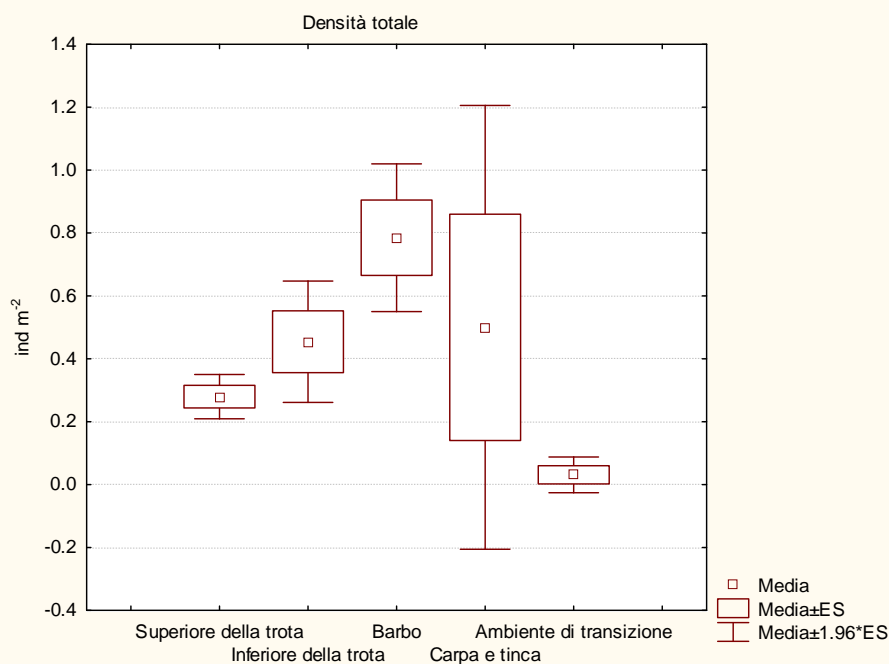


Figura 11.62 - Confronto della densità totale nel campione disaggregato per zona ittica.

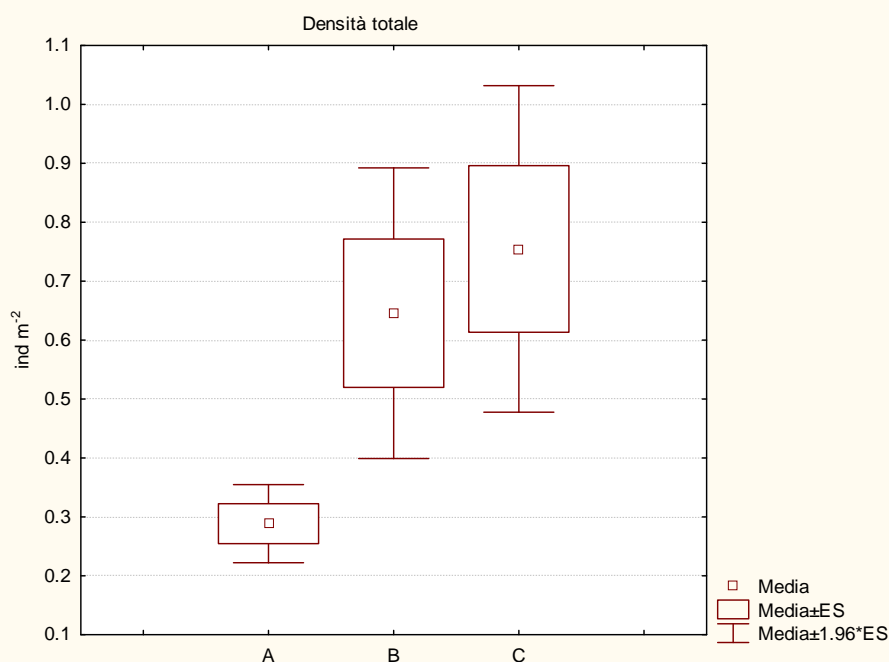


Figura 11.63 - Confronto della densità totale nel campione disaggregato per categoria gestionale.

giungere il valore medio di 0,646 ind m⁻², per poi incrementare ulteriormente anche nelle acque di Categoria C - Acque a ciprinidi, dove si osserva il massimo assoluto di 0,756 ind m⁻².

Le differenze osservate nel confronto fra i valori medi delle varie gestionali delle acque sono risultate ancora una volta altamente significative all'analisi della varianza ($F = 8,211$; $p = 0,001$).

Nel grafico della figura 11.64 sono riportati gli istogrammi relativi alle distribuzioni delle densità totali nel campione disaggregato per provincia. Dal'analisi degli istogrammi è possibile osservare come le abbondanze nelle province di Ancona, Ascoli Piceno e Fermo siano sempre molto omogenee per la presenza di un massimo di due sole classi di abbondanza, risultando appiattite verso i valori più bassi (0,00-0,50 e 0,50-1,00 ind m⁻²). Più articolata e varia è la situazione presente nella provin-

cia di Pesaro e Urbino ed ancor più in quella di Macerata, dove sono risultate presenti rispettivamente 4 diverse classi di abbondanza (fino ad un massimo di 2 ind m⁻²) e 9 classi (fino ad un massimo di 6 ind m⁻²).

Da un punto di vista più prettamente quantitativo, le differenze fra le abbondanze ittiche totali riscontrate nelle diverse province marchigiane sono illustrate nel grafico della figura 11.65. Il valore medio di tale parametro più elevato in assoluto è quello stimato nella provincia di Macerata, dove risulta pari a 0,881 ind m⁻²; più bassa è l'abbondanza media osservata in provincia di Pesaro e Urbino anche se, con un valore pari a 0,493 ind m⁻², è ancora nettamente superiore a quella che caratterizza le 3 rimanenti province: Ancona presenta infatti un valore medio pari a 0,226 ind m⁻², Ascoli Piceno pari a 0,101 ind m⁻² e Fer-

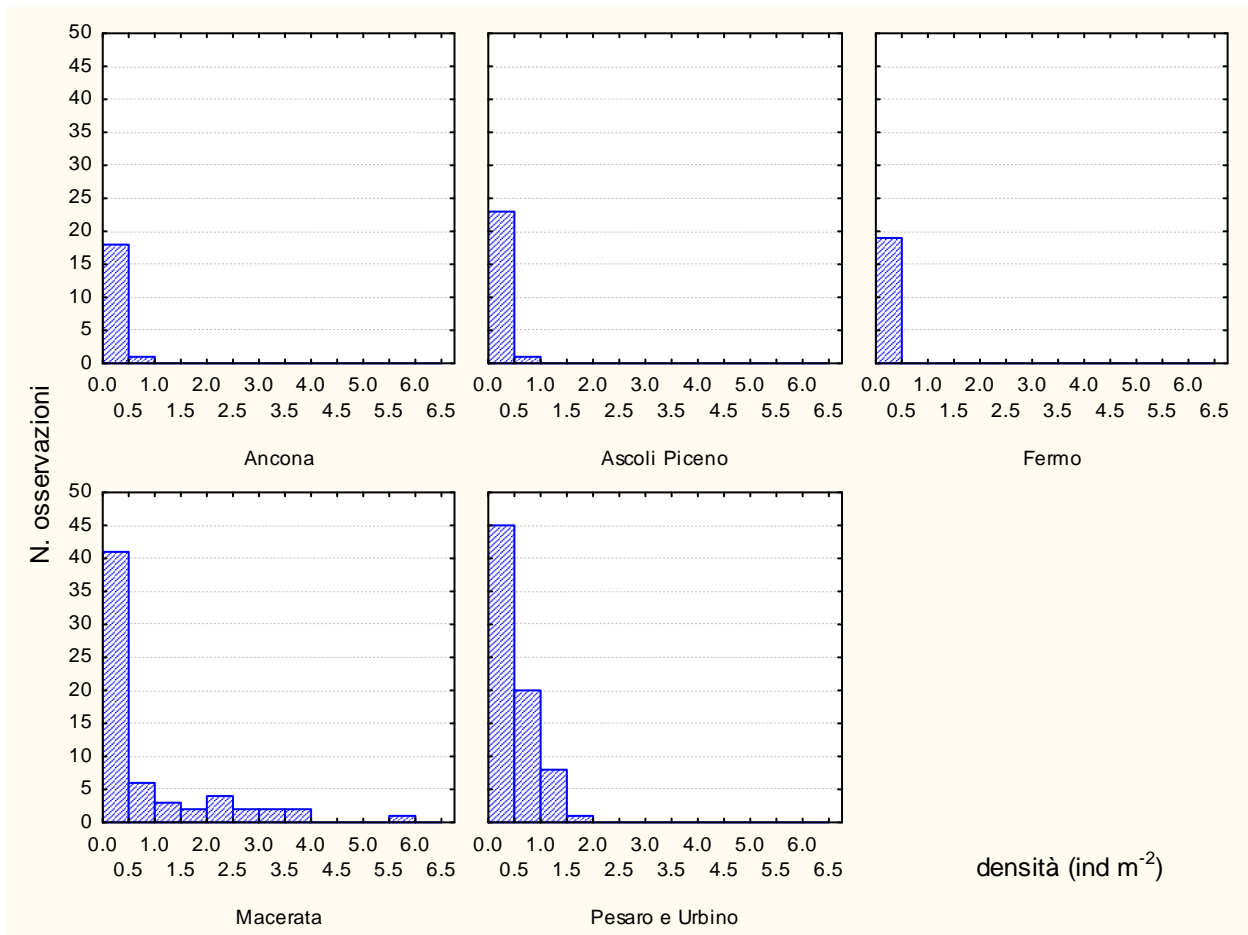


Figura 11.64 - Istogrammi della densità totale nel campione disaggregato per provincia.

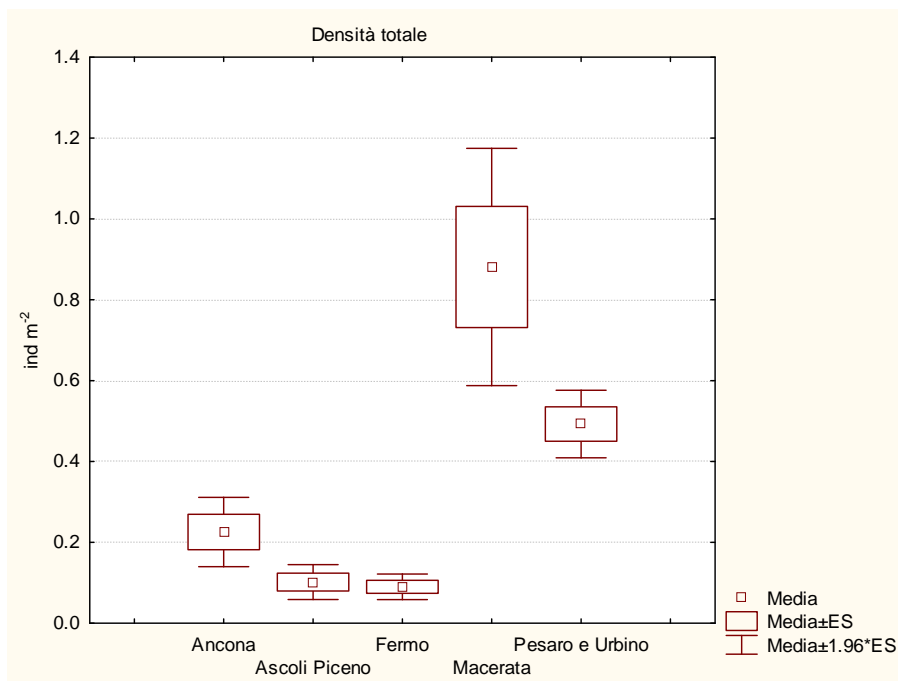


Figura 11.65 - Densità totale nel campione disaggregato per provincia.

mo pari a 0,090 ind m⁻².

Le differenze osservate nel confronto fra i valori medi raggiunti nelle diverse province sono risultate altamente significative all'analisi della varianza ($F = 8,667$; $p = 0,001$).

Per quanto riguarda i singoli bacini imbriferi (Tabella 11.26), la media nettamente più elevata fra tutte quelle calcolate è quella del fiume Potenza, dove la densità ittica totale raggiunge il valore di

1,705 ind m⁻², più che doppio rispetto al corso d'acqua che segue in ordine decrescente di importanza, rappresentato dal fiume Musone (media pari a 0,850 ind m⁻²). Valori ancora sufficientemente elevati, e superiori rispetto ad una densità ittica di un pesce ogni 2 m⁻² di superficie, sono presenti anche nel bacino del fiume Chienti (0,60 ind m⁻²) ed in quello del Foglia (0,58 ind m⁻²). Il fiume Misa (0,001 ind m⁻²) ed il Tronto (0,08 ind m⁻²) sono i corsi

Bacino	N° Valori	Valore medio	Valore minimo	Valore massimo	Deviazione standard
Aso	7	0,134	0,020	0,540	0,181
Cesano	14	0,449	0,180	0,800	0,202
Chienti	24	0,600	0,010	2,680	0,793
Conca	5	0,336	0,080	0,780	0,287
Esino	20	0,452	0,003	2,050	0,520
Foglia	10	0,580	0,250	0,970	0,267
Metauro	49	0,491	0,010	1,650	0,413
Misa	2	0,001	0,001	0,001	0,000
Musone	8	0,850	0,120	3,010	1,126
Potenza	13	1,705	0,100	5,890	1,758
Tenna	21	0,289	0,010	3,900	0,832
Tesino	1	0,180	0,180	0,180	0,000
Tevere	8	0,204	0,060	0,380	0,122
Tronto	17	0,081	0,002	0,200	0,056

Tabella 11.26 - Statistica descrittiva della densità totale nei diversi bacini imbriferi.

ricchezza di specie, indice di diversità Shannon-Wiener, 1949) e indice di integrità qualitativa (Bianco, 1990).

Ricchezza di specie. La ricchezza di specie è data dal numero di specie presenti. Tale parametro negli ambienti lotici è influenzato dalle caratteristiche morfologiche dei corsi d'acqua e dai cambiamenti che avvengono lungo il gradiente longitudinale. Nei tratti fluviali montani, di modeste dimensioni, con acque molto veloci, fredde e ossigenate e poco produttive, infatti, generalmente la comunità ittica è composta da un numero molto basso di specie reofile specializzate. Procedendo verso valle si assiste ad una maggiore diversificazione dell'ambiente, con un aumento delle nicchie ecologiche presenti; il corso d'acqua diviene idoneo ad ospitare comunità ittiche più complesse e ricche di specie (Vannote *et al.*, 1980; Minshall *et al.*, 1985; Meyer *et al.*, 2007).

Indice di diversità (Indice di Shannon-Wiener). Permette di valutare lo stato di organizzazione e la complessità delle interazioni tra specie appartenenti alla stessa comunità; per fare ciò utilizza il numero di specie presenti e le relative abbondanze. L'indice valuta anche, per un individuo della comunità preso a caso, l'incertezza di appartenere ad una determinata specie. Quindi, tanto più il valore dell'indice si allontana dallo zero, tanto maggiore sarà la diversità. Esso è definito dalla seguente equazione:

$$H = - \sum_{j=1}^s \left[\frac{n_j}{N} \log_2 \frac{n_j}{N} \right]$$

dove:

n_j = numero di individui appartenenti alla specie j -esima;

N = numero totale di individui.

L'indice di Shannon (H) è uno tra gli algoritmi più utilizzati negli studi ecologici: considera il numero delle specie (componente di ricchezza di specie) e la loro frequenza (abbondanza relativa) all'interno della comunità (componente di equiripartizione o evenness) (Pielou, 1978). Il valore di H aumenta all'aumentare della diversità e varia da un minimo di zero, raggiunto in presenza di una comunità monospecifica, ad un massimo che

d'acqua nei cui bacini imbriferi si osservano le abbondanze medie in assoluto meno elevate.

