



CARTA DELLA VOCAZIONE ITTICA DEL FRIULI VENEZIA GIULIA



Responsabile: Dott.ssa Elisabetta Pizzul
Dipartimento di Scienze della Vita
Università degli Studi di Trieste
Trieste, 20 aprile 2020

INDICE

Premessa	3
Prospetto delle attività svolte	4
Fase 1 – Raccolta e organizzazione dei dati	4
Fase 2 – Elaborazioni statistiche iniziali	5
Fase 3 – Elaborazione della carta delle vocazioni ittiche (primo step)	8
Fase 4 – Implementazione dei dati: campagna di monitoraggio integrativa	9
Fase 5 – Elaborazione della carta delle vocazioni ittiche (fase finale)	11
Risultati	12
Specie ittiche in Friuli Venezia Giulia: nomenclatura	12
Analisi statistiche preliminari	15
Analisi delle comunità ittiche: <i>cluster analysis</i>	17
Elaborazione della carta delle vocazioni ittiche (primo step)	20
Confronto tra comunità attese ed osservate e definizione delle specie ombrello	21
Implementazione dei dati: campagna di monitoraggio integrativa	26
Elaborazione della carta delle vocazioni ittiche (fase finale)	29
Bibliografia	36

PREMESSA

Il presente lavoro è il risultato di una serie di attività condotte dal Dipartimento di Scienze della Vita (DSV) dell'Università degli Studi di Trieste relativamente al progetto che prevede la definizione della Carta delle Vocazioni Ittiche del Friuli Venezia Giulia. Tale progetto si è svolto nell'ambito di Accordi Attuativi di Collaborazione, in seno alla Convenzione Quadro tra la Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia e l'Università degli studi di Trieste (DGR 264/2014). Lo scopo del lavoro è stato quello di individuare le comunità ittiche attese nei diversi tratti del reticolo idrografico a scala regionale, allo scopo di fornire una base conoscitiva propedeutica alla classificazione dello Stato Ecologico mediante la corretta applicazione del Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche NISECI (Macchio et al., 2017), ad una migliore definizione del coefficiente di Modulazione Stagionale, definito all'art. 37 delle Norme di Attuazione del progetto di Piano Regionale delle Acque adottato con la DGR 2000/2012 ed inoltre una base conoscitiva necessaria all'elaborazione di corretti piani gestionali della fauna ittica dulciacquicola della Regione.

Le attività che hanno portato alla costruzione della versione attuale della Carta delle Vocazioni Ittiche, qui presentata, hanno visto diverse fasi. Nelle prime, partendo dall'analisi dei dati raccolti nel corso degli anni circa le comunità ittiche della Regione, si è giunti all'individuazione di comunità di riferimento di base facenti capo a diverse zone geografiche ed alla costruzione di una prima versione della Carta delle Vocazioni. Per ciascuna comunità di riferimento/zona sono state inoltre individuate le "specie ombrello", ovvero quelle specie la cui conservazione attiva comporta indirettamente la conservazione di altre specie che con le prime condividono lo stesso ecosistema (Ozaki et al., 2006).

Tuttavia, il lavoro ha evidenziato delle lacune conoscitive circa alcune aree regionali, in particolare quelle riguardanti le zone montane, particolarmente interessate da captazioni e derivazioni a scopo idroelettrico. È stato quindi necessario attuare una fase caratterizzata da una campagna di monitoraggio integrativa, svoltasi nell'estate 2019, allo scopo di colmare le carenze relative alle aree di dubbia attribuzione nell'assegnazione del tratto ittico di appartenenza. Particolare attenzione è stata riservata alle zone NO-FISH, prevalentemente situate nella zona montana e pedemontana del territorio. Tale monitoraggio, la conseguente analisi dei dati e l'integrazione con le informazioni pregresse hanno permesso lo sviluppo ulteriore della Carta delle Vocazioni fino alla sua forma attuale. Queste operazioni costituiscono pertanto le fasi finali della costruzione della Carta, i cui risultati vengono qui presentati per la prima volta. Nel presentare i risultati, è stato ritenuto utile ripercorrere le fasi che hanno portato alla Carta delle Vocazioni nella sua forma attuale, allo scopo di dare una visione organica e complessiva del lavoro svolto.

Le acque superficiali costituiscono una componente ambientale di fondamentale importanza, che necessita però di un'adeguata tutela, per le svariate destinazioni d'uso cui esse sono soggette, quali l'utilizzo a fini potabili, idroelettrici, irrigui, alieutici e ricreativi. La molteplicità degli interessi convergenti sulle acque interne porta necessariamente allo sviluppo di strumenti tecnici atti a garantire

una corretta gestione degli ambienti fluviali e degli ecosistemi in essi insediati, con particolare riferimento alle comunità ittiche (Bonini et al., 1990; AA.VV., 1992a; AA.VV., 1992b; Loro et al., 1993). La Carta delle Vocazioni Ittiche rappresenta quindi uno strumento tecnico-scientifico che ha lo scopo di classificare i corpi idrici in base alla maggiore o minore idoneità alla presenza delle specie ittiche, premettendo di identificare le zone vocate ad ospitare le diverse comunità.

PROSPETTO DELLE ATTIVITÀ SVOLTE

Fase 1 – Raccolta e organizzazione dei dati

Inizialmente sono stati raccolti i dati riguardanti le comunità ittiche di riferimento (comunità attese) e l'assetto delle comunità osservate (composizione ed abbondanza) nei corsi d'acqua del Friuli Venezia Giulia nel corso degli ultimi dieci anni. Allo scopo di attingere ad informazioni il più possibile recenti, non sono stati considerati dati antecedenti al 2009. I dati sono stati ottenuti da progetti volti all'applicazione dell'Indice dello Stato Ecologico della Comunità Ittiche (ISECI) (Zerunian et al., 2009) nell'ambito della realizzazione del Piano Regionale di Tutela delle Acque e frutto della collaborazione tra ARPA FVG ed il DSV dell'Università degli Studi di Trieste, da progetti di collaborazione tra l'ex Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia (oggi Ente Tutela Patrimonio Ittico) e il DSV (Pizzul & Moro, 2017) e da attività svolte da liberi professionisti, nonché da informazioni di pescatori locali. In totale, sono state prese, in questa fase, in considerazione le comunità ittiche di 264 stazioni, dislocate su tutto il territorio regionale in diverse tipologie ambientali ed ubicate in corsi d'acqua ascrivibili a diverse tipologie fluviali (Figura 1).

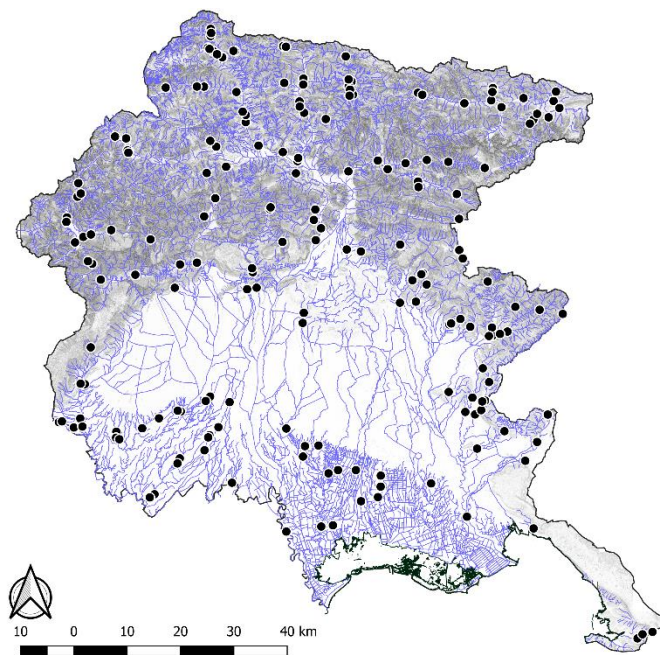


Figura 1. Stazioni di campionamento complessivamente considerate nel presente studio ($n=264$)

Ove possibile (242 stazioni) sono state analizzate informazioni aggiuntive relative ad alcuni parametri idromorfologici, alla copertura vegetale in alveo, alla presenza di impatti ed al grado di antropizzazione dei territori circostanti le stazioni (Tabella 1). Tali parametri sono strettamente correlati con l'idoneità del corso d'acqua ad ospitare fauna ittica. I dati sono stati in parte forniti da ARPA FVG ma per la maggior parte erano stati rilevati dal DSV nel corso dei progetti precedentemente citati. Inoltre, ove presenti (207 stazioni), sono stati presi in considerazione anche i valori medi annui dei principali parametri chimico-fisici delle acque (temperatura, °C; ossigeno disciolto, mg l⁻¹ e % di saturazione; conduttività, µS cm⁻¹; pH) e delle concentrazioni dei principali nutrienti (NO³⁻, NH⁴⁺, PO₄³⁻, mg l⁻¹). I dati chimico-fisici sono stati forniti da ARPA FVG. È stato, infine, tenuto conto dell'altitudine delle stazioni di campionamento. I dati raccolti sono stati quindi organizzati in un database.

Parametro	Descrizione
Profondità	Rilevazione dei valori medio e massimo (m)
Substrato	I dati sono stati quindi riuniti in 6 categorie definite dal tipo di substrato dominante: 0 - cemento 1 - substrato molle (fango e limo dominante) 2 - sabbia e ghiaia fine (inferiore o uguale a 2 mm e tra 2 e 35 mm) 3 - ghiaia fine e grossolana (tra 2 e 100 mm) 4 - ghiaia grossolana e ciottoli (tra 35 e 350 mm) 5 - ciottoli e massi (tra 100 e 350 mm e superiore a 350 mm)
Copertura vegetale in alveo	0 – assente 1 - 1-20% 2 - 21-40% 3 - 41-60% 4 - 61-80% 5 - 81-100%.
Diversità ambientale	Presenza di cascate (>1m), salti (1-0.3m), saltelli (<0.3 m), rapide, correntini, buche e aree di flusso uniforme. La presenza degli elementi citati è espressa in percentuale (%).
Grado di antropizzazione	Da 0 (nessuna) a 4 (massima)
Impatti	Presenza di sbarramenti a monte e/o a valle, acque di scarico e derivazioni

Tabella 1. Fattori idromorfologici, impatti e grado di antropizzazione utilizzati nel corso del presente studio.

Fase 2 – Elaborazioni statistiche iniziali

Tutte le analisi statistiche riportate nel presente lavoro sono state condotte utilizzando il Software RStudio (versione 1.1.383).

Al fine di indagare l'influenza delle caratteristiche abiotiche (parametri chimico-fisici e fattori idromorfologici) sulle comunità ittiche osservate nei diversi corpi idrici, è stata utilizzata la *Redundancy Analysis* RDA (Rao, 1964, 1973; Legendre & Legendre, 1998; Borcard et al., 2011). In particolare, sono stati prodotti due ordinamenti, uno considerando le sole variabili chimico-fisiche ed uno considerando le variabili di tipo idromorfologico, le coperture vegetali, e gli impatti.

Prima di procedere alle analisi, i dati abiotici sono stati standardizzati e le matrici utilizzate per l'elaborazione (contenenti i dati biotici e abiotici) sono state soggette alla trasformazione di Hellinger. Allo scopo di individuare gradienti spaziali sulla base delle distribuzioni delle specie ittiche e delle comunità di riferimento è stata condotta un'analisi statistica di tipo multivariato, seguendo l'approccio descritto da Borcard et al. (2011). I dati relativi alle comunità attese, espressi in termini di presenza/assenza delle specie nei diversi siti, sono stati elaborati mediante classificazione gerarchica (*cluster analysis*), applicando l'algoritmo "legame di Ward".

Come misura della somiglianza è stato utilizzato l'indice di Jaccard. È stata quindi prodotta una "heatmap" in modo da visualizzare il contributo delle specie alla definizione delle comunità nelle singole stazioni di campionamento e all'interno dei gruppi ottenuti mediante *cluster analysis*.

Nella costruzione della matrice utilizzata per la *cluster analysis* non sono state considerate le specie alloctone, ma solo quelle autoctone. Gli ibridi trota fario × trota marmorata (*Salmo trutta* × *Salmo marmoratus*) sono stati inclusi e trattati come un taxon a sé stante e non inclusi tra le specie alloctone, ciò interpretando la loro presenza come testimonianza dell'originaria idoneità dell'area indagata per la trota marmorata. Nel caso in cui una specie sia risultata oggetto di fenomeni di transfaunazione in una determinata area, essa è stata considerata alloctona. Sono state inoltre escluse specie che per la loro ampia diffusione sul territorio (specie ubiquitarie) potevano generare un *bias* nella definizione dei gruppi e fornire in tal modo risultati non sufficientemente rappresentativi. Le stazioni raggruppate nei *clusters* individuati sono state rappresentate cartograficamente sul territorio regionale utilizzando il software QGis (versione 3.2.2 Bonn).

Allo scopo di valutare eventuali scostamenti tra le comunità attuali e quelle attese, è stata utilizzata la PERMANOVA a una via (Anderson, 2001; McArdle & Anderson, 2001). Il confronto è stato effettuato pertanto tra comunità osservate e attese all'interno di ciascun gruppo di stazioni individuato mediante la *cluster analysis*, considerando le specie come variabili e i dati di presenza/assenza. Il contributo delle singole specie alla variabilità osservata è stato indagato mediante test SIMPER (Clarke, 1993; Clarke & Gorley, 2006). Si è quindi proceduto all'individuazione delle specie maggiormente sensibili agli impatti all'interno delle singole comunità, ovvero le cosiddette "specie ombrello", con particolare riferimento a quelle ritenute particolarmente sensibili alle variazioni di portata. L'obiettivo è stato quello di fornire informazioni necessarie ad una migliore definizione del coefficiente di Modulazione Stagionale per i corpi idrici tipizzati.