Anche per quanto riguarda il confronto fra i valori medi raggiunti nei diversi bacini imbriferi le differenze osservate sono risultate altamente significative all'analisi della varianza ($F = 4,220$; $p = 0,001$).

11.9 - Indici di comunità

Per meglio caratterizzare le singole comunità ittiche (struttura, rapporti tra le singole specie) sono stati utilizzati alcuni indici: ric-

dipende dal numero di specie riscontrate e dal loro grado d'equipartizione. La diversità aumenta quanto più elevata è la ricchezza di specie, mentre a parità di specie il valore di H sarà tanto più elevato quanto più gli individui che compongono la comunità saranno divisi equamente fra le specie presenti (scarsa concentrazione della dominanza ed elevata equipartizione).

Indice di integrità qualitativa. Per valutare lo stato di qualità dell'ittiofauna da un punto di vista zoogeografico è stato calcolato l'indice di integrità qualitativa, che consente di valutare il degrado della comunità ittica indigena sulla base delle specie esotiche presenti.

L'indice è pari al rapporto tra il numero di specie autoctone presenti e il totale delle specie raccolte. L'indice varia da 0 a 1: è pari a 0 se tutte le specie presenti nella comunità sono alloctone (sito totalmente inquinato/degradato), pari ad 1 se tutte le specie sono autoctone (sito incontaminato) (Bianco, 1990).

Tale indice è stato calcolato per ciascuna stazione di campionamento. I valori assunti dall'indice in settori diversi di uno stesso corso d'acqua consentono di mettere in evidenza gli eventuali stravolgimenti delle vocazioni ittiche naturali.

11.9.1 - Ricchezza di specie

La ricchezza di specie di una comunità ittica rappresenta il numero complessivo di tutte specie ittiche che la compongono. Come si può osservare dal grafico della figura 11.66, che riporta l'istogramma di frequenza della ricchezza di specie rilevata nell'intero campione delle stazioni indagate, la maggior parte dei siti indagati presenta comunità ittiche monospecifiche. Meno di 30 settori fluviali sono caratterizzati dall'aver 2 specie ittiche; comunità ittiche composte da 3, 4 o 5 specie ittiche ciascuna sono presenti in poco meno di 20 siti di campionamento. La frequenza delle stazioni indagate, in genere, decresce abbastanza regolarmente all'aumentare del numero di specie presenti: molto rare nelle Marche sono le ittiocenosi composte da più di 10 specie ittiche.

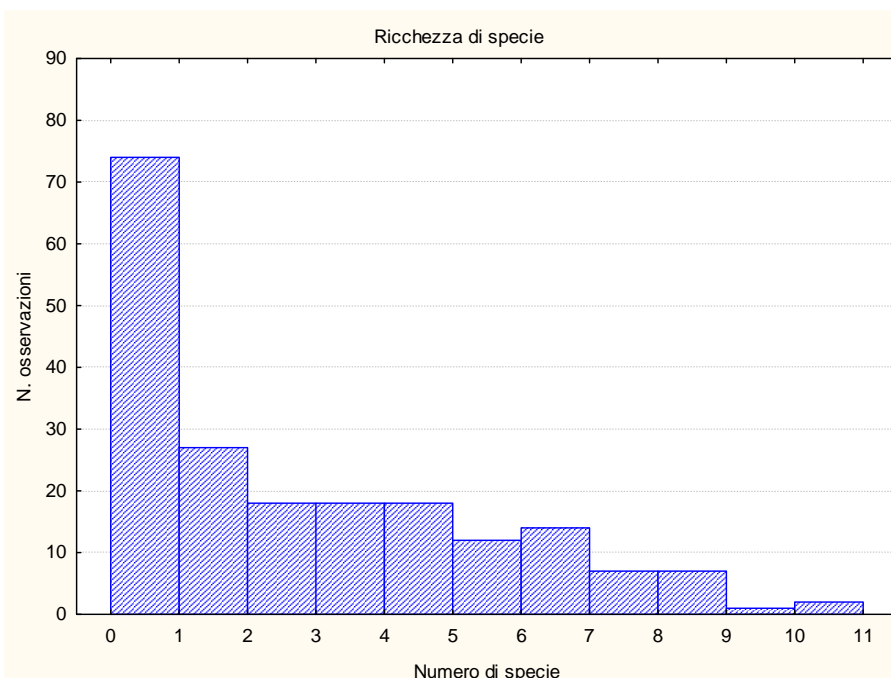


Figura 11.66 - Istimogramma di frequenza della ricchezza di specie.

La tabella 11.27 riporta la statistica descrittiva della ricchezza di specie, dalla quale si evince come tale parametro raggiunga nelle Marche un valore medio di 3,359 specie, oscillando entro limiti compresi fra un minimo di 1 ed un massimo di 11 specie ittiche.

Nel grafico della figura 11.67 sono riportati gli istogrammi relativi alla distribuzione della ricchezza di specie nel

	Numero valori	Valore medio	Mediana	Valore minimo	Valore massimo	Deviazione standard
Ricchezza (R)	199	3,359	2,000	1,000	11,000	2,592

Tabella 11.27 - Statistica descrittiva della densità totale.

campione disaggregato per pro-

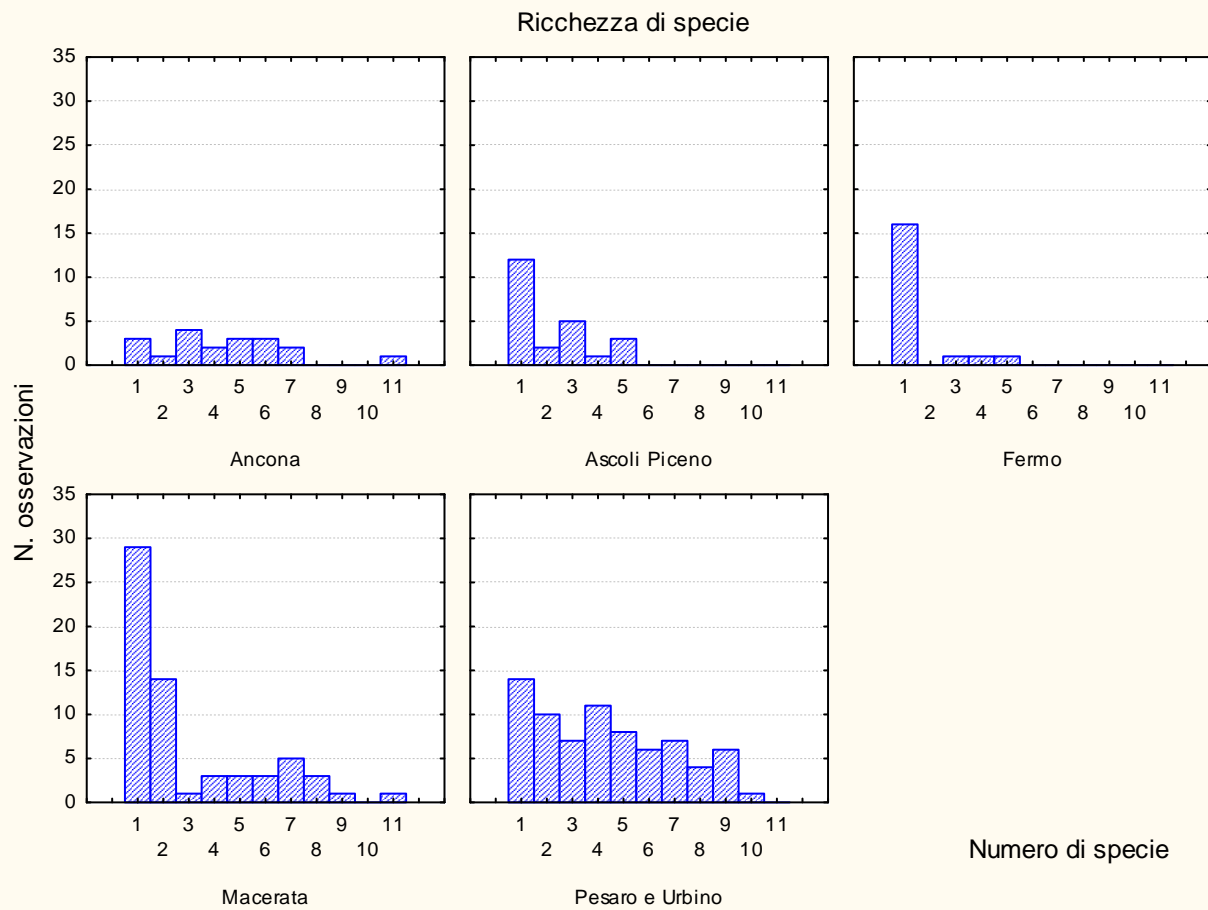


Figura 11.67 - Istogrammi della ricchezza di specie nel campione disaggregato per provincia.

vincia. Dall'analisi degli istogrammi è possibile osservare come le comunità ittiche siano nelle province di Fermo ed Ascoli Piceno sempre molto più semplici e meno articolate rispetto alle altre realtà territoriali delle Marche: per entrambe le province la massima ricchezza è data dalla presenza contemporanea di un massimo di 5 specie ittiche. A Fermo, la tendenza ad una semplificazione delle ittocenosi è particolarmente evidente: molto

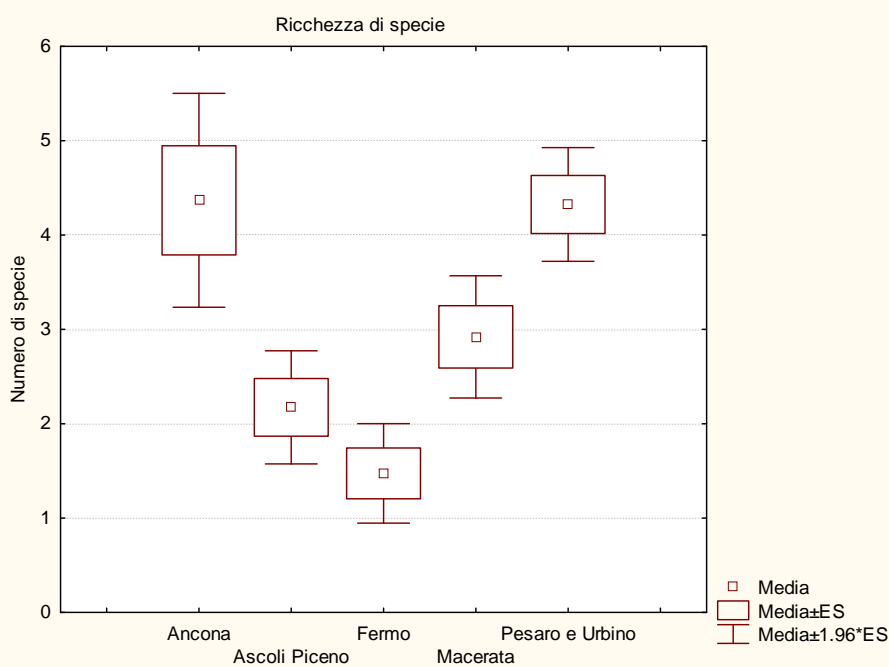


Figura 11.68 - Ricchezza di specie nel campione disaggregato per provincia.

scarsi, infatti, sono i settori fluviali in cui è presente più di una specie ittica. Ancona, Macerata e Pesaro-Urbino presentano una realtà molto più variegata, con comunità ittiche che in alcuni casi sono molto più ricche ed articolate, giungendo fino a valori di ricchezza di specie pari a 11 specie per Ancona e Macerata e 10 specie per Pesaro e Urbino. Ancona e Pesaro-Urbino, comunque, si differenziano in alcuni aspetti da quanto os-

Bacino	N° Valori	Valore medio	Valore minimo	Valore massimo	Deviazione standard
Aso	7	1,000	1,000	1,000	0,000
Cesano	14	4,786	1,000	9,000	2,636
Chienti	24	3,042	1,000	11,000	2,911
Conca	5	3,000	2,000	4,000	0,707
Esino	20	3,400	1,000	11,000	2,798
Foglia	10	4,900	1,000	9,000	3,035
Metauro	49	4,265	1,000	10,000	2,612
Misa	2	1,000	1,000	1,000	0,000
Musone	8	4,125	1,000	8,000	2,232
Potenza	13	4,231	1,000	9,000	2,682
Tenna	21	1,667	1,000	6,000	1,494
Tesino	1	3,000	3,000	3,000	0,000
Tevere	8	1,000	1,000	1,000	0,000
Tronto	17	2,563	1,000	5,000	1,548

Tabella 11.28 - Statistica descrittiva della ricchezza di specie nei diversi bacini imbriferi.

servabile a Macerata: in quest'ultima provincia si nota una maggiore frequenza con cui si rinviene la presenza di comunità monospecifiche, che costituiscono l'assoluta maggioranza delle osservazioni. Ad Ancona e a Pesaro-Urbino, al contrario, si osserva una maggiore regolarità nella distribuzione delle osservazioni, con una minore tendenza di una o poche classi di ricchezza a prevalere nettamente sulle altre.

Da un punto di vista statistico le differenze fra la ricchezza di specie presente nelle diverse province mar-

chigiane sono illustrate nel grafico della figura 11.68. Il valore medio di tale parametro più elevato in assoluto è quello stimato nella provincia di Ancona, dove risulta pari a 4,368 specie; solo leggermente più basso è il valore osservato in provincia di Pesaro e Urbino, dove è pari a 4,324 specie, seguono in ordine decrescente Macerata (valore medio = 2,921), Ascoli Piceno (valore medio = 2,174) e quindi Fermo (valore medio = 1,474). Le differenze osservate nel confronto fra i valori medi calcolati nelle diverse province sono risultate altamente significative all'analisi della varianza ($F = 8,602$; $p = 0,001$).

Per quanto riguarda i singoli bacini imbriferi (Tabella 11.28), la media più elevata è raggiunta nel fiume Foglia, con un valore di 4,900 specie, anche se una ricchezza di specie media superiore a 4 è stata rilevata anche nel Cesano (4,786), nel Metauro (4,265), nel Musone (4,125) e nel Potenza (4,231). Una ricchezza di specie particolarmente scarsa contraddistingue, all'opposto, i bacini dei fiumi Aso, Misa e Tevere che presentano sempre ed esclusivamente comunità monospecifiche (valore medio, minimo e massimo pari a 1,000). Per quanto riguarda la presenza di comunità ittiche particolarmente ricche e differenziate, i valori massimi del numero di specie sono stati rilevati nel bacino del fiume Chienti e Esino, dove il valore massimo di ricchezza risulta pari a 11 specie, nel Metauro (10 specie) e nel Cesano, Foglia e Potenza (9 specie). Anche per quanto riguarda il confronto fra i valori medi raggiunti nei diversi bacini imbriferi le differenze osservate sono risultate altamente significative all'analisi della varianza ($F = 3,715$; $p = 0,001$).

11.9.2 - Indice di Diversità di Shannon - Wiener

L'indice di diversità misura il grado di articolazione e di complessità di una comunità ittica ed il suo valore aumenta quanto più elevato è il numero di specie che ne fanno parte (componente di ricchezza di specie) e quanto più equilibrata è la ripartizione degli individui nelle diverse specie presenti (componente di equiripartizione) (Pielou, 1978).

	Numero valori	Valore medio	Mediana	Valore minimo	Valore massimo	Deviazione standard
diversità (H)	199	0,615	0,593	0,000	1,898	0,596

Come si può osservare dal grafi-

Tabella 11.29 - Statistica descrittiva dell'indice di diversità.