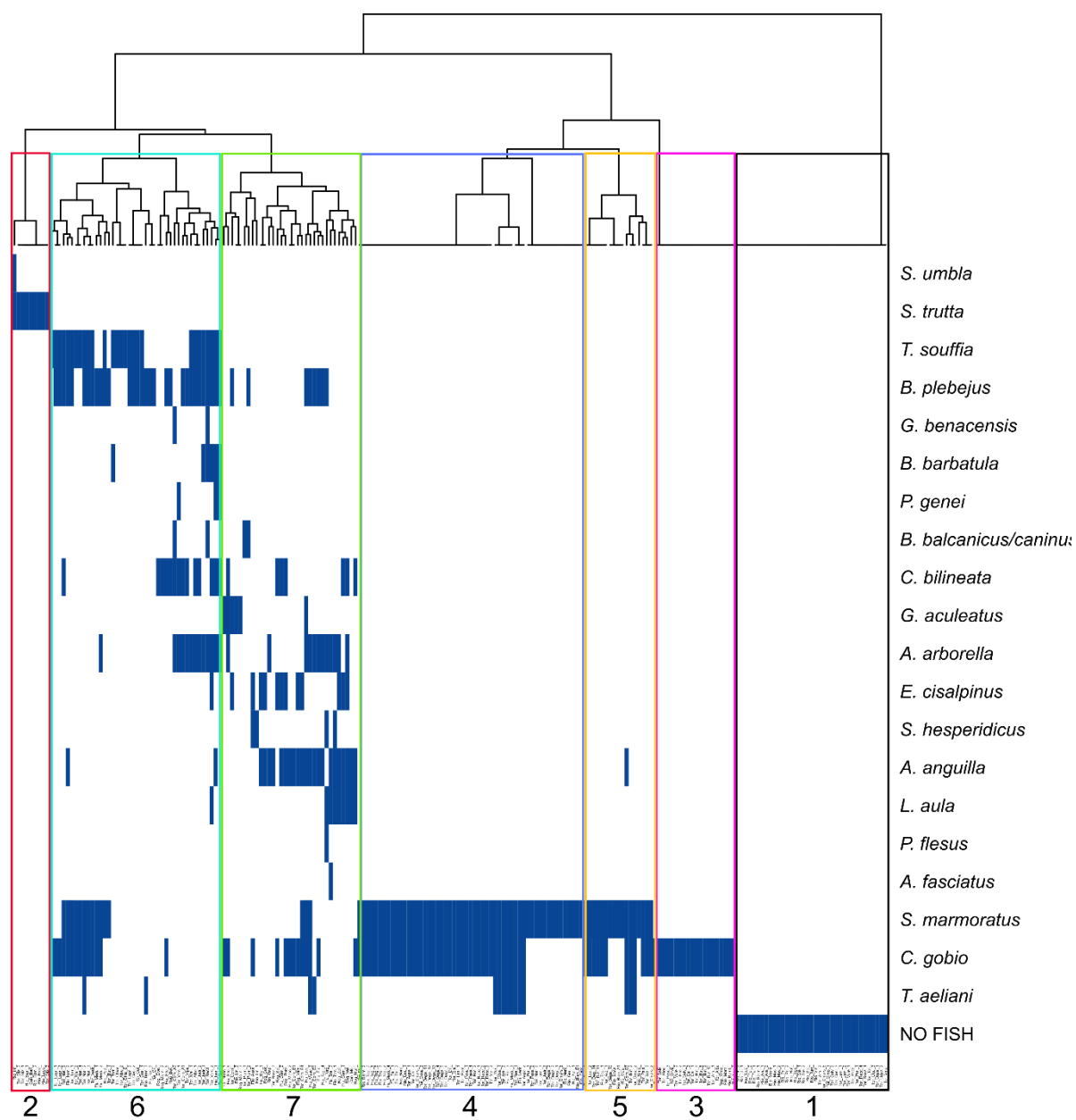


Figura 2. Prima *cluster analysis* ottenuta dai dati relativi alle comunità attese considerate nel presente lavoro e relativa heatmap che evidenzia il contributo delle specie ai singoli gruppi.

Fase 3 – Elaborazione della carta delle vocazioni ittiche (primo step)

Le comunità attese generali di base, individuate mediante le analisi statistiche preliminari e rappresentate cartograficamente mediante QGis sono state in un primo momento estese a livello del reticolo dei corpi idrici tipizzati, associando ad essi, ove possibile, le comunità attese individuate (Figura 3a). I corpi idrici che denunciavano la presenza simultanea di due o più stazioni con comunità attese appartenenti a cluster diversi sono stati “spezzati” in tratti, sulla base delle caratteristiche idromorfologiche e sulla base dell’ecologia delle specie costituenti le comunità ittiche. I tratti ottenuti sono stati colorati in analogia con i gruppi evidenziati dalla *cluster analysis* (Figura 2) ed è stato quindi prodotto uno *shapefile*. Successivamente si è cercato, ove possibile, di estendere l’operazione a tutto il reticolo idrografico (Figura 3b). Anche in questo caso, ove possibile, l’estensione è stata effettuata sulla base delle caratteristiche idromorfologiche e della posizione geografica dei corsi d’acqua, nonché delle caratteristiche ecologiche delle specie.

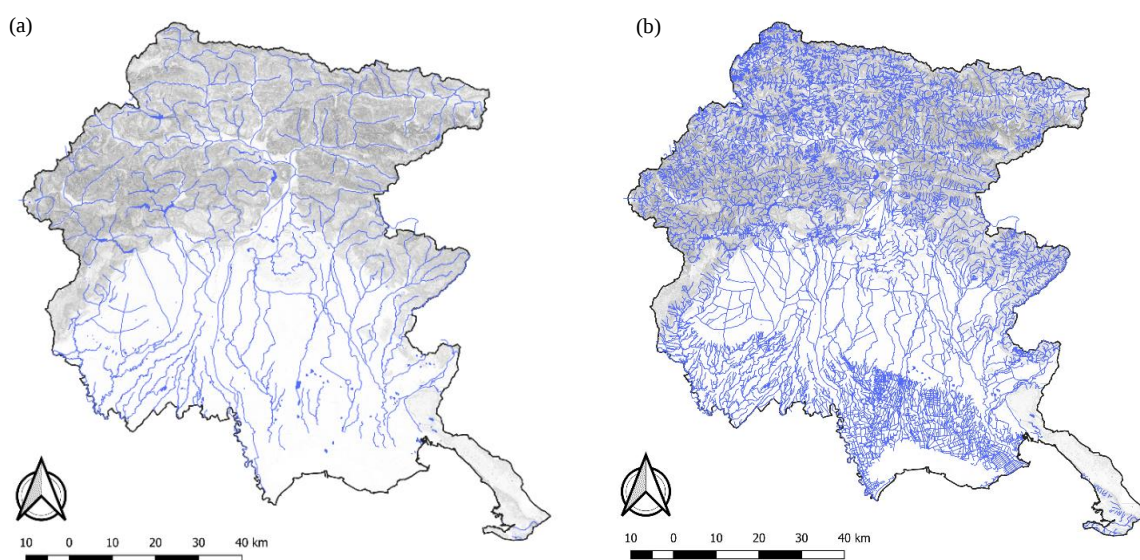


Figura 3. corpi idrici tipizzati (a) e rete idrografica complessiva riguardante il territorio del Friuli Venezia Giulia (b).

Le comunità attese generali individuate mediante *cluster analysis* sono state poi affinate e valutate caso per caso, per ogni singolo corso d’acqua. Tale processo, lungo e meticoloso, è stato condotto incrociando le informazioni con quanto riportato in bibliografia (Tellini, 1895; Gridelli, 1936; Flego, 1972; Buda Dancevich et al., 1982; Mojetta, 1984; Stoch., 1992; Pizzul et al., 2006), in studi più recenti riguardanti la distribuzione, l’ecologia e la genetica delle specie ittiche (Bortolon et al., 2014; Bertoli et al., 2016; Boschian, 2017; Devescovi et al., 2017; Bertoli et al 2019a,b) e di informazioni di liberi professionisti, vecchi pescatori e operatori ed ex guardia pesca della Regione, in modo da ottenere un quadro il più possibile rappresentativo e preciso delle comunità attese nei diversi corsi d’acqua della Regione. Inoltre, è stato tenuto conto dei fenomeni di transfaunazione, che in Friuli Venezia Giulia hanno riguardato alcune specie ittiche, quali ad esempio il vairone (*Telestes souffia*) e lo scazzone (*Cottus gobio*).