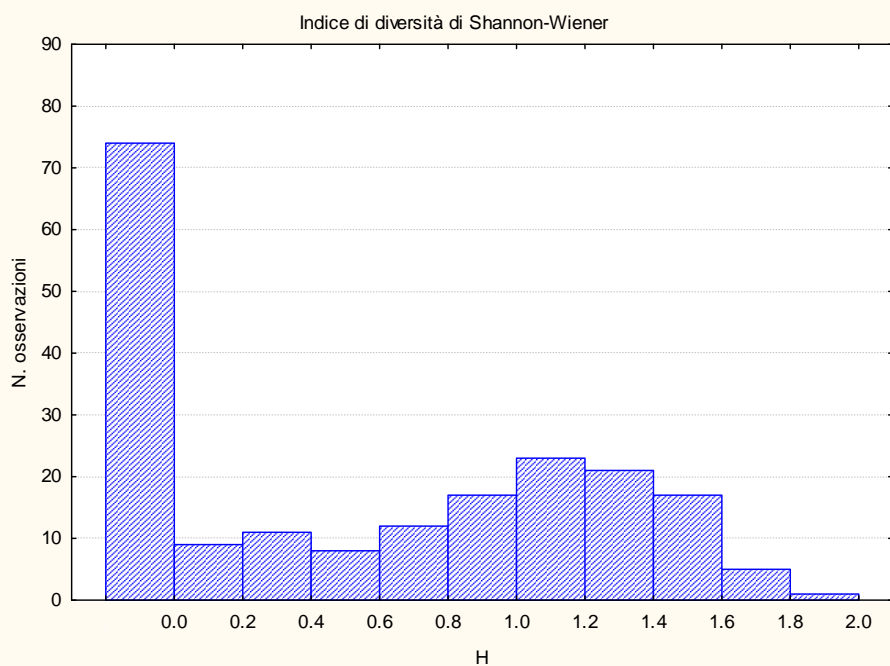


Figura 11.69 - Istogramma di frequenza dell'indice di diversità.

co della figura 11.69, che riporta l'istogramma di frequenza dell'indice di diversità calcolato per l'intero campione delle stazioni indagate, la maggior parte dei siti presenta comunità ittiche monospecifiche, in cui il valore dell'indice H di diversità è quindi pari a 0. La seconda classe che presenta le frequenze più elevate (di poco superiori a 20 siti di campionamento) è quella compresa nell'intervallo di H fra 1.0 e 1.2, seguita immediatamente

dall'intervallo 1.2-1.4; le frequenze diminuiscono con regolarità per tutte le classi di diversità progressivamente più elevate, ma anche per quelle con valori più bassi.

La tabella 11.27 riporta la statistica descrittiva di tale parametro, dalla quale si evin-

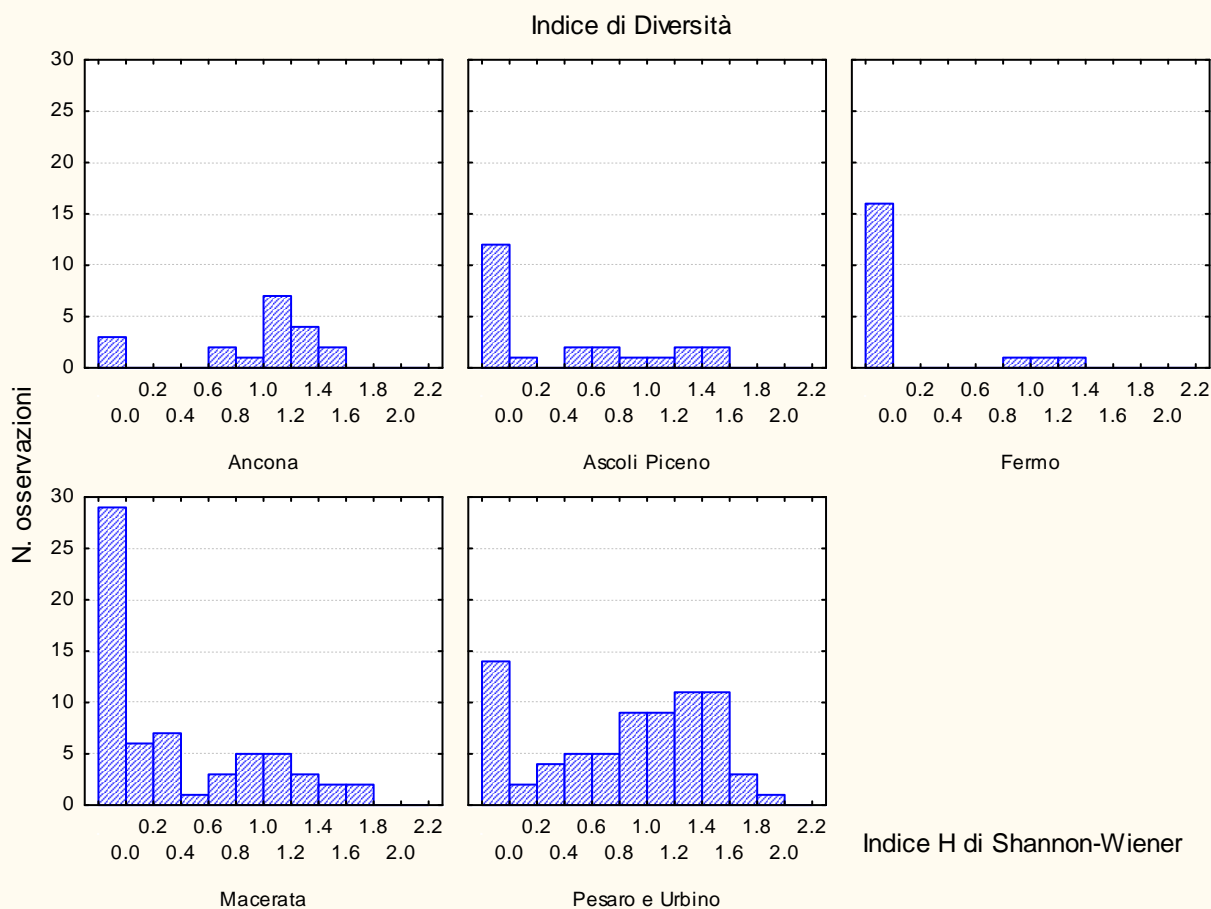


Figura 11.70 - Istogrammi dell'indice di diversità nel campione disaggregato per provincia.

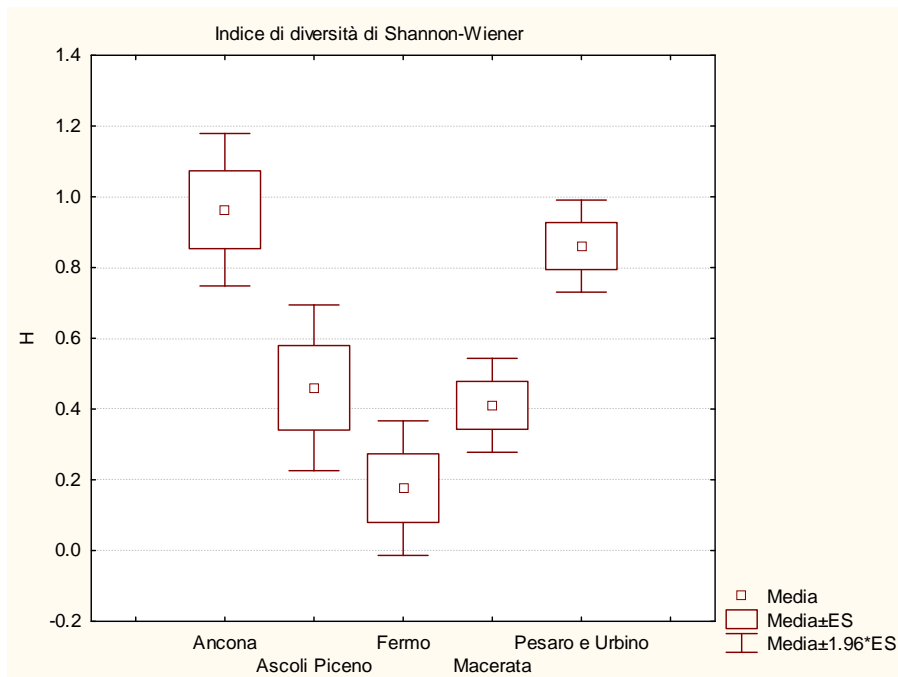


Figura 11.71 - Indice di diversità nel campione disaggregato per provincia.

cezione di Ancona, la classe di diversità più frequente sia quella pari a 0: ciò è la palese conseguenza del fatto che molto spesso ci si trova in presenza di comunità ittiche monospecifiche, come avviene ad esempio nei tratti montani dei corsi d'acqua popolati dalla sola trota fario. In provincia di Ancona la distribuzione della diversità risulta abbastanza ampia, senza che nessuna classe di ampiezza prevalga nettamente sulle altre: la maggiore frequenza, comunque, viene raggiunta nella classe di H dell'intervallo 1,00-1,20. A Fermo la quasi totalità dei settori fluviali campionati presenta valori di diversità molto bassi e pari a 0, per gli stessi motivi già discussi in precedenza, e anche ad Ascoli Piceno l'istogramma di frequenza risulta molto appiattito per tutti i valori di H maggiori di 0. Più articolata e variegata è la situazione osservabile a Macerata e a Pesaro-Urbino, dove le osservazioni sono

ce come la diversità media nei corsi d'acqua marchigiani risulti poco elevata, con un valore medio di 0,615, ed oscillando entro limiti compresi fra un minimo di 0 ed un massimo di 1,898.

Nel grafico della figura 11.70 sono riportati gli istogrammi relativi alla distribuzione dell'indice di diversità nel campione disaggregato per provincia. Dall'analisi degli istogrammi è possibile osservare come in tutte le realtà territoriali analizzate, ad ec-

Bacino	N° Valori	Valore medio	Valore minimo	Valore massimo	Deviazione standard
Aso	7	0,000	0,000	0,000	0,000
Cesano	14	0,999	0,000	1,565	0,510
Chienti	24	0,358	0,000	1,617	0,533
Conca	5	0,720	0,331	1,074	0,299
Esino	20	0,665	0,000	1,565	0,612
Foglia	10	0,947	0,000	1,686	0,679
Metauro	49	0,831	0,000	1,898	0,572
Misa	2	0,000	0,000	0,000	0,000
Musone	8	0,983	0,000	1,743	0,614
Potenza	13	0,728	0,000	1,293	0,448
Tenna	21	0,201	0,000	1,286	0,431
Tesino	1	0,958	0,958	0,958	0,000
Tevere	8	0,000	0,000	0,000	0,000
Tronto	17	0,602	0,000	1,537	0,599

Tabella 11.30 - Statistica descrittiva dell'indice di diversità nei diversi bacini imbriferi.

distribuite su una gamma di classi più ampia rispetto a quanto visto in precedenza e la diversità raggiunge, in taluni casi, valori anche elevati: in provincia di Pesaro e Urbino, in particolare, è anche meno accentuata la frequenza dei settori fluviali a diversità nulla.

Da un punto di vista statistico le differenze fra la diversità calcolata nelle diverse province marchigiane sono illustrate nel grafico della figura 11.71. Il valore medio di tale parametro più elevato in assoluto è quello presente nella provincia di Ancona, dove risulta pari a 0,964; solo leg-

germente più basso è il valore osservato in provincia di Pesaro e Urbino, dove è pari a 0,861; seguono in ordine decrescente di importanza Ascoli Piceno (valore medio = 0,460), Macerata (valore medio = 0,411) e quindi Fermo (valore medio = 0,177) in cui la diversità risulta particolarmente bassa. Le differenze tra le province osservate nel confronto fra i valori medi di diversità sono quasi perfettamente coincidenti con quanto già evidenziato a proposito della ricchezza di specie: ciò sembra indicare con chiarezza come sia proprio questa componente ad incidere in modo determinante sul comportamento dell'indice di Shannon: evidentemente la componente dovuta alla ripartizione degli individui risulta meno importante. Le differenze osservate nella diversità fra le diverse province sono risultate altamente significative all'analisi della varianza ($F = 11,670$; $p = 0,001$).

Per quanto riguarda i singoli bacini imbriferi (Tabella 11.30), la media più elevata è raggiunta nel fiume Cesano, con un valore di H pari a 0,999, anche se medie molto prossime a questa sono state riscontrate anche nei bacini dei fiumi Musone ($H = 0,983$), Tesino ($H = 0,958$) e Foglia ($H = 0,943$). Valori medi nulli, indicativi della presenza esclusiva di comunità ittiche costituite da una sola specie, sono osservabili nel bacino del fiume Aso, Misa e Tevere. Tutti i bacini fluviali analizzati presentano almeno un sito di campionamento avente una diversità nulla, causata dalla presenza di una comunità ittica monospecifica, ad eccezione del fiume Conca e del fiume Tesino: nei bacini di questi due corsi d'acqua il valore minimo registrato è diverso da zero e precisamente pari a 0,331 nel primo caso e a 0,958 nel secondo. Per quanto riguarda il confronto fra i valori medi dell'indice di diversità nei diversi bacini imbriferi le differenze osservate sono risultate altamente significative all'analisi della varianza ($F = 5,111$; $p = 0,001$).

11.9.3 - Indice di Integrità qualitativa

L'indice di integrità qualitativa misura il grado di compromissione di una comunità ittica dovuto alla presenza di specie di origine esotica: esso varia fra 0 (massima alterazione) e 1 (massima integrità) (Bianco, 1990).

Come si può osservare dal grafico della figura 11.72, che riporta l'istogramma di frequenza dell'indice integrità calcolato per l'intero campione delle stazioni indagate, la maggior parte dei siti presenta comunità assolutamente non compromesse, in cui il valore

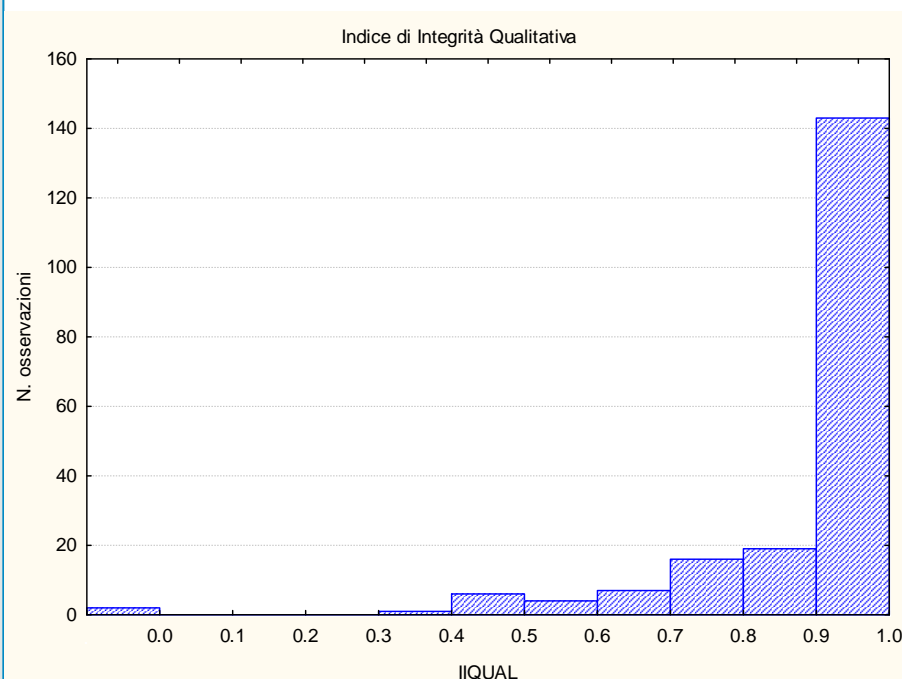


Figura 11.72 - Istogramma di frequenza dell'indice di integrità.

dell'indice risulta pari a 1. In linea generale si può osservare una forte tendenza ad una riduzione del numero di siti coinvolti quanto più aumenta l'intensità di compromissione. Il numero di settori fluviali in cui si è registrata la totale assenza di fauna ittica autoctona ($IIQual = 0$) è molto scarso e coinvolge poche unità.

L'areogramma della figura 11.73 riporta la ripartizione percentuale delle classi dell'indice di integrità (Lorenzoni et al., 2010a): i siti del

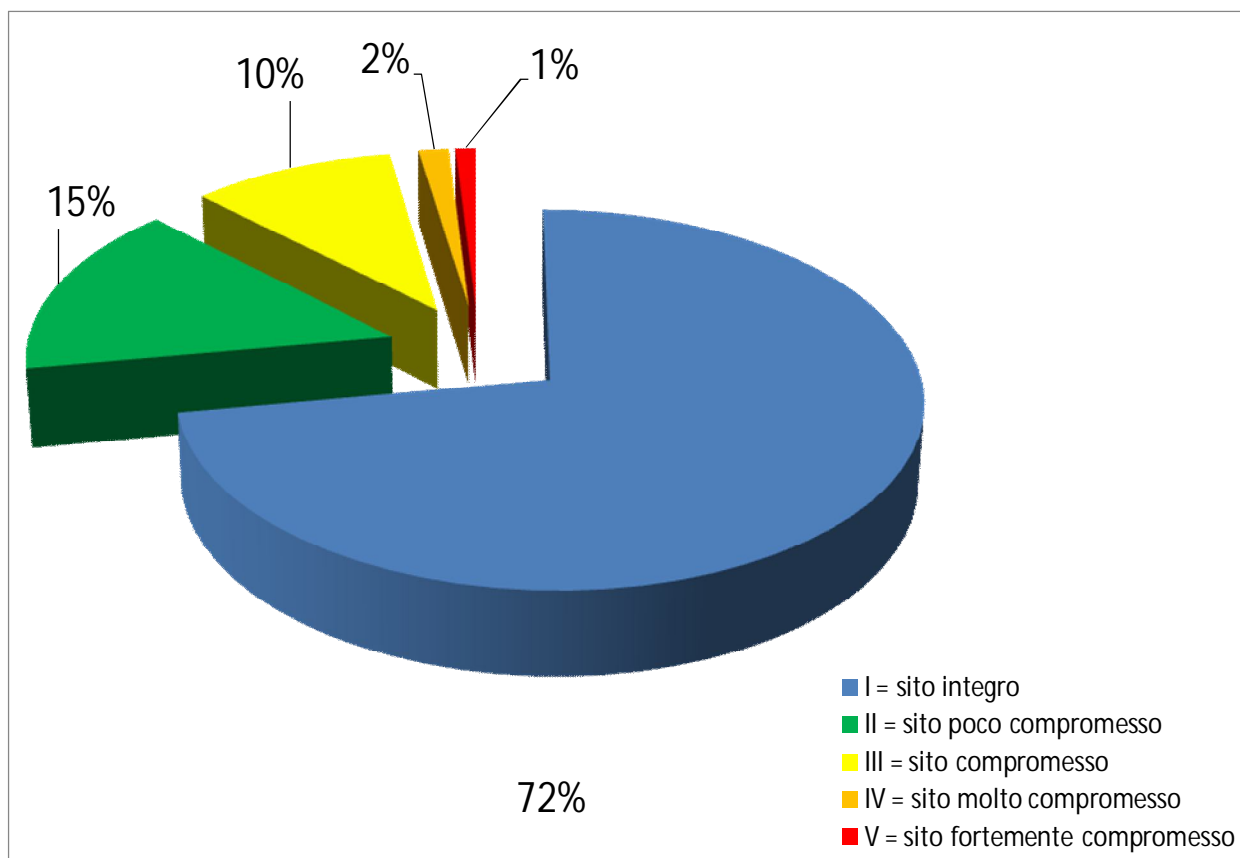


Figura 11.73 - Ripartizione percentuale delle classi dell'indice di integrità.

tutto integri, in cui risultano assenti le specie di origine esotica (IIQual = 1,00) rappresentano la grande maggioranza del campione e sono pari al 72,00% del totale delle stazioni indagate; il 15,00% dei settori fluviali può essere assegnato alla II classe di qualità IIQual (0,750 - 0,999), che corrisponde a situazioni poco compromesse dal punto di vista zoogeografico. Nelle Marche i contesti più alterati nella composizione della propria ittiofauna (III - V classe IIQual) non sembrano interessare un numero molto elevato di corsi d'acqua, rappresentando soltanto il 13% circa del totale: il 10% riguarda comunità ittiche che possono essere definite compromesse (III classe IIQual = 0,500 - 7,499), il 2% ittioscenosi molto compromesse (IV classe IIQual = 0,250 - 4,999) e l'1% fortemente compromesse (V classe IIQual = 0,000 - 2,249).

La carta della figura 11.74 illustra la distribuzione nella Marche delle classi di qualità IIQual: è possibile osservare come in generale nei territori più montuosi della parte occidentale della regione siano caratterizzati dalle situazioni di assoluta integrità, anche se esistono alcune importanti eccezioni a tale fenomeno, dovute in massima parte alla presenza di alcuni settori fluviali in cui la composizione del popolamento ittico è a vantaggio esclusivo dell'esotica trota iridea. Rispetto a quanto segnalato da altre ricerche condotte in alcune realtà italiane, geograficamente prossime alle Marche (Lorenzoni *et al.*, 2010a), non sembra in questo caso emergere nettamente uno schema di aggravamento del grado di alterazione delle comunità lungo il gradiente longitudinale: anche molti tratti collinari o di pianura sembrano contraddistinguersi per l'assoluta integrità dei propri popolamenti ittici.

La tabella 11.31 riporta la statistica descrittiva dell'IIQual, dalla quale si evince come

	Numero valori	Valore medio	Mediana	Valore minimo	Valore massimo	Deviazione standard
IIQual	199	0,916	1,000	0,000	1,000	0,168

il valore medio di tale parametro nei corsi

Tabella 11.31 - Statistica descrittiva dell'indice di integrità.

d'acqua marchigiani risulti molto elevato e pari a 0,916, valore indicativo di uno stato di lieve alterazione faunistica; i valori comunque oscillano all'interno dei limiti previsti dall'indice (minimo = 0, massimo = 1).

Nel grafico della figura 11.75 sono riportati gli istogrammi relativi alla distribuzione dell'integrità qualitativa nel campione disaggregato per provincia. Dall'analisi degli istogrammi è possibile osservare come in tutte le realtà territoriali analizzate la classe dell'indice più frequente sia quella che comprende il valore di 1 (assoluta integrità), che nel caso di Fermo costituisce anche la sola classe presente. Anche ad Ancona ed Ascoli Piceno, l'insieme dei valori calcolati appaiono distribuiti in un numero molto ridotto di categorie ed in nessun caso sono presenti valori dell'indice inferiori alla classe 0,4 - 0,5. Più complessa ed articolata risulta la situazione nelle province di Macerata e Pesaro-Urbino, che

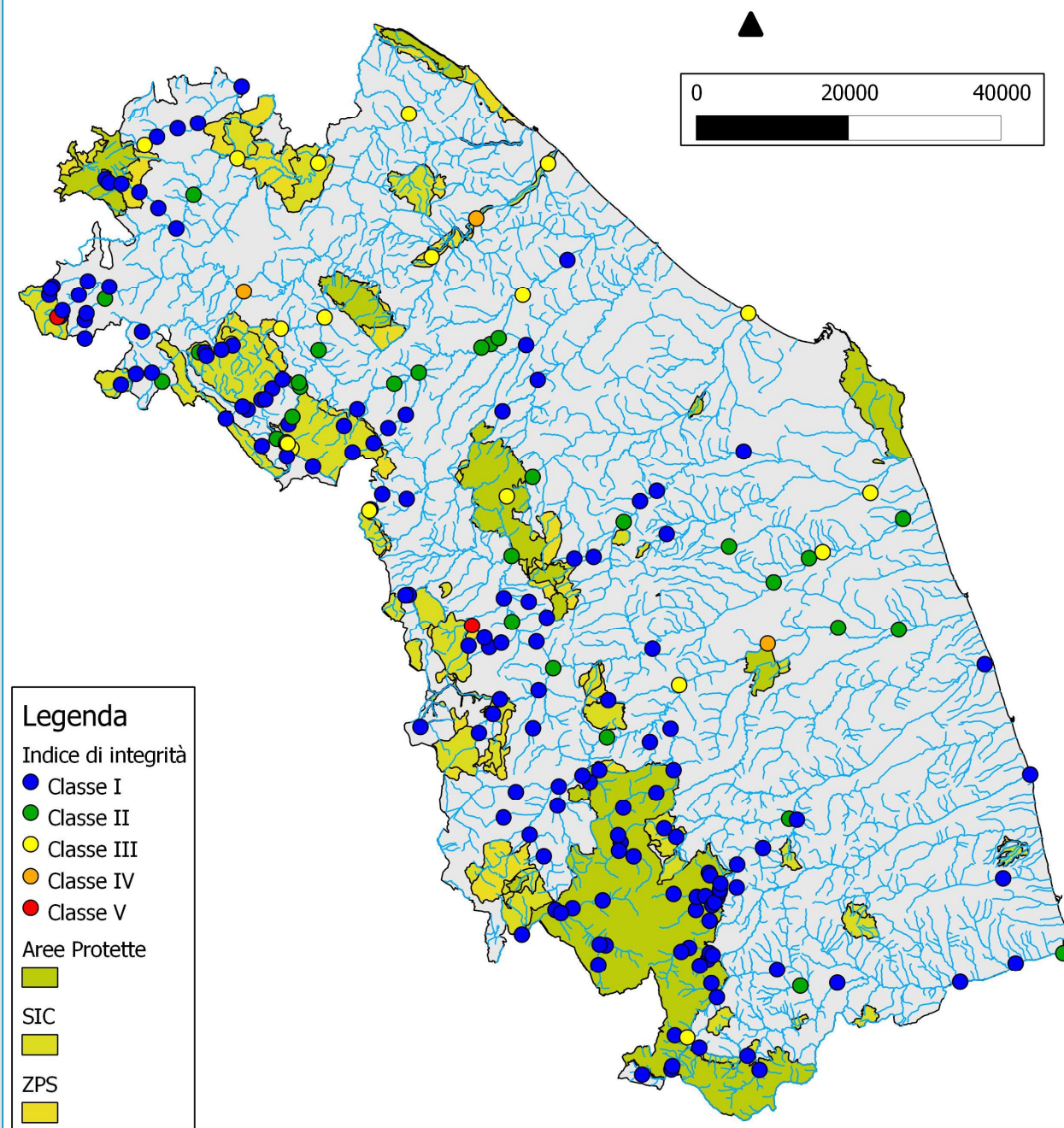


Figura 11.74 - Carta delle classi IIQual.

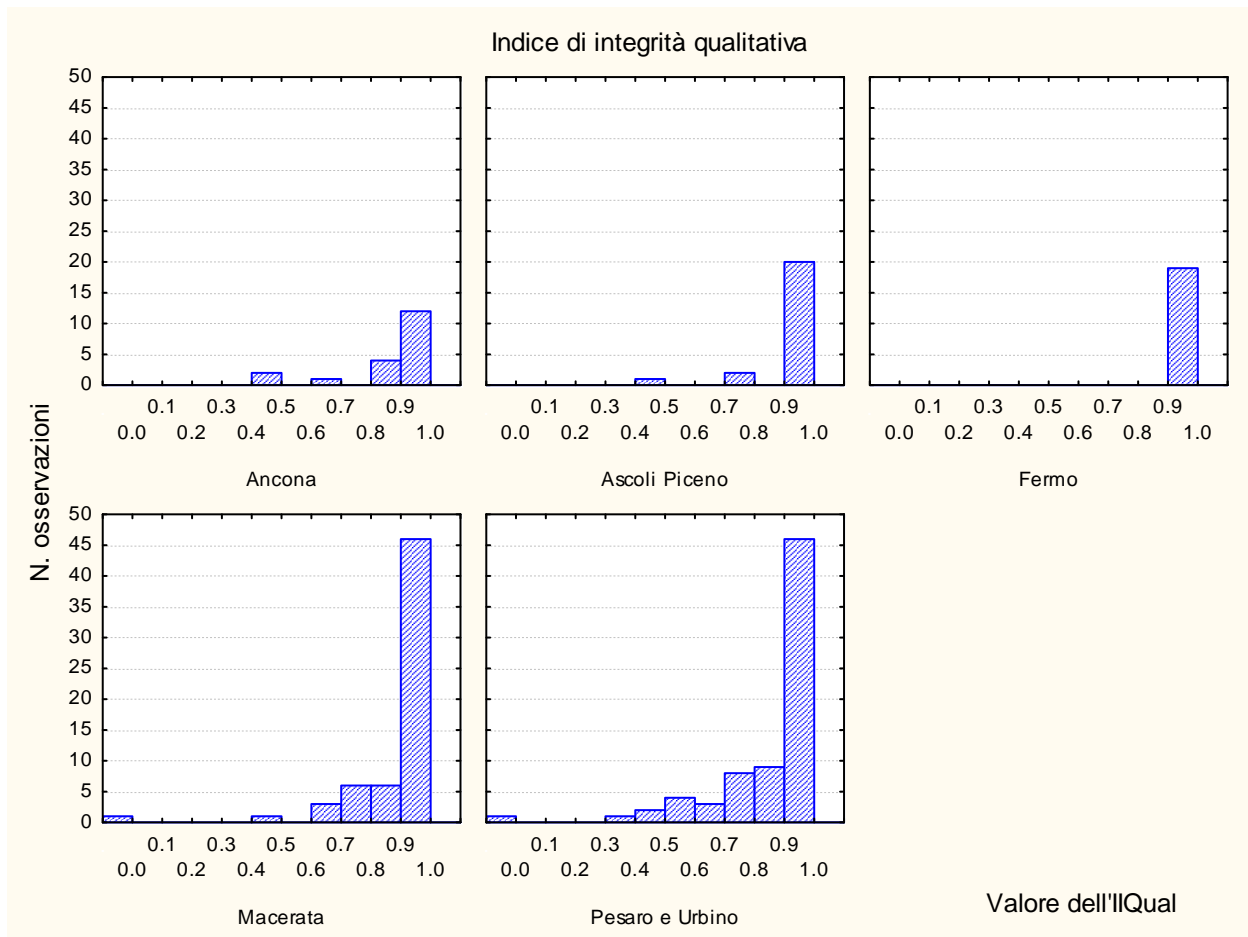


Figura 11.75 - Istogrammi dell'indice di integrità qualitativa nel campione disaggregato per provincia.

presentano una distribuzione delle frequenze del grado di alterazione dell'ittiofauna assolutamente molto simile fra loro. Le frequenze vanno diminuendo progressivamente in funzione del grado di compromissione delle comunità ittiche, ma in tali province è sicuramente presente un numero più elevato di classi di IIQual che giungono, seppur con un numero

estremamente ridotto di casi, fino alla completa assenza di fauna ittica autoctona (classe 0,0 - 0,1).