Le operazioni condotte nel corso delle prime tre fasi del lavoro hanno portato ad evidenziare delle lacune conoscitive, in particolare per quei corsi d'acqua per cui non si avevano a disposizione dati recenti o che risultavano situati in zone d'ombra del dataset analizzato. È emersa la carenza di informazioni circa l'esatta estensione delle zone naturalmente caratterizzate da assenza di fauna ittica (NO-FISH). Tale carenza era dovuta alla mancanza di dati di monitoraggio, in quanto le zone NO-FISH sono ubicate principalmente in aree non interessate né da analisi ai fini dell'implementazione della Direttiva 2000/60/CEE, né di interesse per la gestione dell'attività di pesca sportiva.

Nel corso del 2019 è stata quindi condotta una campagna di campionamento mirata a colmare dette lacune (Fase 4).

Fase 4 – Implementazione dei dati: campagna di monitoraggio integrativa

Nel corso dell'estate 2019 è stata condotta una campagna di monitoraggio integrativa ai fini della corretta definizione delle zone NO-FISH. La corretta individuazione di dette aree è di grande importanza sia per la corretta costruzione delle comunità di riferimento per l'applicazione dell'indice ittico, ai sensi del D. Lgs. 152/2006, sia per una migliore definizione del coefficiente di Modulazione Stagionale, definito dall'art. 37 delle Norme di Attuazione del Piano Regionale di Tutela delle Acque.

Inizialmente la rete di monitoraggio ha incluso 79 stazioni di campionamento, situate nelle zone montana e pedemontana del Friuli Venezia Giulia (Figura 4a). 22 stazioni sono state sostituite nel corso della campagna di campionamento, in quanto ritenute non campionabili/raggiungibili. Il numero dei siti d'indagine è stato poi ulteriormente aumentato nel corso del lavoro, al fine di migliorare l'implementazione delle informazioni. 104 stazioni ubicate nella zona montana e pedemontana della regione sono state indagate allo scopo di definire l'estensione delle aree NO-FISH. Nel novero di dette stazioni sono stati inclusi 15 siti di campionamento nel Comune di Sappada, gestito dalla Regione Veneto fino al 2017 e di recente annessione al Friuli Venezia Giulia (Legge 182/2017). Tali stazioni sono state posizionate sia lungo l'alto corso del Fiume Piave che nei suoi affluenti, sia in destra che in sinistra idrografica.

In aggiunta, nove stazioni sono state ubicate nella zona sudovest della regione (bacino del Livenza, comuni di Polcenigo, Fontanafredda, Sacile e Brugnera), allo scopo di aggiornare/implementare le informazioni relative agli affluenti di sinistra del Fiume Livenza in quell'area.

In totale, nei mesi di luglio e agosto 2019 sono state monitorate 112 stazioni di campionamento (Figura 4b).

Le attività di campionamento sono state svolte mediante elettropesca e gli esemplari catturati (ove presenti) sono stati oggetto di identificazione sistematica. Sono stati inoltre rilevati i parametri morfologici dei corsi d'acqua, volti alla creazione di un dataset per analizzare statisticamente le correlazioni tra presenza/assenza di fauna ittica e i fattori legati all'idromorfologia degli ambienti

indagati. I parametri morfologici indagati sono stati gli stessi elencati nella tabella 1. Sui campioni raccolti la rilevazione dei range di variazione della lunghezza totale e del peso totale di ciascuna specie è stata utilizzata allo scopo di definire la presenza o meno di popolazioni strutturate e quindi di una presenza più o meno “consolidata” delle specie presenti.

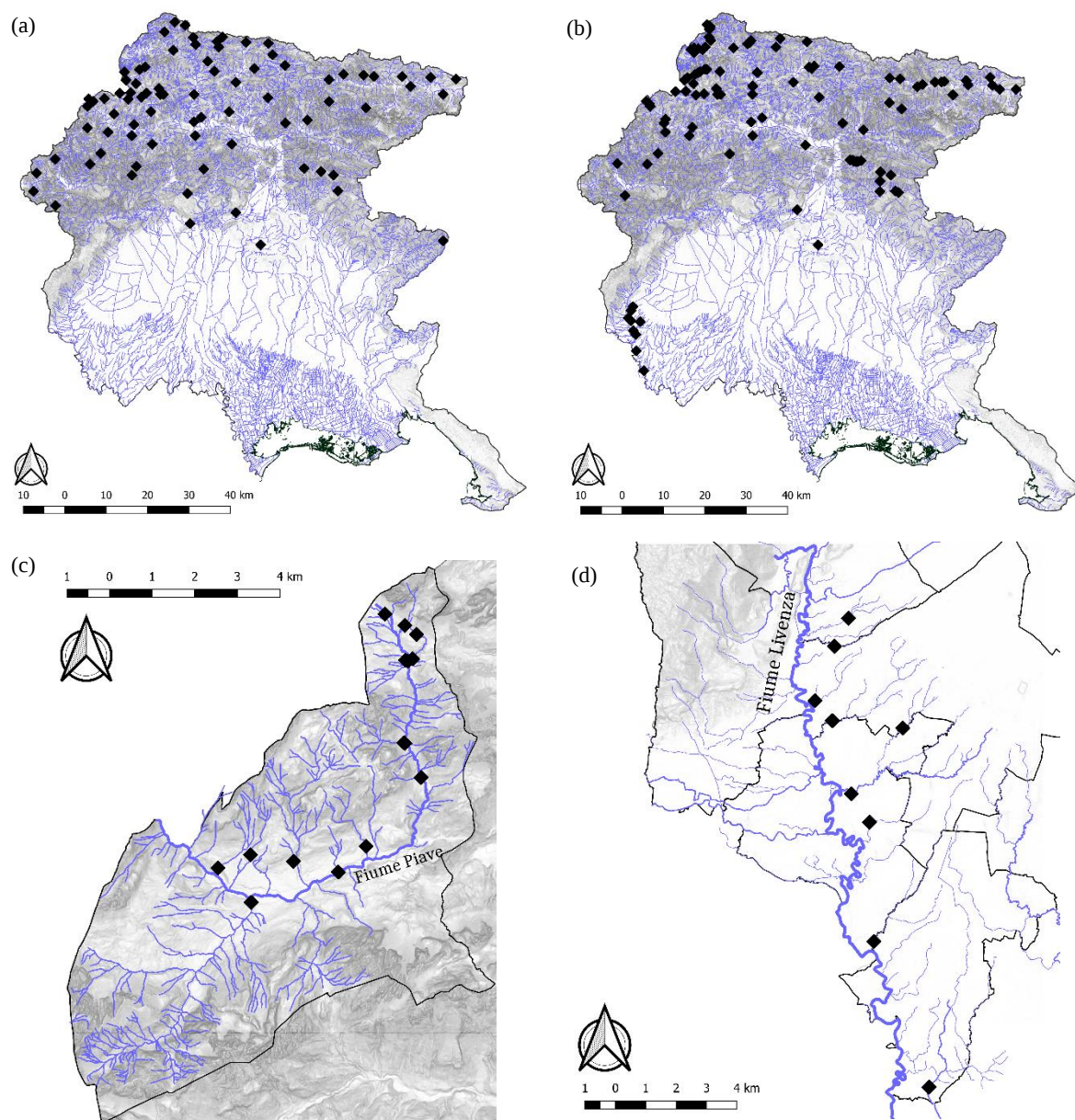


Figura 4. Stazioni di campionamento previste (a) e monitorate (b) durante la campagna di lavoro effettuata nell'estate 2019. Sono indicate in dettaglio le stazioni ubicate nel comune di Sappada (c) e quelle aggiuntive relative al bacino del Fiume Livenza presso i comuni di Polcenigo, Fontanafredda, Sacile e Brugnera (d).