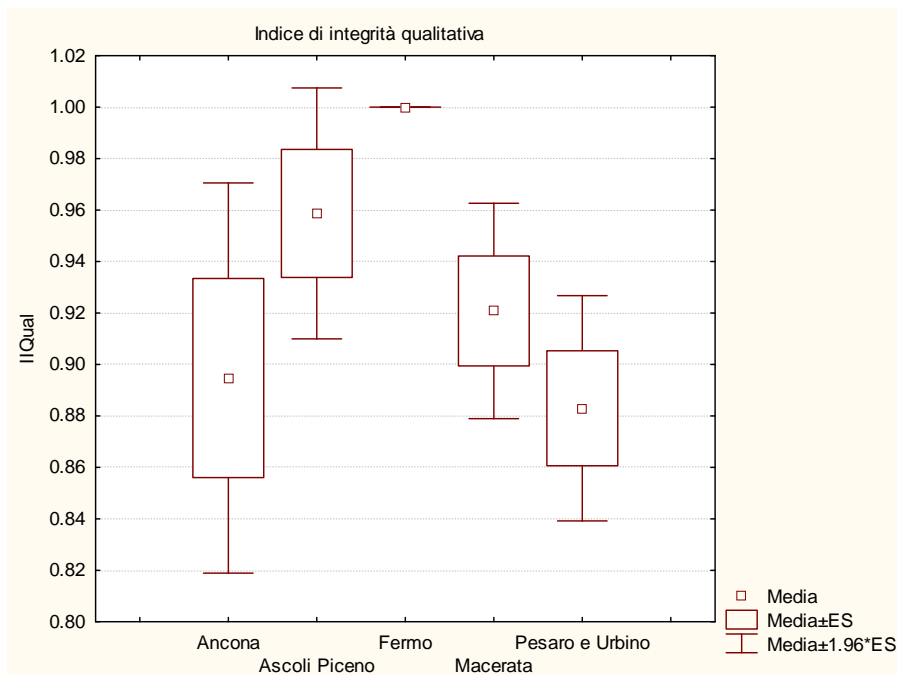


Figura 11.76 - Indice di integrità qualitativa nel campione disaggregato per provincia.

Da un punto di vista statistico le differenze fra l'IIQual calcolato nelle diverse province marchigiane sono illustrate nel grafico della figura 11.76. Il valore medio di tale parametro più elevato in assoluto è quello stimato nella provincia di Fermo, dove risulta pari all'unità che è il massimo valore raggiungibile, corrispondente a

un'assoluta integrità; solo leggermente più basso è il valore osservato in provincia di Ascoli Piceno, dove è pari a 0,959; seguono in ordine progressivamente decrescente: Macerata (valore medio = 0,921), Ancona (valore medio = 0,895) e quindi Pesaro - Urbino (valore medio = 0,883). In tutti i casi i valori risultano molto elevati: ciò costituisce un fatto estremamente positivo, poiché rappresentativo di una realtà che risulta compromessa in modo non irrecuperabile dal punto di vista zoogeografico. Le differenze osservate nei valori medi dell'indice di integrità qualitativa calcolati nelle diverse province sono risultate statisticamente

significative all'analisi della varianza (F = 2,428; p = 0,049).

Dal confronto fra i valori medi dell'IIQual calcolati nel campione disaggregato per provincia emerge un'altra osservazione di carattere generale: l'andamento dei valori appare quasi perfettamente speculare a quanto osservato per la ricchezza di specie e l'indice di diversità di Shannon - Wiener. Ciò sembrerebbe indicare l'esistenza di una relazione di tipo inverso che lega l'indice di integrità qualitativa ed il numero

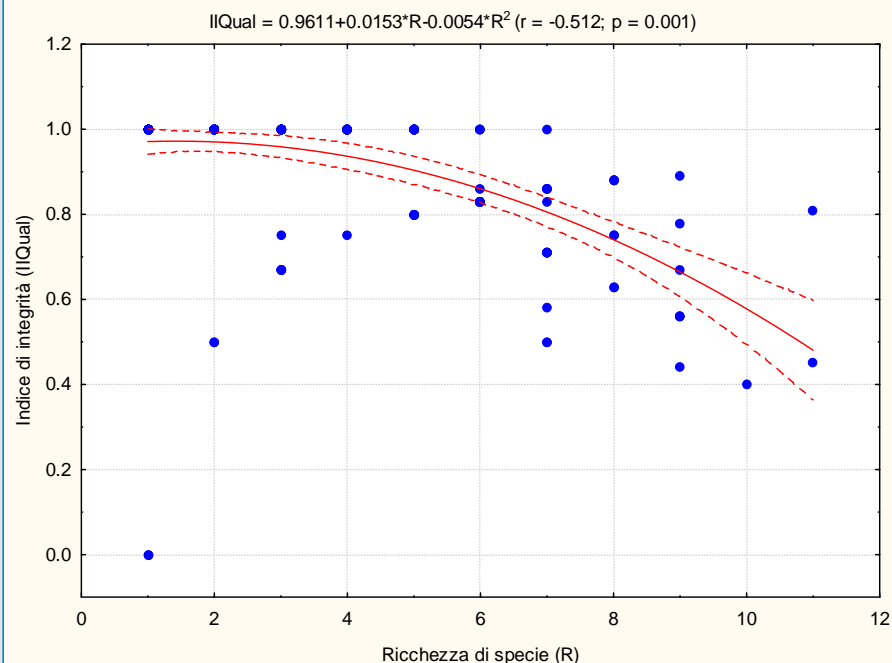


Figura 11.77 - Regressione indice di integrità qualitativa - Ricchezza di specie.

di specie che compongono la comunità ittica: all'aumentare del numero di specie diminuisce il livello di integrità dei popolamenti che compongono le comunità ittiche dei fiumi marchigiani.

Bacino	N° Valori	Valore medio	valore minimo	Valore massimo	Deviazione standard
Aso	7	1,000	1,000	1,000	0,000
Cesano	14	0,924	0,670	1,000	0,103
Chienti	24	0,925	0,450	1,000	0,149
Conca	5	0,934	0,670	1,000	0,148
Esino	20	0,856	0,000	1,000	0,261
Foglia	10	0,860	0,560	1,000	0,189
Metauro	49	0,874	0,000	1,000	0,211
Misa	2	1,000	1,000	1,000	0,000
Musone	8	0,933	0,630	1,000	0,136
Potenza	13	0,902	0,670	1,000	0,119
Tenna	21	0,992	0,830	1,000	0,037
Tesino	1	1,000	1,000	1,000	0,000
Tevere	8	1,000	1,000	1,000	0,000
Tronto	17	0,941	0,500	1,000	0,140

Tabella 11.30 - Statistica descrittiva dell'indice di diversità nei diversi bacini imbriferi.

Un'analisi di regressione fra il numero di specie e l'IIQual sembra confermare appieno tale ipotesi (Figura 11.77). L'equazione trovata è rappresentata da un polinomiale di 2 ordine (quadratica) di equazione: $IIQual = 0,961 + 0,015R - 0,005R^2$, in cui R rappresenta il numero di specie (ricchezza); la relazione che lega le due variabili è di tipo inverso ed altamente significativa al test statistico (p = 0,001). Quello che sembra emergere, quindi, è che la ricchezza di specie nei fiumi marchigiani sembra crescere inizialmente

soprattutto grazie all'apporto di specie autoctone e ciò comporta un lieve scadimento dell'integrità per comunità ittiche molto semplici e caratterizzate da bassi valori del numero di specie, ma in comunità più complesse e diversificate ogni ulteriore incremento della ricchezza avviene soprattutto per l'aggiunta di specie esotiche. In tale andamento è anche possibile vedere la conseguenza della scarsa diversificazione complessiva della fauna ittica originaria delle Marche che, come il resto dell'Italia centro-meridionale, presenta una ricchezza di specie particolarmente bassa. I corsi d'acqua dell'Europa occidentale si contraddistinguono per la presenza di comunità ittiche generalmente non sature di specie, in cui quindi è possibile per le specie introdotte occupare nicchie non utilizzate (Belkessam *et al.*, 1997). In questi casi le conseguenze della presenza delle specie esotiche potrebbero essere meno gravi per l'attenuazione degli eventuali fenomeni competitivi.

Per quanto riguarda i singoli bacini imbriferi, la media più elevata è raggiunta nel fiume Aso, Misa, Tesino e Tevere, dove le comunità ittiche appaiono sempre e comunque del tutto prive di una componente alloctona (valore medio = 1,00, deviazione standard = 0,00) (Tabella 11.30). Il massimo grado di compromissione è raggiunto nel fiume Esino, dove il valore dell'IIQual medio è risultato pari a 0,856: anche in questo caso, tuttavia, il valore dell'IIQual non può essere valutato eccessivamente basso per la presenza di un eccesso di xenodiversità, ma al contrario la situazione può essere giudicata complessivamente accettabile, soprattutto se confrontata con altre realtà italiane abbastanza simili alle Marche dal punto di vista ittico e geografico (Lorenzoni *et al.*, 2010a). Ciò non toglie che, al di là della situazione evidenziabile dall'analisi dei valori medi dell'IIQual, alcune situazioni di estrema compromissione pure esistono: in due bacini imbriferi, l'Esino ed il Metauro si osserva un valore minimo dell'IIQual pari a = 0,00, il che significa che in questi casi la comunità ittica è composta interamente da specie alloctone, ma anche altri corsi d'acqua quali il Chienti (minimo = 0,45), il Tronto (minimo = 0,50), il Foglia (minimo = 0,56), il Musone (minimo = 0,63), il Cesano (minimo = 0,67), il Conca (minimo = 0,67) ed il Potenza (minimo = 0,67) presentano nel loro bacino alcuni settori fluviali in cui il grado di compromissione dovuto alla presenza di specie alloctone è sicuramente elevato e, quindi, da non trascurare. Per quanto riguarda il confronto fra i valori medi dell'indice di integrità qualitativo nel campione disaggregato per bacino imbrifero, le differenze osservate non sono risultate in questo caso statisticamente significative all'analisi della varianza ($F = 1,270$; $p = 0,234$).

12 - Interazioni della fauna ittica con i fattori abiotici dell'ambiente fluviale

12.1 - Analisi delle componenti principali (PCA)

Negli ecosistemi lotici, la componente fisica dell'habitat agisce come una matrice che condiziona in modo decisivo i processi biologici, tanto da determinare con le sue variazioni la presenza e l'abbondanza delle specie all'interno di un corso d'acqua (Al-Chokhachy e Roper, 2011): l'habitat controlla, ad esempio, la distribuzione longitudinale dei pesci e le trasformazioni nelle caratteristiche degli habitat sono spesso associate con i cambiamenti nella composizione delle comunità ittiche (Huet, 1949; Vannote *et al.*, 1980; Minshall *et al.*, 1985; Bunn e Davies, 2000). Per questo motivo è in genere molto importante, nel tentativo di comprendere le dinamiche esistenti negli ecosistemi lotici, indagare le relazioni esistenti fra le diverse variabili ambientali ed il modo in cui queste condizionano anche la componente biotica (Lorenzoni *et al.*, 2006b, 2010a).

Componente principale	Autovalore	% Totale varianza	Cumulo autovalore	Cumulo %
PC1	3,464	69,279	3,464	69,279
PC2	0,558	11,160	4,022	80,439
PC3	0,551	11,026	4,573	91,465
PC4	0,315	6,309	4,889	97,774
PC5	0,111	2,226	5,000	100,000

Tabella 12.1 - Analisi delle componenti principali: varianza giustificata dalle componenti.

(componenti principali) estratte in modo da conservare quanto meglio le informazioni contenute nei dati originali. (Fowler e Cohen, 1993). Mediante tale analisi è possibile ottenere una rappresentazione delle relazioni fra le variabili originali e fra queste ultime e

Parametro	PC1	PC2	PC3
Quota altimetrica (m s.l.m.)	0,851	0,086	0,279
Distanza dalla sorgente (km)	-0,932	-0,135	0,204
Piovosità media (mm)	0,803	0,201	0,441
Superficie del bacino sotteso (km ²)	-0,834	-0,165	0,487
Pendenza media (°)	0,729	-0,682	0,007

Tabella 12.2 - Analisi delle componenti principali: relazioni fra parametri. In rosso le relazioni statisticamente significative.

le componenti principali estratte e ciò può rendere particolarmente efficace e sintetica la descrizione del campione dei dati originali. Nel nostro caso la matrice usata per l'analisi ha incluso 5 variabili ambientali e 212 stazioni di campionamento. Tutte le variabili (N) sono state

trasformate ($\log_{10}(N + 1)$) per normalizzare la distribuzione (Brown e Austen, 1996) e standardizzate ad una media di 0 ed una deviazione standard di 1.

L'analisi è sicuramente stata penalizzata dal modo difforme in cui sono stati raccolti i dati delle diverse Carte Ittiche Provinciali e dalla difficoltà, quindi, di disporre un congruo numero di parametri ambientali. In ogni caso i risultati, riportati nelle tabelle 12.1 - 2, appaiono assai significativi: lo scopo di tale analisi, che è quello di indagare le relazioni esistenti fra i vari parametri rilevati e di evidenziarne i cambiamenti lungo il gradiente longitudinale, sembra pienamente raggiunto (Lorenzoni *et al.*, 2006b, 2010a).

La prima componente principale estratta dall'analisi (PC1) giustifica il 69,28% della varianza totale (Tabella 12.1, Figura 12.1) e mostra l'esistenza di una correlazione positiva

Per fare ciò, è stata utilizzata una tecnica di statistica multivariata chiamata analisi delle componenti principali (PCA). Questo tipo di analisi permette di riassumere le informazioni di base, di solito contenute in una pluralità di parametri, in un numero ridotto di nuove variabili

estratte e ciò può rendere particolarmente efficace e sintetica la descrizione del campione dei dati originali. Nel nostro caso la matrice usata per l'analisi ha incluso 5 variabili ambientali e 212 stazioni di campionamento. Tutte le variabili (N) sono state

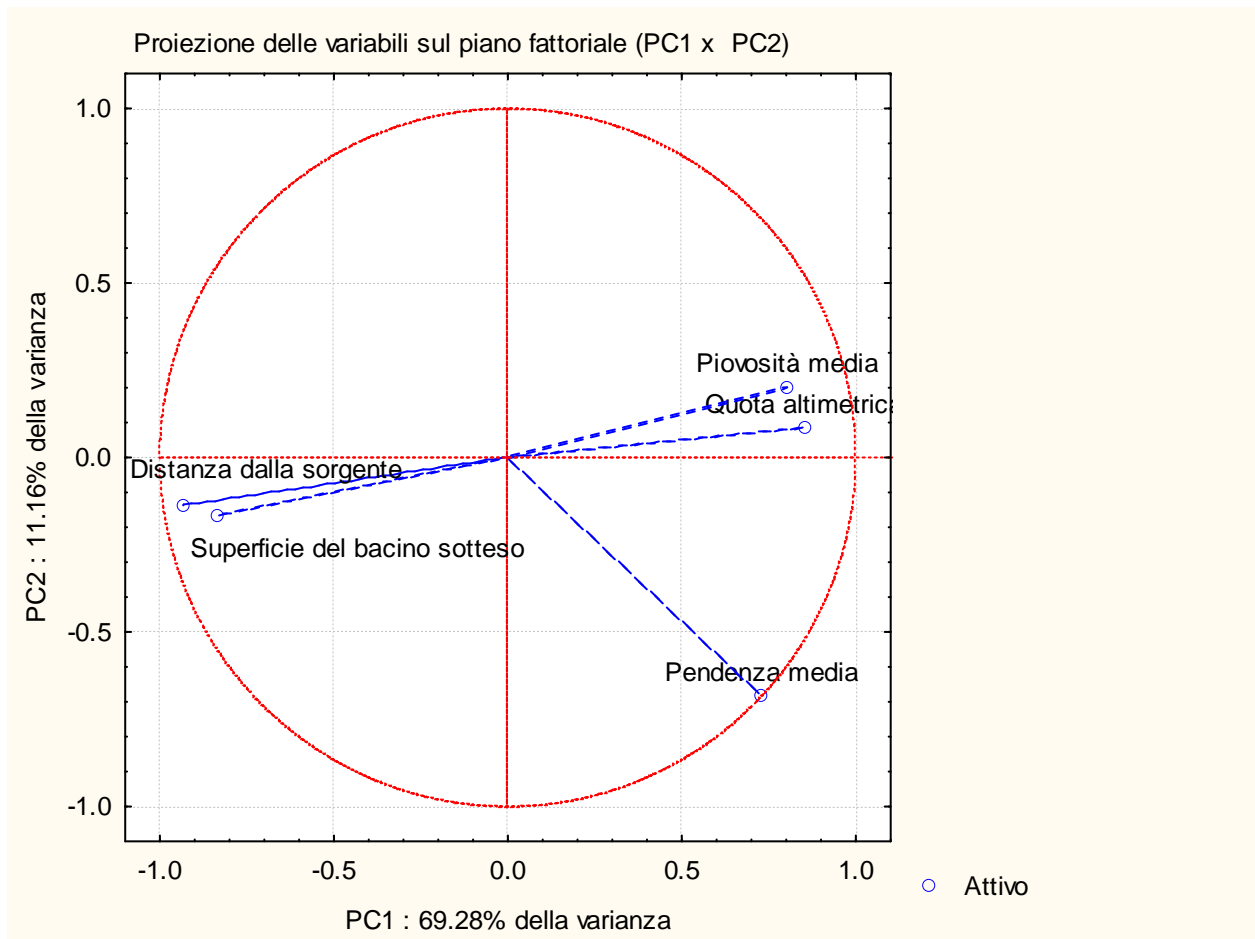


Figura 12.1 - Analisi delle componenti principali: proiezione delle variabili sul piano fattoriale.

fra quota altimetrica, piovosità e pendenza media, mentre la relazione è inversa con distanza dalla sorgente e superficie del bacino sotteso (Tabella 12.2). La seconda componente principale (PC2) è meno informativa, giustifica una parte molto minore della varianza, pari all'11,60% del totale, e risulta correlata in modo inverso con la pendenza media (Tabella 12.2, Figura 12.1).