Fase 5 – Elaborazione della carta delle vocazioni ittiche (fase finale)

I risultati ottenuti nelle prime tre fasi del lavoro ed i dati ottenuti dalla campagna di campionamento estiva del 2019 sono stati utilizzati per completare la costruzione della Carta delle Vocazioni Ittiche.

Le stazioni indagate nel 2019 sono state trattate come indicato in precedenza nelle precedenti fasi. Ad ogni stazione è stata assegnata una comunità di riferimento di base e tale comunità è stata estesa ai relativi corsi d'acqua. Come in precedenza, l'estensione è stata stabilita considerando le caratteristiche idromorfologiche, la posizione geografica dei corsi d'acqua e le caratteristiche ecologiche delle specie ittiche.

Successivamente, il dataset complessivo dei punti di campionamento risultante da tutte le fasi del lavoro (fase 1, 2, 3 e campagna di campionamento 2019) è stato revisionato dettagliatamente ed accuratamente, valutando ogni stazione singolarmente. Tale lavoro di revisione è stato condotto incrociando le informazioni raccolte nel dataset con informazioni ottenute da bibliografia (Tellini, 1895; Gridelli, 1936; Flego, 1972; Buda Dancevich et al., 1982; Mojetta, 1984; Stoch., 1992; Pizzul et al., 2006; Pizzul & Moro, 2017), informazioni ottenute da campionamenti precedentemente effettuati nei siti in esame (PRTA 2009-2017), indicazioni raccolte da pescatori locali e liberi professionisti. Sono state altresì considerate le caratteristiche idromorfologiche, la posizione geografica dei corsi d'acqua, le caratteristiche ecologiche delle specie ittiche. Inoltre, sono stati consultati i layer GIS relativi alle opere di difesa del suolo e dei tratti oggetto di derivazione. Sono state inoltre effettuate alcune statistiche atte a descrivere l'assegnazione dei siti (e successivamente dei corsi d'acqua) alle zonazioni proposte nel presente lavoro e corrispondenti alle comunità ittiche di riferimento. In particolare, è stato prodotto un ordinamento tramite analisi delle componenti principali (PCA) (Orloci, 1978; Borcard et al., 2011), sfruttando la matrice di presenza/assenza delle specie costituenti le comunità attese delle stazioni una volta completato il lavoro di revisione.

Le informazioni ottenute hanno permesso di migliorare anche il processo di affinamento (condotto in parallelo) delle comunità di riferimento. Partendo dai gruppi individuati dalla *cluster analysis* nella fase 2, le comunità attese sono state organizzate secondo una struttura basata su una doppia lista di specie che vengono distinte in principali e accessorie. Le specie principali sono le più frequenti all'interno di una data comunità di riferimento e caratterizzano l'area cui ricadono i corsi d'acqua associati. Le specie accessorie sono quelle possono far parte delle comunità attese nella zona indagata, sebbene con minore frequenza, ovvero solo in alcune stazioni e non in tutte. Tale distinzione è motivata dalla necessità di caratterizzare in maniera più fine le comunità attese, poiché alle volte queste possono tendere a sovrapporsi tra loro (specie tra la fascia pedemontana e le aree di pianura), rendendo difficoltosa l'assegnazione di un sito/corso d'acqua ad una data categoria. Per ogni comunità/zona sono state quindi riassegnate le specie ombrello, indicando i relativi periodi riproduttivi, nell'ottica della corretta definizione del coefficiente di Modulazione Stagionale.

Infine, sulla base del dataset di punti implementato e revisionato, si è cercato di estendere quanto più possibile l'assegnazione delle comunità così costruite ai corsi d'acqua della rete idrografica regionale, allo scopo di coprire tutto il territorio. Sono stati esclusi canali di scolo, scolo superficiale e distribuzione, limitando le operazioni ai soli corsi d'acqua di origine naturale (a scorrimento superficiale e di risorgiva). Alla luce di tutti i risultati ottenuti, l'assegnazione dei corsi d'acqua alle zonazioni ittiche, frutto delle fasi da 1 a 3, è stata anch'essa oggetto di revisione secondo gli stessi criteri sopra citati per il dataset dei siti. Anche in questo caso la revisione è stata condotta caso per caso, esaminando i singoli corsi d'acqua.

Vengono presentate due tipologie di *shapefiles* definitivi, relativi alla Carta delle Vocazioni Ittiche del Friuli Venezia Giulia. Il primo *shapefile* rappresenta il novero dei punti (utilizzati nel presente studio) per cui si dispone di informazioni sito specifiche circa le comunità attese. Le comunità attese riportate in questo secondo *layer*, sono basate sulle comunità generali, ma possono riportare un numero inferiore di specie, a seconda delle caratteristiche e della posizione dei siti considerati. Il secondo *shapefile* rappresenta il *layer* dei corsi d'acqua naturali, categorizzati sulla base delle comunità di riferimento. I due *shapefiles* sono da considerarsi strumenti complementari, entrambi costituenti la Carta delle Vocazioni.

RISULTATI

Specie ittiche in Friuli Venezia Giulia: nomenclatura

La fauna ittica delle acque interne continentali del Friuli Venezia Giulia è composta da circa 50 specie di pesci, comprendendo sia le specie prettamente dulciacquicole che quelle diadrome ed eurialine segnalate in questo ambiente. La Famiglia più rappresentata è quella dei Ciprinidi con 18 specie fra autoctone ed alloctone. Fra le specie autoctone la più diffusa è lo scazzone *Cottus gobio*, seguito dal cavedano *Squalius squalus* (Pizzul & Moro, 2017). In termini assoluti la specie più presente è la trota fario *Salmo trutta*, che pur essendo autoctona solamente per i bacini afferenti al Danubio (*Salmo trutta* ceppo danubiano), è stata introdotta in passato in tutte le acque della Regione (*Salmo trutta* ceppo atlantico).

Per quanto attiene alla nomenclatura, i nomi delle specie ittiche nel presente studio sono stati aggiornati adottando le indicazioni riportate nella checklist redatta dall'Associazione Italiana Ittiologi delle Acque Dolci (AIIAD), ad opera di Lorenzoni et al. (2018) (Check list AIIAD v.2.0.1). In particolare, è stata seguita la versione aggiornata al 26 gennaio 2019 ad opera dei curatori del gruppo Sistematica e Nomenclatura dell'Associazione.

La checklist completa, che elenca le specie autoctone ed alloctone presenti in territorio italiano è scaricabile dal sito dell'Associazione (<http://www.aiiad.it/sito/temi/sistematica/128-check-list-aiiad-v-2-0-1-del-26-01-2019>). Eventuali differenze riguardanti la nomenclatura usata nella presente relazione e quanto riportato in precedenti lavori sono imputabili a cambiamenti effettuati in conseguenza dei più recenti studi ed aggiornamenti circa la tassonomia delle specie. È questo il caso del luccio *Esox cisalpinus*, un tempo denominato *Esox lucius* ma in realtà da esso distinto in quanto endemismo italiano (Bianco & Delmastro, 2011; Lucentini et al., 2011), presente anche in Friuli Venezia Giulia (Bertoli et al., 2016). Altro esempio è il barbo balcanico (*Barbus balcanicus*), definito come nuova specie nel 2002 (Kotlik et al., 2002) e segnalato in Friuli Venezia Giulia ad oggi limitatamente al Bacino del Fiume Isonzo, al limite nordorientale del suo areale di distribuzione (Kotlik et al., 2002; Buonerba et al. 2015; Devescovi, 2017; Bertoli et al., 2019a). La specie è stata erroneamente identificata in passato nel Bacino del Fiume Isonzo come *Barbus caninus* o *Barbus meridionalis*. In realtà attualmente non vi sono analisi genetiche condotte su queste specie in regione ad eccezione del Bacino dell'Isonzo, pertanto non è dato sapere se le segnalazioni della specie *Barbus caninus/meridionalis* al di fuori del Bacino dell'Isonzo sono errate, in quanto attribuibili a *Barbus balcanicus*, o se entrambe le specie sono autoctone e presenti in territorio regionale. Per tale ragione la specie nelle comunità attese generali è indicata come *Barbus balcanicus/caninus* ad eccezione delle comunità sito specifiche in cui le analisi atte alla corretta identificazione sistematica sono state condotte.