La prima componente principale (PC1) sembra, quindi, rappresentare bene l'evoluzione longitudinale dei corsi d'acqua marchigiani: i risultati ottenuti, infatti, mostrano come nell'area indagata unitamente alla diminuzione di quota e all'aumento della distanza della sorgente si osserva un'evoluzione morfologica del corso d'acqua, che consiste in un aumento del bacino sotteso, una riduzione della pendenza e una diminuzione della piovosità. Nelle successive analisi la PC1, per queste sue caratteristiche, sarà utilizzata per descrivere i cambiamenti che avvengono nel suo decorso monte - valle in un ipotetico fiume che è la sintesi di tutti i corsi d'acqua presenti nelle Marche.

12.2 - Relazioni con il gradiente longitudinale

La relazione esistente fra il primo asse dell'analisi delle componenti principali (PC1) ed alcuni parametri biologici, quali l'IIQual, la ricchezza di specie e la densità ittica totale, è stata investigata mediante analisi della regressione.

12.2.1 - Indice di diversità di Shannon-Wiener

La relazione che lega l'andamento dell'indice di diversità (H) al decorso longitudinale di un ipotetico fiume che rappresenta la sintesi di tutti i corsi d'acqua delle Marche, è mostrata dal grafico della figura 12.2. La regressione tra primo fattore estratto dall'analisi delle componenti principali (PC1) con l'indice di Shannon-Wiener è descritta da un'equazione

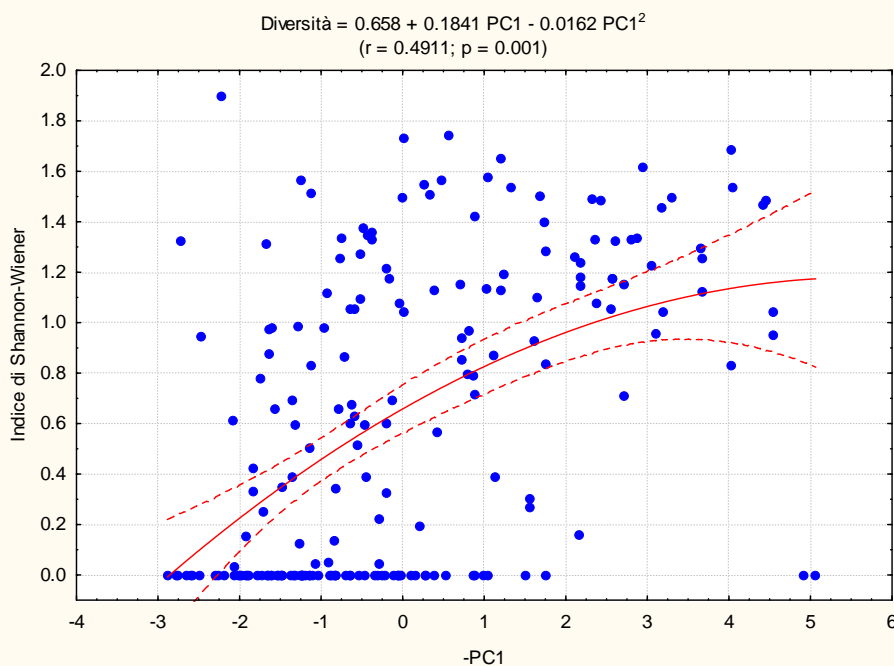


Figura 12.2 - Regressione PC1 - indice di diversità di Shannon- Wiener.

In genere la diversità lungo il decorso di un fiume è massima nei settori intermedi, come conseguenza dell'evoluzione di alcune caratteristiche fluviali che si modificano nel decorso longitudinale di un fiume (Vannote *et al.*, 1980; Minshall *et al.*, 1985; Pont *et al.*, 1995; Mayer *et al.*, 2007). I tratti fluviali intermedi presentano fondali a granulometria molto variabile, abbondanza di macrofite acquatiche che rendono più numerose le nicchie trofiche e spaziali disponibili, un'elevata perturbazione termica e alta produttività primaria: ciò si traduce nel raggiungimento in tali settori fluviali di una maggiore diversità biologica rispetto ai tratti limitrofi. La diversità quindi, appare così seguire un andamento unimodale il cui massimo si trova in corrispondenza del medio corso di un fiume (Vannote *et al.*, 1980).

Nel caso dei corsi d'acqua delle Marche, la diversità segue l'andamento mostrato dalla curva della figura 12.2, in quanto tali fiumi sono caratterizzati da un decorso abbastanza breve che rapidamente giunge alla foce: ciò probabilmente impedisce alla diversità di raggiungere il proprio massimo e di seguire la fase decrescente della curva, come tipicamente avviene nei corsi d'acqua di maggiori dimensioni.

12.2.2 - Ricchezza di specie

La relazione che lega l'andamento la ricchezza di specie (R) al primo fattore estratto dall'analisi delle componenti principali (PC1) è diretto e di tipo lineare, essendo risultato pari a: $R = 3,309 + 0,809 PC1$ (Figura 12.3). Anche in questo caso la relazione fra le due variabili è risultata altamente significativa all'analisi statistica ($R^2 = 32,65\%$; $r = 0,571$; $p = 0,001$). L'analisi evidenzia il progressivo e rapido aumento lungo il gradiente longitudinale del numero di specie che compongono le itticiocenosi, con un andamento che in questo caso è progressivo e costante, senza nessun accenno ad un rallentamento della tendenza nei settori posti nei tratti più a valle, terminali e di pianura dei corsi d'acqua che costituiscono il reticolo idrografico delle Marche.

La relazione tra la ricchezza di specie e il gradiente longitudinale permette di chiarire meglio anche alcuni aspetti legati all'andamento del parametro trattato nel paragrafo precedente, la diversità. E' stato già descritto come l'indice di Shannon - Wiener risenta dell'influenza di due componenti: la ricchezza di specie ed il modo in cui i singoli individui di comunità vengono ripartiti fra le specie che la compongono (Pielou, 1978). L'indice di

di tipo polinomiale di 2° ordine che è risultata pari a: $H = 0,658 + 0,184 PC1 - 0,016 PC1^2$. La relazione fra le due variabili è risultata altamente significativa all'analisi statistica ($r = 0,491$; $p = 0,001$). E' evidente il progressivo aumento del valore dell'indice procedendo da monte verso valle, con un incremento che è più rapido nei settori intermedi, mentre si riduce nei successivi tratti di pianura.

In genere la diversità

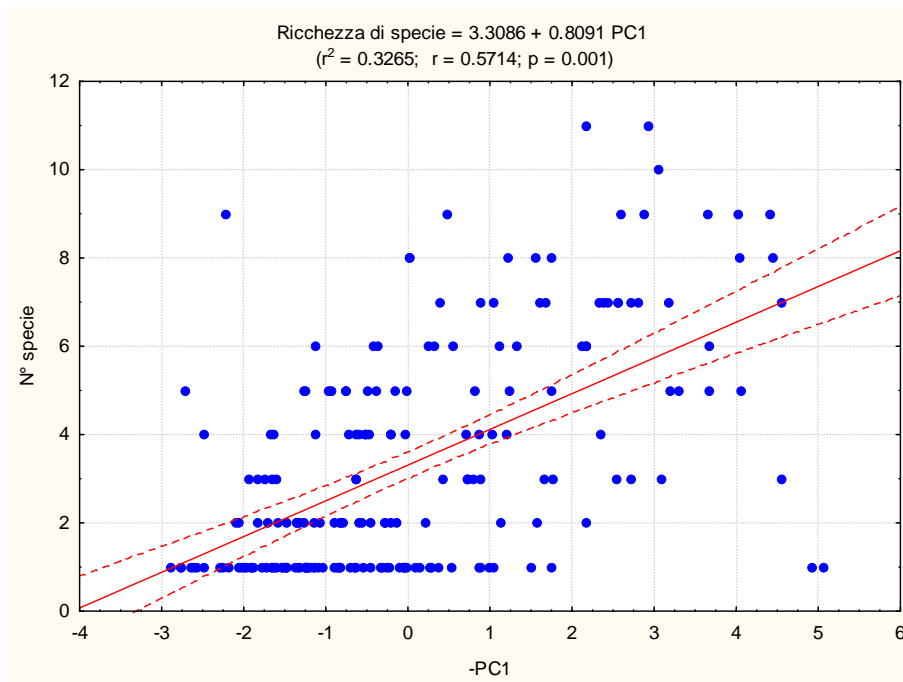


Figura 12.3 - Regressione PC1 - ricchezza di specie.

della ricchezza di specie lungo il gradiente longitudinale, permette quindi di affermare che la tendenza dell'indice di diversità ad aumentare in modo meno rapido nei tratti terminali dei corsi d'acqua, in presenza di un numero di specie che al contrario cresce sempre in modo progressivo e costante, può essere soltanto giustificata da una parallela tendenza nelle comunità ittiche ad una maggiore concentrazione della dominanza numerica in un numero limitato di specie.

12.2.3 - Indice di integrità qualitativa

La relazione che lega l'andamento dell'indice di integrità qualitativa (IIQual) al primo fattore estratto dall'analisi delle componenti principali (PC1) è di tipo lineare ed inverso: $IIQual = 0,806 - 0,016 PC1$ (Figura 12.4). In questo caso la relazione fra le due variabili è

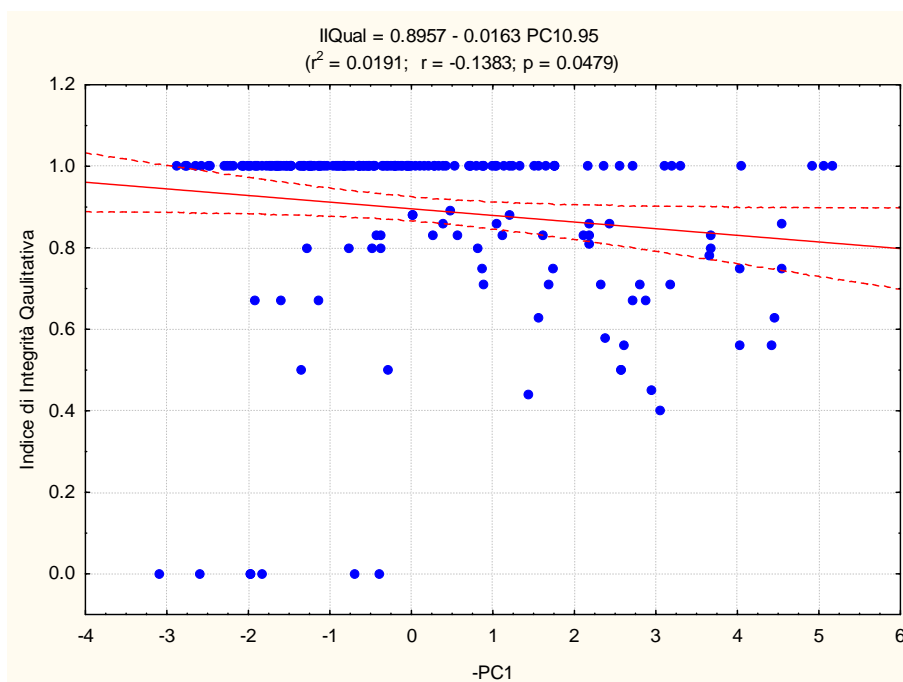


Figura 12.4 - Regressione PC1 - indice di integrità qualitativa.

diversità tende ad aumentare sia nel caso di comunità più ricche ed articolate in specie, sia quanto più gli individui sono ripartiti equamente fra le specie, senza che nessuna prevalga nettamente sulle altre (massima equiripartizione): a parità di ricchezza, l'indice cresce, quanto meno concentrata è, dal punto di vista numerico, la dominanza in una o poche specie (Pielou, 1978).

L'analisi comparata degli andamenti dell'indice di diversità e

risultata significativa all'analisi statistica ($r = -0,138$; $p = 0,048$), anche se il valore predittivo della regressione è assai scarso, in quanto estremamente bassa è la varianza giustificata dal modello ($R^2 = 1,91\%$). In questo caso l'analisi evidenzia una leggera tendenza alla riduzione del valore dell'indice lungo il gradiente longitudinale e ciò evidentemente significa che aumenta il grado di compromissione delle comunità ittiche dovuto alla presen-

za delle specie di origine esotica.

Tale tendenza, che è abbastanza tipica di molti corsi d'acqua, è tuttavia nelle Marche meno grave e pronunciata rispetto a quanto osservato in altre realtà territoriali italiane (Lorenzoni *et al.*, 2006b). Una delle cause che è probabilmente alla base dell'originalità di tale comportamento rispetto a quanto visto per altri corsi d'acqua italiani, probabilmente risiede anche nel fatto che nelle Marche sembra più importante che altrove la presenza della trota iridea, specie esotica che in alcuni corsi d'acqua regionali possiede popolazioni acclimatate ed in grado di riprodursi (De Paoli *et al.*, 2007; Marconi, 2009a), cosa non sempre comune (Gandolfi *et al.*, 1991).

Il motivo che invece sembra essere alla base della generale diminuzione dell'IIQual verso valle risiede nel fatto che le specie alloctone, soprattutto quelle trapiantate, sono molto spesso rappresentate da forme limnofile molto adattabili e come tali prediligono le condizioni ambientali tipiche delle acque a debole o moderata velocità di corrente (Lorenzoni *et al.*, 2010a). Un'altra causa del successo di molte specie esotiche in tali ambienti è conseguente al maggiore degrado ambientale che caratterizza il tratto di pianura di un fiume, nel quale in genere si concentrano le cause di compromissione dovute agli impatti antropici: infatti le caratteristiche che permettono ad una specie ittica di essere allevata, trasportata a distanze anche notevoli e di insediarsi con successo in un ambiente spesso diverso da quello di provenienza sono quasi sempre le stesse che le permettono di adattarsi anche agli ambienti degradati (Rosecchi *et al.*, 1997; McKinney e Lockwood, 1999).

12.2.4 - Densità ittica totale

La relazione che lega l'andamento dell'abbondanza numerica della fauna ittica al primo fattore estratto dall'analisi delle componenti principali (PC1) è di tipo lineare e diretto; la relazione trovata è in questo caso pari a: densità (ind m⁻²) = 0,806 - 0,016 PC1 (Figura 12.5). Anche in questo caso la relazione fra le due variabili è risultata altamente significativa all'analisi statistica (R² = 11,44%; r = 0,338; p = 0,001): nel grafico della figura 12.5 si nota l'esistenza di una netta tendenza all'aumento della densità ittica lungo il gradiente longitudinale, anche se è possibile notare che all'aumentare della distanza dalla sorgente si associa anche una maggiore propensione ad un aumento della variabilità dei valori: nei

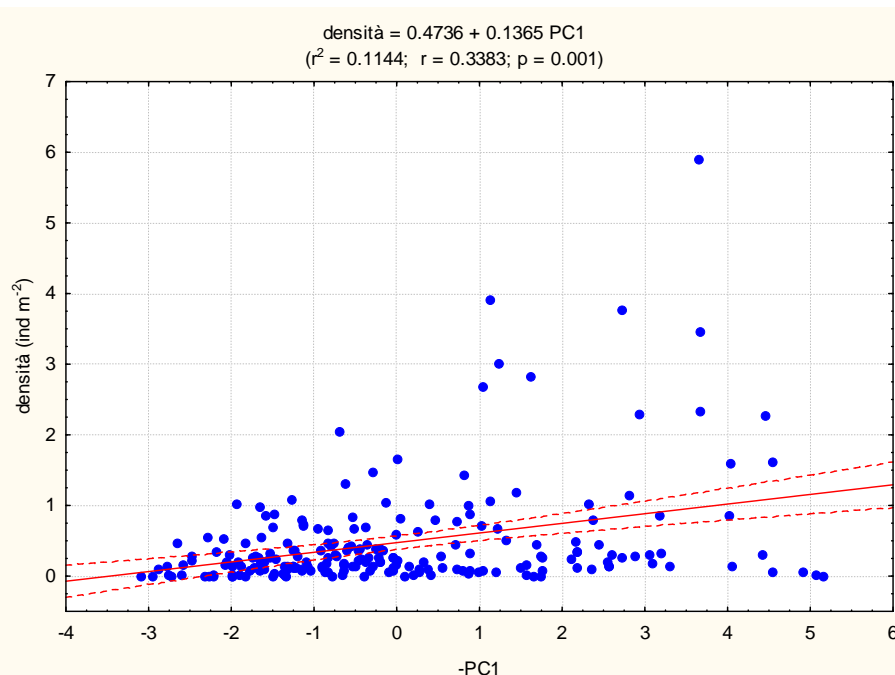


Figura 12.5 - Regressione PC1 - densità ittica totale.

tratti montani i corsi d'acqua hanno popolamenti ittici generalmente meno abbondanti, mentre man mano che il corso d'acqua scende verso valle il numero di esemplari che compone la comunità può incrementare progressivamente, anche se ciò non avviene in modo fisso e costante: a più frequenti situazioni di elevata densità si associano comunque, anche verso valle, condizioni di penuria ittica. E' quindi possibile che ad una generale tendenza

all'aumento dell'abbondanza ittica lungo il gradiente longitudinale si associno altri fattori, che agiscono su scala locale, sovrapponendosi e contrastando tale fenomeno: non è possibile escludere che in tale contesto possa risultare determinante l'influenza di alcuni fattori di disturbo di origine antropica (degrado della qualità dell'acqua, alterazioni degli habitat, elevata pressione di pesca, carenza idriche, interruzioni della continuità fluviale, ecc...). E' anche possibile che in parte la tendenza ad un aumento dell'abbondanza ittica lungo il gradiente longitudinale, espressa come biomassa ittica totale, non sempre corrisponda un parallelo aumento della densità, poiché questa seconda tendenza potrebbe essere mascherata da un aumento delle dimensioni medie degli individui, che è normale che avvenga nei corsi d'acqua di maggiori dimensioni.

L'assenza di dati omogenei sulla qualità degli ambienti indagati dal monitoraggio ittico, in genere essenziale in questo tipo di ricerche, così come l'incompletezza dei dati di biomassa ittica areale, purtroppo non permette di approfondire ulteriormente la questione. Sarebbe auspicabile che tale lacuna venga colmata da future ricerche.

12.2 - Analisi delle corrispondenze canoniche (CCA)

L'analisi delle corrispondenze canoniche (CCA) è un metodo di analisi diretta dei gradienti ambientali sviluppato in modo specifico per analizzare le relazioni esistenti fra dati ecologici complessi, rappresentati da un numero elevato di variabili (ter Braak, 1986). La CCA è una tecnica statistica multivariata molto utile per interpretare il modo in cui i vari fattori ambientali condizionano la presenza e la distribuzione degli organismi viventi, determinando in questo modo la composizione delle comunità. In ecologia fluviale è un metodo di analisi utilizzato per comprendere i cambiamenti ambientali che avvengono in senso longitudinale nel decorso di un fiume e definire quindi le risposte della fauna ittica a tali variazioni.

I dati utilizzati nell'analisi condotta sui dati della Carta Ittica delle Marche sono costituiti dalle 5 variabili ambientali e dalle densità delle 27 specie ittiche, rilevate in ciascuna delle 212 stazioni di campionamento. Anche in questo caso, come per l'analisi delle componenti principali (PCA), i dati sono stati normalizzati e standardizzati (Brown e Austen, 1996). 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 casi ($\alpha = 0,05$).

I risultati della CCA (figure 12.6-7) generano dei diagrammi che mostrano la collocazione delle singole specie ittiche e delle rispettive stazioni di campionamento (rappresentate da punti) rispetto all'influenza delle variabili ambientali (rappresentate da frecce). I diagrammi possono essere presentati separatamente, ma in realtà devono essere interpretati come se fossero sovrapposti l'uno sull'altro. Nel diagramma dei parametri ambientali (Figura 12.6) questi ultimi 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 stessa direzione saranno di conseguenza correlate in modo diretto fra loro, mentre se si rivolgono verso direzioni opposte la correlazione sarà di tipo inverso. La posizione dei punti (specie ittiche e stazioni di campionamento) indica la relazione tra ciascun punto e la variabile rappresentata dalla freccia (ter Braak, 1986): punti molto prossimi saranno influenzati dalle medesime variabili ambientali e saranno più simili fra loro (figure 12.6 - 7).

La CCA rende, quindi, possibile l'analisi del grado di associazione fra specie ittiche, fra stazioni di campionamento e, in modo contemporaneo, anche fra le prime e le seconde e permette di interpretare le relazioni esistenti fra queste e i parametri ambientali che più

le influenzano. L'analisi è allo stato attuale uno dei mezzi più validi per spiegare l'influenza dei gradienti ambientali sulla composizione delle comunità ittiche e come tale risulta molto utile per sottoporre a verifica il modello di zonazione longitudinale (Lorenzoni *et al.*, 2006b).

Nella CCA elaborata partendo dai dati rilevati nel corso della ricerca (Tabella 12.3) il primo asse spiega il 69,5% della variabilità complessiva (inerzia totale = 4,816) e sembra rappresentare molto bene i cambiamenti ambientali che si verificano procedendo lungo il gradiente longitudinale nei corsi d'acqua delle Marche (Figura 12.6). Si osserva che all'aumentare della distanza dalla sorgente e del bacino sotteso avviene una concomitante e progressiva diminuzione della quota, alla quale si associano ridotte pendenze e minori piovosità medie (Figura 12.6). Infatti il primo asse (Tabella 12.4) risulta correlato in modo diretto con la distanza dalla sorgente e la superficie del bacino sotteso, mentre la correlazione è invece inversa per la quota altimetrica, la pendenza media e la piovosità media; tutte queste correlazioni con l'asse 1 sono risultate altamente significative ($p < 0,01$) all'analisi statistica.

Il secondo asse è meno informativo (16,70% della variabilità complessiva): la correlazione è negativa e significativa ($p = 0,035$) per la distanza dalla sorgente, mentre risulta negativa ed altamente significativa ($p = 0,007$) per la superficie del bacino sotteso. Gli autovalori degli assi canonici sono significativi al Monte Carlo test ($p < 0,01$) e ciò evidenzia una stretta associazione fra variabili ambientali e composizione della fauna ittica (ter Braak, 1986).

I risultati della CCA sembrano confermare appieno le indicazioni già emerse nella precedente analisi delle componenti principali (PCA), evidenziando l'esistenza di una relazione fra parametri ambientali che appare fortemente influenzata dall'evoluzione longitudinale del fiume: tale influenza risulta anche fondamentale nel determinare la composizione delle comunità ittiche, che si modificano lungo la successione monte - valle in conformità ai modelli di zonazione. Ogni specie, rispondendo ai cambiamenti ambientali che avvengono lungo il gradiente longitudinale del fiume, si colloca nei settori fluviali in cui trova le condizioni che meglio rispondono alle proprie preferenze ecologiche: ciò determina la presenza di comunità ittiche diversificate e contigue fra loro. Nel diagramma della figura 12.6, infatti, si osserva come le diverse specie ittiche si dispongano in successione, procedendo da monte verso valle, lungo una curva che segue abbastanza fedelmente i modelli teorici di zonazione (Huet, 1949). Nella zona montana dell'area indagata si posizionano le specie più spiccatamente alticole e reofile, che per le Marche sono rappresentate dalla trota iridea, il barbo canino, lo scazzone e la fario: la loro massima abbondanza, infatti, è associata all'incremento nei corsi d'acqua di quota altimetrica, pendenza e piovosità media e alla riduzione della distanza dalla sorgente e della superficie del bacino sotteso. Queste specie ittiche vengono progressivamente sostituite, procedendo verso valle, da un gruppo assai ampio di specie, prevalente nel tratto intermedio dei corsi d'acqua marchigiani, e composto da: triotto, vairone, ghiozzo padano, salmerino di fonte, barbo europeo, lampreda padana, sanguinerola, persico reale, carpa, lucioperca, carassio dorato, savetta, gobione, lasca,

Parametro	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4
Autovalori	0,494	0,119	0,051	0,029
Correlazioni specie ittiche - ambiente	0,753	0,505	0,294	0,246
%uali cumulate dei dati ittici	10,2	12,7	13,8	14,4
%uali cumulate delle relazioni specie ittiche - ambiente	69,5	86,2	93,4	97,5
Inerzia totale	4,816			

Tabella 12.3 - Analisi delle corrispondenze canoniche: sommario dei risultati.

Parametro	Coefficienti canonici		correlazioni con gli assi			
	Asse 1	Asse 2	Asse 1	p	Asse 2	p
Quota altimetrica (m s.l.m.)	-0,452	-1,129	-0,675	0,001	-0,034	0,638
Distanza dalla sorgente (km)	0,505	-0,837	0,675	0,001	-0,150	0,035
Piovosità media (mm)	-0,014	-0,626	-0,546	0,001	-0,001	0,990
Superficie del bacino sotteso (km ²)	0,229	-0,681	0,579	0,001	-0,190	0,007
Pendenza media (°)	0,188	0,189	-0,435	0,001	0,075	0,292

Tabella 12.4 - Analisi delle corrispondenze canoniche: correlazioni delle variabili ambientali.

rovella, cavedano cobite e barbo comune. Nella porzione terminale della curva, che corrisponde al tratto inferiore dei fiumi delle Marche a sua volta caratterizzato dalla più ampia superficie del bacino sotteso e dalla maggiore distanza dalla sorgente, si posizionano le specie ittiche più limnofile e precisamente: anguilla, persico sole, alborella, pseudorasbora e gambusia.

Ulteriori informazioni possono essere desunte da un'attenta lettura della tabella 12.5, che riporta le correlazioni delle specie ittiche con i primi due assi dell'analisi: alborella, anguilla, barbo comune, carassio dorato carpa, cavedano, cobite, ghiozzo padano, gobione, lasca, pseudorasbora, rovello e savetta risultano correlate in modo diretto ed almeno statisticamente significativo ($p < 0,05$) con l'asse 1 della CCA. Ciò significa che le abbondanze di tali specie aumentano con l'incremento di distanza dalla sorgente e estensione del bacino sotteso, mentre diminuiscono con l'incremento di quota, pendenza e piovosità media. Al contrario, altre specie come la trota fario e lo scazzone risultano correlate in modo indiretto ed almeno statisticamente significativo ($p < 0,05$) con lo stesso asse 1 del-

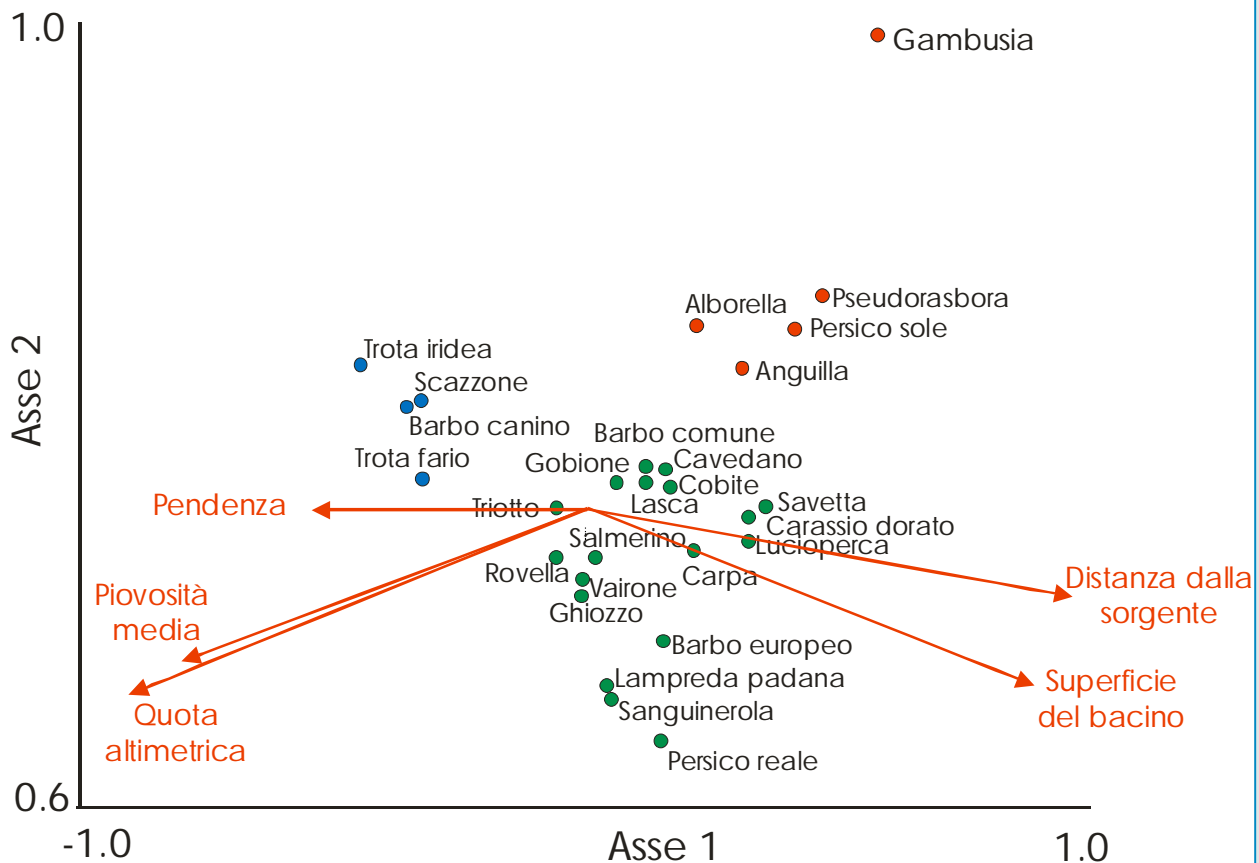


Figura 12.6 - Analisi delle correlazioni canoniche: grafico delle interazioni parametri ambientali - specie ittiche.