Il gobione italico *Gobio benacensis*, di recente oggetto di studio in Friuli Venezia Giulia (Boschian, 2017; Bertoli et al., 2019b) è in passato spesso identificato come il co-generico gobione europeo *Gobio gobio* (Gandolfi & Zerunian, 1987; Zerunian, 2004). Ulteriori cambiamenti hanno riguardato la nomenclatura della sanguinerola (da *Phoxinus phoxinus* a *Phoxinus lumaireul*), della scardola (da *Scardinius erythrophthalmus* a *Scardinius hesperidicus*) e del temolo (da *Thymallus thymallus* a *Thymallus aeliani*).

Le specie riportate nel presente studio sono riportate in tabella 2, mentre in tabella 3 sono invece elencate le specie alloctone osservate nelle stazioni considerate nel presente lavoro.

Nome scientifico	Abbreviazione	Nome comune
<i>Acipenser naccarii</i> (Bonaparte, 1836)	<i>A. naccarii</i>	Storione cobice
<i>Alburnus arborella</i> (Bonaparte, 1841)	<i>A. arborella</i>	Alborella
<i>Alosa fallax</i> (Lacepede, 1803)	<i>A. fallax</i>	Cheppia
<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	<i>A. anguilla</i>	Anguilla
<i>Aphanius fasciatus</i> (Valenciennes, 1821)	<i>A. fasciatus</i>	Nono
<i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758)	<i>B. barbatula</i>	Cobite barbatello
<i>Barbus balcanicus</i> (Kotlík, Tsigenopoulos, Ráb & Berrebi, 2002)	<i>B. balcanicus</i>	Barbo balcanico
<i>Barbus caninus</i> (Bonaparte, 1839)	<i>B. caninus</i>	Barbo canino
<i>Barbus plebejus</i> (Bonaparte, 1839)	<i>B. plebejus</i>	Barbo comune
<i>Chondrostoma soetta</i> (Bonaparte, 1840)	<i>C. soetta</i>	Savetta
<i>Cobitis bilineata</i> (Canestrini, 1865)	<i>C. bilineata</i>	Cobite comune
<i>Cottus gobio</i> (Linnaeus, 1758)	<i>C. gobio</i>	Scazzone
<i>Cottus scaturigo</i> (Freyhof, Kottelat & Nolte, 2005)	<i>C. scaturigo</i>	Scazzone del Timavo
<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)	<i>C. carpio</i>	Carpa
<i>Esox cisalpinus</i> (Bianco & Delmastro, 2011)	<i>E. cisalpinus</i>	Luccio
<i>Gasterosteus aculeatus</i> (Linnaeus, 1758)	<i>G. aculeatus</i>	Spinarello
<i>Gobio benacensis</i> (Pollini, 1816)	<i>G. benacensis</i>	Gobione italico
<i>Knipowitschia punctatissima</i> (Canestrini, 1864)	<i>K. punctatissima</i>	Panzarolo
<i>Lampetra zanandreae</i> (Vladykov, 1955)	<i>L. zanandreae</i>	Lampreda padana
<i>Leucos aul</i> a (Bonaparte, 1841)	<i>L. aul</i> a	Triotto
<i>Pomatoschistus canestrinii</i> (Ninni, 1883)	<i>P. canestrinii</i>	Ghiozzetto cinerino
<i>Padogobius bonelli</i> (Bonaparte, 1846)	<i>P. bonelli</i>	Ghiozzo padano
<i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758) *	<i>P. fluviatilis</i> *	Persico reale*
<i>Phoxinus phoxinus</i> (Schinz, 1840)	<i>P. lumaireul</i>	Sanguinerola italica
<i>Protochondrostoma genei</i> (Bonaparte, 1839)	<i>P. genei</i>	Lasca
<i>Sabanejewia larvata</i> (De Filippi, 1859)	<i>S. larvata</i>	Cobite mascherato
<i>Salmo marmoratus</i> (Cuvier, 1829)	<i>S. marmoratus</i>	Trota marmorata
<i>Salmo trutta</i> (Linnaeus, 1758) ceppo danubiano	<i>S. trutta</i>	Trota fario
<i>Salvelinus umbla</i> (Linnaeus, 1758)	<i>S. umbla</i>	Salmerino alpino
<i>Scardinius hesperidicus</i> (Bonaparte, 1845)	<i>S. hesperidicus</i>	Scardola italica
<i>Squalius squalus</i> (Bonaparte, 1837)	<i>S. squalus</i>	Cavedano italico
<i>Telestes souffia</i> (Risso, 1827)	<i>T. souffia</i>	Vairone italico
<i>Thymallus aeliani</i> (Valenciennes, in Cuvier & Valenciennes, 1848)	<i>T. aeliani</i>	Temolo italico
<i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)	<i>T. tinca</i>	Tinca

Tabella 2. Elenco delle specie ittiche autoctone del Friuli Venezia Giulia (*: sebbene fosse in precedenza considerata alloctona, *Perca fluviatilis* è stata inserita tra le specie autoctone in quanto, in accordo con gli ultimi aggiornamenti della checklist AIIAD redatta da Lorenzoni et al. (2018), essa viene considerata alloctona con riserva).

Nome scientifico	nome comune
<i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758)	Carassio
<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758)	Naso
<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	Persico sole
<i>Micropterus salmoides</i> (Lacepède, 1802)	Persico trota
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)	Trota iridea
<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	Pseudorasbora
<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	Rodeo
<i>Salmo trutta</i> (Linnaeus, 1758) ceppo atlantico	Trota fario
<i>Silurus glanis</i> (Linnaeus, 1758)	Siluro

Tabella 3. Elenco delle specie ittiche alloctone presenti nel Friuli Venezia Giulia nelle stazioni indagate dal presente studio.

Analisi statistiche preliminari

L'applicazione della *Redundancy analysis* (RDA) applicata ai dati storici raccolti ha portato alla produzione di due ordinamenti, uno considerando le sole variabili chimico-fisiche ed uno considerando le variabili di tipo idromorfologico, le coperture vegetali, e gli impatti. Per quanto riguarda i parametri chimico-fisici non sono emerse indicazioni significative (Figura 5).

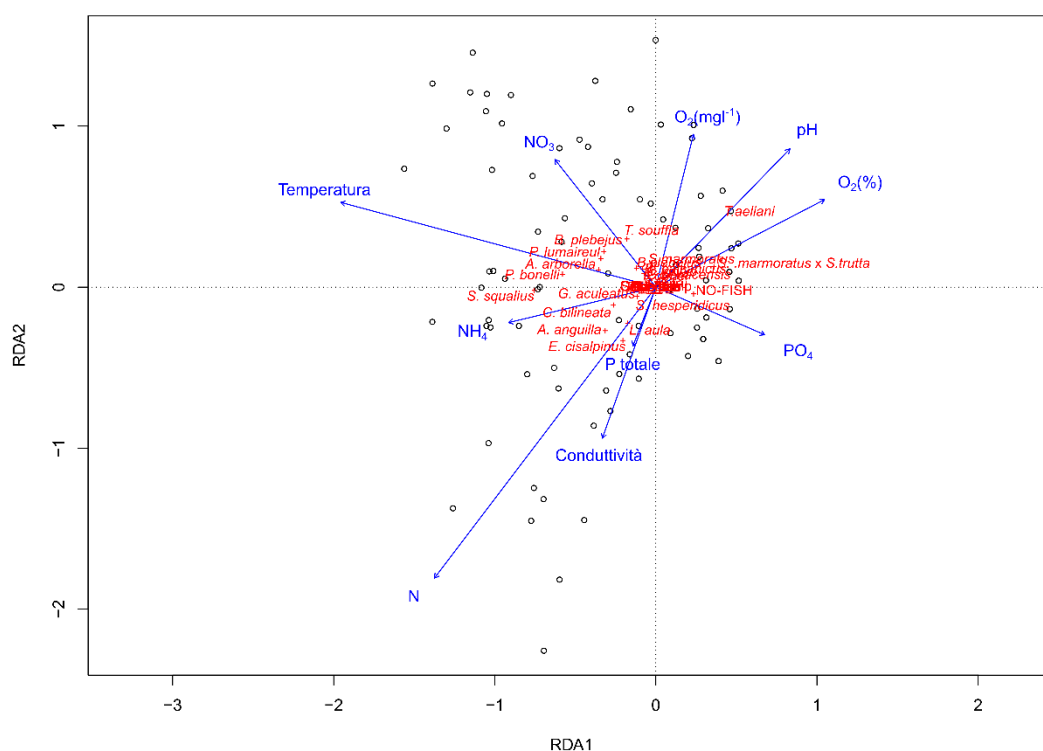


Figura 5. Ordinamento mediante RDA relativo ai parametri chimico-fisici, ai nutrienti ed ai dati di presenza/assenza delle specie osservate nel corso dei campionamenti condotti nel periodo 2009-2017 in Friuli-Venezia Giulia.

Le stazioni si dispongono secondo un gradiente Nord-Sud, con i siti di pianura che si posizionano nella parte più bassa del grafico, in corrispondenza a valori più elevati di azoto totale, conduttività elettrica e fosforo totale. Le stazioni tendono inoltre a spostarsi maggiormente verso il lato sinistro della figura, in corrispondenza a valori crescenti di temperatura, parametro legato al primo asse (RDA 1). Nella parte superiore destra si dispongono le stazioni di alta pianura, in corrispondenza a valori più elevati di NO_3 e temperatura, mentre le stazioni delle zone pedemontana, montana e quelle di alta montagna sono localizzate nella porzione più a destra, in corrispondenza di valori decrescenti di temperatura e livelli di pH ed ossigenazione crescenti. Le specie ittiche seguono in parte il trend, con specie più caratteristiche delle zone di pianura che tendono a disporsi nel quadrante in basso a destra (cavedano, anguilla, luccio, triotto, cobite), mentre i salmonidi (inclusi gli ibridi) che tendono a posizionarsi vicino ai siti caratterizzati da concentrazioni più alte di ossigeno disciolto e temperature più basse. Tuttavia, non è evidente un reale trend chimico-fisico che guidi la distribuzione delle specie sul territorio, in quanto esse appaiono tutte generalmente localizzate nella parte centrale del grafico, nei pressi dell'origine degli assi. Più interessanti sono i risultati delle analisi che hanno riguardato i fattori idromorfologici (Figura 6), i quali sembrano influenzare maggiormente la distribuzione delle specie sul territorio.

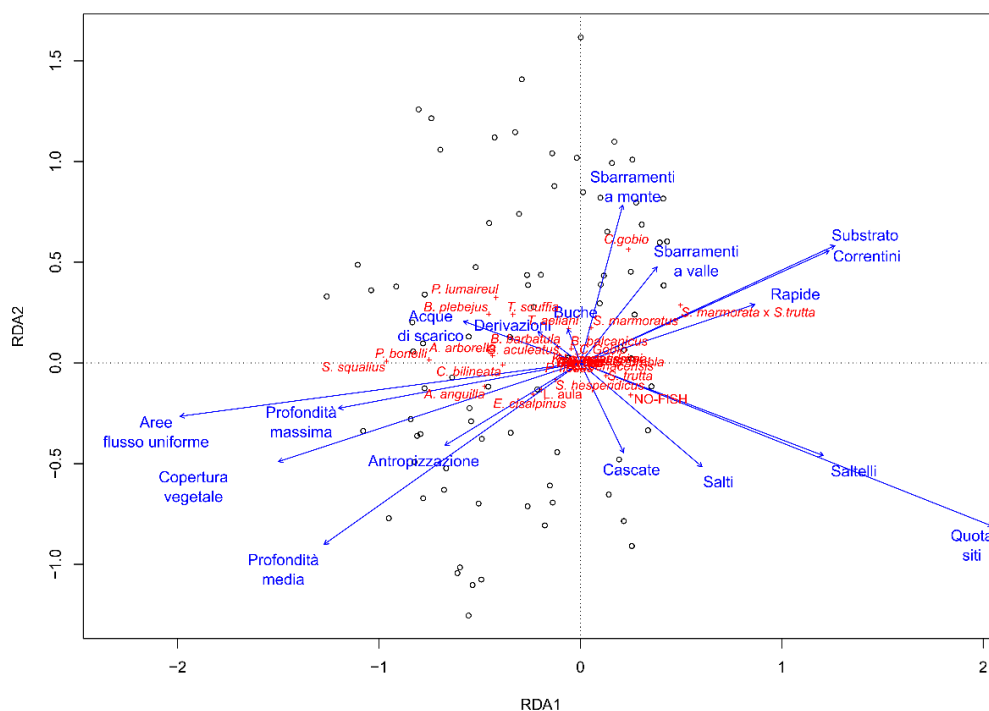


Figura 6. Ordinamento mediante RDA relativo ai parametri idromorfologici, alla copertura vegetale, ai principali impatti antropici ed ai dati di presenza/assenza delle specie osservate nel corso dei campionamenti condotti nel periodo 2009-2017 in Friuli-Venezia Giulia.

Le stazioni caratterizzate dalla presenza di salti, saltelli e cascatelle (che possono rappresentare ostacoli per la fauna ittica) sono associate principalmente ad altitudini più elevate ed all'assenza di fauna ittica (No Fish). Le stazioni situate in un contesto montano si dispongono nella parte superiore del grafico in

corrispondenza di una maggior frequenza di raschi e correntini (aree a flusso più turbolento) e di substrati più grossolani. A queste stazioni sono maggiormente associate specie quali *Cottus gobio* (che predilige substrati ciottolosi e grossolani) e, in generale, i Salmonidi. Interessante notare in questa parte del grafico un basso grado di antropizzazione ma un'influenza più consistente degli sbarramenti a monte ed a valle dei punti analizzati. Le stazioni di pianura si dispongono nella parte in basso a sinistra della figura, corrispondentemente a maggiori profondità, substrati più fini, presenza di coperture macrofite e di un maggior grado di antropizzazione e si associano a comunità tipiche di queste aree. Le stazioni pedemontane si dispongono infine nella parte centrale del grafico. L'analisi conferma la zonazione evidenziata dalla *cluster analysis* (vedi paragrafo seguente) ed evidenzia l'importanza dei fattori idromorfologici nella distribuzione delle comunità attese e delle specie che le costituiscono.