Parametro	Coefficienti canonici		correlazioni con gli assi			
	Asse 1	Asse 2	Asse 1	p	Asse 2	p
alborella	0,837	1,323	0,219	0,002	0,123	0,084
anguilla	1,181	1,053	0,251	0,001	0,059	0,410
barbo comune	0,562	0,136	0,302	0,001	-0,059	0,409
barbo canino	-1,111	0,721	-0,021	0,772	0,015	0,833
barbo europeo	0,539	-0,998	0,098	0,168	-0,017	0,817
carassio dorato	1,175	-0,072	0,178	0,012	0,004	0,953
carpa	0,800	-0,3084	0,172	0,015	0,009	0,897
cavedano	0,692	0,108	0,399	0,001	-0,034	0,638
cobite	0,913	0,083	0,208	0,003	-0,006	0,937
gambusia	2,174	3,571	0,121	0,088	0,140	0,048
ghiozzo padano	0,121	-0,471	0,151	0,034	-0,382	0,001
gobione	0,357	0,013	0,220	0,002	-0,032	0,659
lampreda padana	0,094	-1,229	0,024	0,736	-0,216	0,002
lasca	0,545	0,038	0,341	0,001	-0,013	0,855
lucioperca	1,233	-0,274	0,096	0,179	0,002	0,973
persico reale	0,526	-1,696	0,038	0,594	-0,129	0,070
persico sole	1,398	1,296	0,099	0,164	0,072	0,311
pseudorasbora	1,764	1,561	0,152	0,032	0,049	0,495
rovella	0,122	-0,390	0,356	0,001	-0,274	0,001
salmerino	0,204	-0,290	0,099	0,164	0,007	0,918
sanguinerola	0,123	-1,303	0,025	0,728	-0,149	0,036
savetta	1,282	-0,021	0,142	0,045	0,012	0,864
scazzone	-1,178	0,687	-0,174	0,014	0,310	0,001
triotto	-0,219	-0,025	0,088	0,219	-0,008	0,909
trota fario	-1,046	0,161	-0,486	0,001	0,179	0,011
trota iridea	-1,522	0,998	-0,136	0,056	0,330	0,001
vairone	-0,212	-0,377	0,138	0,052	-0,508	0,001

Tabella 12.5 - Analisi delle corrispondenze canoniche: correlazioni delle specie ittiche.

la CCA. Ciò significa che le loro densità si modificano lungo il gradiente longitudinale in modo esattamente opposto rispetto alle specie precedenti: l'abbondanza di trota fario e scazzone, infatti, si riduce con l'incremento di distanza dalla sorgente e estensione del bacino sotteso, mentre aumenta con la quota, pendenza e piovosità media.

Per quanto riguarda, invece, l'asse 2 si osserva come esso correli ghiozzo, lampreda padana, rovella, sanguinerola e vairone in modo inverso e statisticamente significativo: ciò significa che, a parità di altre condizioni, l'abbondanze di tali specie aumenta nei corsi d'acqua di maggiore dimensioni ed all'aumentare della distanza della sorgente. In modo esattamente contrario si comportano gambusia, scazzone, trota fario e trota iridea per le quali la correlazione con l'asse 2 della CCA è diretta e statisticamente significativa: per tali specie maggiore è il gradimento per i corsi d'acqua di dimensioni più piccole.

Il grafico che mostra i risultati delle interazioni delle stazioni di campionamento con gli assi dell'analisi è riportato nella figura 12.7. In questo caso si osserva una disposizione dei punti di campionamento tale da formare una curva (curva tipologica), che conferma

ancora una volta la presenza di un prevalente gradiente ambientale (effetto "ferro di cavallo") (Verneaux, 1973): la relazione trovata segue un'equazione tipo polinomiale di 2° ordine, che è risultata pari a $y = -0,557 + 0,066 x + 0,662 x^2$; la varianza giustificata da tale modello è elevata e pari al 43,60%. Differenziando le stazioni di campionamento, sulla base della zonazione attribuita in funzione della propria composizione ittica, è anche possibile trovare una dimostrazione o meno della validità delle scelte gestionali effettuate. In linea di massima la validità dei modelli di zonazioni adottati viene confermata: ancora una volta esiste una buona sovrapposizione fra evoluzione longitudinale dei corsi d'acqua, composizione delle comunità ittiche (Figura 12.6) ed assegnazione delle stazioni di campionamento alle rispettive zone ittiche (Figura 12.7).

L'utilità del metodo risiede proprio in questa sua capacità analitica: dalla sovrapposizione dei grafici è possibile rilevare le eccezioni rappresentate dalle rare stazioni di campionamento che non si allineano, sulla base delle caratteristiche ambientali che le contraddistinguono e in modo conforme alla propria composizione ittofaunistica, con gli altri siti fluviali simili per attribuzione gestionale. Questo ad esempio è il caso della stazione più a valle del fiume Foglia (PU02FOGL05), per la quale sulla base dell'analisi del grafico della figura 12.7 l'attribuzione alla zona della carpa e della tinca può essere forse rivista: l'analisi evidenzia infatti l'esistenza di una maggiore similitudine con le caratteristiche dei corsi d'acqua della zona del barbo. Analogamente è probabile che molte stazioni di campionamento siano state attribuite alle zone inferiore e superiore della trota in modo abbastanza forzato rispetto alle loro potenzialità naturali: ciò in parte è dovuto ad una generale tendenza a sovrastimare il numero dei corsi d'acqua aventi caratteristiche adatte ad ospitare la trota fario, ma anche a causa dei continui e diffusi ripopolamenti effettuati con tale specie, che ne ampliano a dismisura la diffusione.

I dati ed il grafico ricavati dall'analisi delle correlazioni canoniche potranno comunque essere utilizzati per ogni eventuale ulteriore controllo; anche in futuro tali informazioni possono costituire la base conoscitiva fondamentale per giungere ad una conferma della

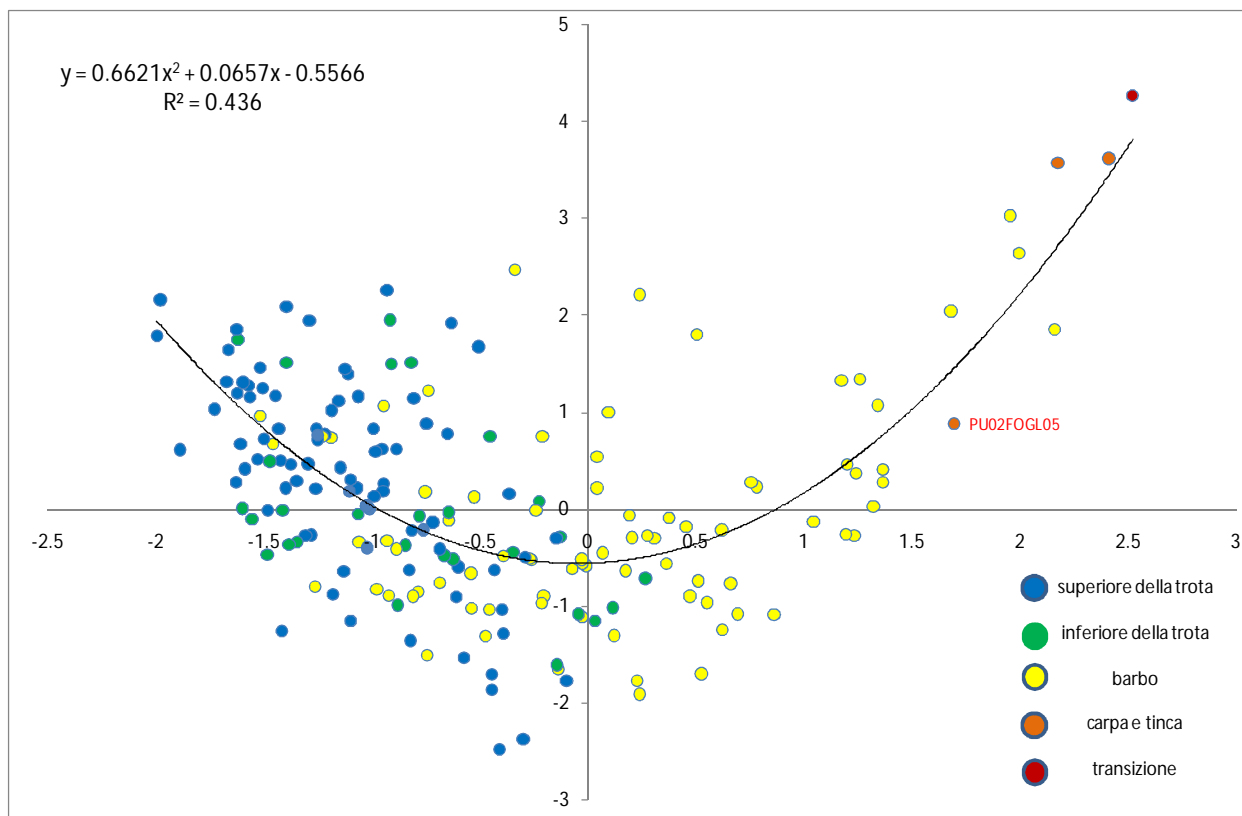


Figura 12.7 - Analisi delle correlazioni canoniche: grafico delle interazioni con le stazioni di campionamento..

qualità delle scelte gestionali intraprese e per effettuare un controllo delle tendenze osservabili nel tempo nell'evoluzione della composizione della comunità ittica di ogni singolo tratto fluviale: ciò, ad esempio, anche mediante un confronto con i risultati ottenuti nel corso di eventuali future ricerche.

L'analisi dei risultati permette, inoltre, di trarre delle indicazioni di carattere più generale, utili per meglio comprendere la realtà faunistica dei corsi d'acqua delle Marche ed anche per ricavare altri insegnamenti sulla validità delle procedure seguite nel corso della stesura della Carta Ittica delle Marche.

- 1) Si deve osservare ancora una volta un generale squilibrio nella composizione complessiva del campione analizzato: la nuvola dei punti delle stazioni di campionamento (Figura 12.7) è molto più fitta ed abbondante nella parte sinistra del grafico, che rappresenta il settore più montano del bacino, mentre appare molto penalizzata nella porzione che costituisce i settori fluviali dei corsi d'acqua di maggiori dimensioni, posti più a valle ed identificabili nella coda della curva posizionata a destra del grafico. I tratti montani di un sistema fluviale spesso rappresentano dal punto di vista ecologico una frazione particolarmente importante di tutta la rete idrografica: è stato stimato, inoltre, che dal punto di vista quantitativo i torrenti di montagna possano rappresentare la grande maggioranza dell'estensione del reticolo idrografico di un fiume (Leopold *et al.*, 1964), nonostante singolarmente abbiano piccole dimensioni. Diversi autori hanno suggerito che le parti montane di un fiume possono costituire un elemento fondamentale per il mantenimento della funzione, dell'integrità e della biodiversità di tutto il sistema fluviale (Meyer e Wallace, 2001; Heino *et al.*, 2005; Meyer *et al.*, 2007). Ciò nonostante non deve essere nemmeno sottovalutato il fatto che negli ambienti posti più a valle sono necessari minori cambiamenti nel gradiente ambientale per indurre più rapidi mutamenti nella composizione e nell'abbondanza delle biocenosi. Nella definizione di un reticolo di punti di campionamento per una corretta campagna di monitoraggio della fauna ittica si deve necessariamente tenere nella giusta considerazione tutti questi aspetti e definire dei criteri omogenei e validi per l'intero territorio. A questo proposito, per future indagini, possono costituire un utile punto di riferimento le indicazioni contenute nelle "Linee Guida per la redazione di una Carta Ittica" proposte a cura dell'associazione italiana degli ittiologi d'acqua dolce (AIAD, 1996).
- 2) I settori attribuiti alla zona superiore della trota risultano abbastanza ben delineati e contraddistinti dal possedere le caratteristiche ambientali proprie dei corsi fluviali montani, con acque fresche, veloci e ben ossigenate.
- 3) Altrettanto ben differenziata risulta la zona del barbo, che nell'area indagata è sicuramente quella che interessa la maggior parte dell'estensione dei singoli corsi d'acqua più importanti, anche se non ciò non corrisponde ad un'altrettanta maggiore abbondanza delle stazioni di campionamento complessivamente ricadenti in tale zona ittica.
- 4) Dai risultati delle varie analisi condotte, è evidente come la separazione fra una zona ittica e l'altra sia tuttavia abbastanza sfumata: di conseguenza i diversi popolamenti tendono a sovrapporsi e a mescolarsi in vario modo fra loro. Come anche è stato già evidenziato in ricerche analoghe (Lorenzoni *et al.*, 2010a), le stazioni attribuite alla zona inferiore della trota si configurano come un raggruppamento poco omogeneo e non troppo ben caratterizzabile da un punto di vista ambientale. C'è da aggiungere inoltre, che la presenza della fario, specie caratterizzante le due zone ittiche della regione a salmonidi, è stata spesso ampliata

in modo artificiale dall'uomo che tende ad introdurla con i ripopolamenti anche in alcuni ambienti non del tutto compatibili con le caratteristiche ecologiche della specie. Da questo punto di vista, l'analisi rappresenta sicuramente lo strumento più adatto per rivedere e correggere alcune delle assegnazioni fatte in precedenza e modificare alcune pratiche gestionali consolidate.

- 5) Anche per quanto riguarda la zona della carpa e della tinca si possono fare alcune considerazioni: le Marche possiedono un reticolo idrografico composto da corsi d'acqua che scorrono parallelamente fra loro, aventi in genere un decorso abbastanza breve e caratterizzato da un regime prevalentemente torrentizio. In tale situazione difficilmente si creano le condizioni tipiche dei tratti potamali, peculiari dei fiumi maggiori dimensioni e tali da poter ospitare una fauna ittica ricca e diversificata, composta da specie limnofile a deposizione fitofila, accompagnate da predatori e ciprinidi associati, con una comunità assimilabile quindi alla zona della carpa e della tinca. I settori fluviali realmente attribuibili a tale zona ittica sono nelle Marche assai scarsi e molte volte l'assegnazione è più spesso conseguente alla presenza di alterazioni nella composizione originaria della fauna ittica, piuttosto che alla presenza dei tratti più tipici della zona della carpa e della tinca. I più probabili fattori perturbativi di origine antropica che alterano la composizione faunistica originale di alcuni dei settori fluviali, permettendone l'attribuzione a tale zona ittica, sono sicuramente l'inquinamento, l'alterazione degli habitat fluviali, i prelievi idrici e l'introduzione delle specie esotiche, tutti elementi che favoriscono l'espansione delle specie limnofile più adattabili alle alterate condizioni ambientali.
- 6) A quanto riportato sopra si deve aggiungere che nelle Marche, come in molte altre realtà italiane, l'evoluzione delle caratteristiche ambientali e la successione delle comunità ittiche lungo il gradiente longitudinale è fortemente alterata dalla presenza degli invasi artificiali, che rappresentano dei serbatoi nei quali le specie ittiche limnofile, spesso di origine esotica, possono raggiungere abbondanze molto elevate. La diffusione verso valle da tali ambienti è facilitata, ma talvolta può avvenire anche verso monte, e la presenza degli invasi rappresenta una forma di forte alterazione delle comunità ittiche originarie. La gestione della fauna ittica anche dei fiumi delle Marche non può quindi prescindere dalla conoscenza delle caratteristiche dei laghi serbatoio distribuiti lungo il corso dei principali corsi d'acqua: l'aggiornamento delle informazioni sugli ecosistemi fluviali e l'avvio di una fase di monitoraggio sugli ambienti d'acqua stagnante dovrebbero costituire il prossimo importante impegno per completare lo stato delle conoscenze e progredire nella gestione complessiva della fauna ittica del reticolo fluvio - lacustre della regione Marche.