Analisi delle comunità ittiche: *cluster analysis*

L'analisi ha permesso l'individuazione di 7 gruppi di stazioni che sono correlabili a determinate aree del territorio regionale (Tabella 4; Figura 7).

Tali comunità hanno un carattere generale, in quanto caratteristiche di un "macro gruppo" di stazioni, frutto del raggruppamento effettuato. I gruppi (*cluster*) sono stati ottenuti tagliando il dendrogramma riportato in figura 6 in modo da evidenziare la diversità presente nel territorio regionale senza tuttavia portare ad una eccessiva frammentazione, che avrebbe creato difficoltà interpretative. Sono pertanto stati identificati sette gruppi e le comunità ittiche caratteristiche per ciascuno di essi, sulla base della frequenza delle specie attese al loro interno. All'interno delle comunità caratteristiche, riportate in Tabella 4, le specie sono elencate in ordine di frequenza attesa decrescente (dalla più frequente alla meno frequente nel cluster corrispondente). I risultati della *cluster analysis* sono in accordo con la distribuzione spaziale evidenziata dalla RDA effettuata a carico dei parametri idromorfologici, in quanto la distribuzione delle stazioni all'interno della RDA riportata in figura 5 rispecchia le esigenze ecologiche delle comunità attese individuate dalla *cluster analysis*.

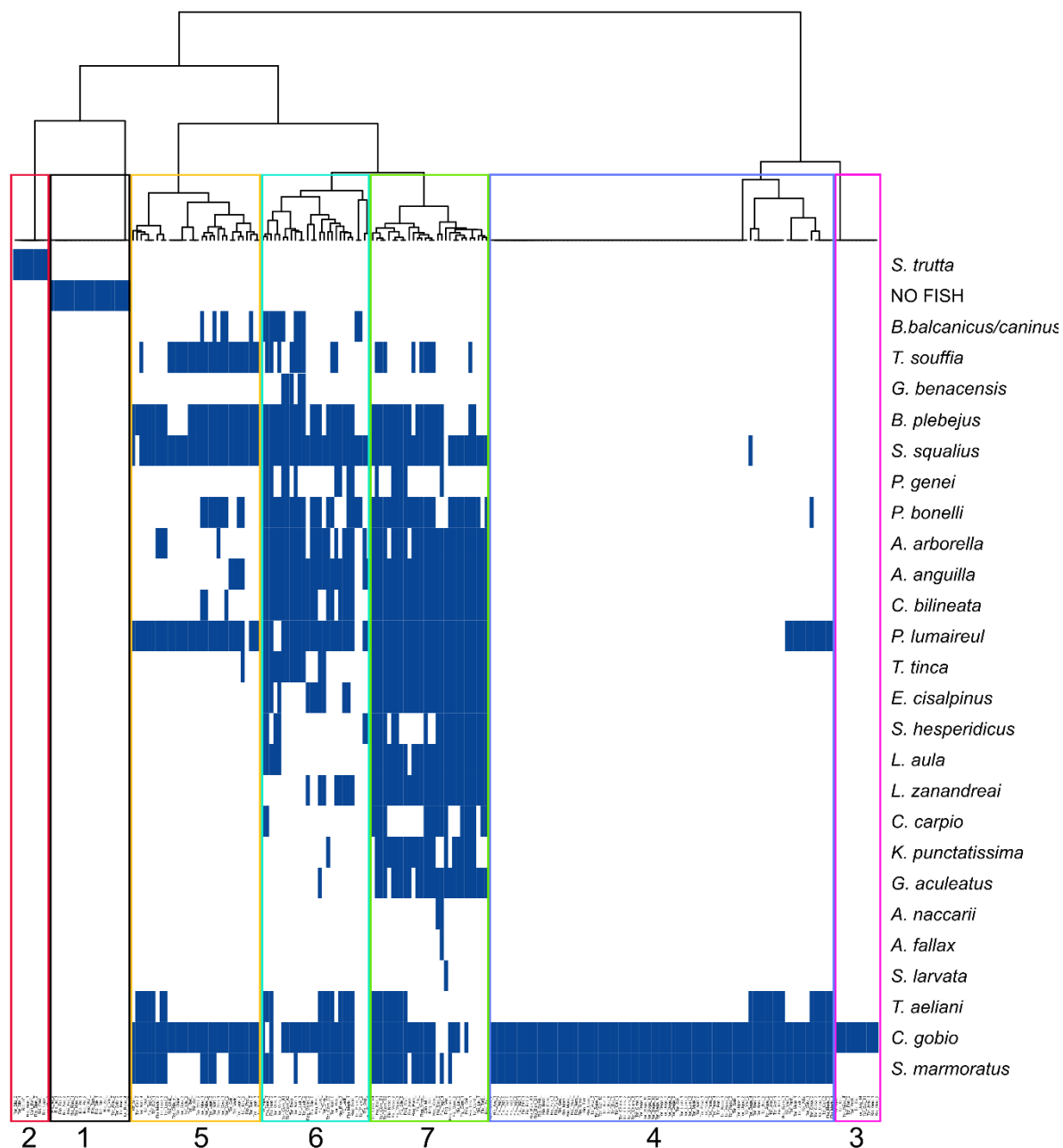


Figura 7. Risultati dell'applicazione della *cluster analysis* ai dati relativi alle comunità attese considerate nel presente lavoro e relativa *heatmap* che evidenzia il contributo delle specie ai singoli gruppi.

Cluster	Colore	Denominazione	Clusters comunità attese
1	●	Zona No-fish	Assenza di fauna ittica
2	●	Bacino del Torrente Slizza (Conca di Tarvisio)	<i>Salmo trutta</i>
3	●	Zona a scazzone	<i>Cottus gobio</i>
4	●	Zona montana	<i>Salmo marmoratus</i> , <i>Cottus gobio</i> , <i>Thymallus aeliani</i>
5	●	Zona pedemontana	<i>Cottus gobio</i> , <i>Phoxinus phoxinus</i> , <i>Squalius squalus</i> , <i>Barbus plebejus</i> , <i>Telestes souffia</i> , <i>Salmo marmoratus</i> , <i>Thymallus aeliani</i> , <i>Padogobius bonelli</i> , <i>Barbus balcanicus/caninus</i> , <i>Alburnus alburnus</i> , <i>Anguilla anguilla</i> , <i>Cobitis bilineata</i> , <i>Tinca tinca</i>
6	●	Zona di alta pianura	<i>Squalius squalus</i> , <i>Anguilla anguilla</i> , <i>Phoxinus phoxinus</i> , <i>Barbus plebejus</i> , <i>Padogobius bonelli</i> , <i>Alburnus alburnus</i> , <i>Cobitis bilineata</i> , <i>Tinca tinca</i> , <i>Cottus gobio</i> , <i>Salmo marmoratus</i> , <i>Thymallus aeliani</i> , <i>Telestes souffia</i> , <i>Protochondrostoma genei</i> , <i>Esox cisalpinus</i> , <i>Barbus balcanicus/caninus</i> , <i>Scardinius hesperidicus</i> , <i>Leuciscus leuciscus</i> , <i>Lampetra trutta</i> , <i>Cyprinus carpio</i> , <i>Knipowitschia punctatissima</i> , <i>Gasterosteus aculeatus</i> , <i>Gobio benacensis</i>
7	●	Zona di risorgiva/bassa pianura	<i>Lampetra trutta</i> , <i>Esox cisalpinus</i> , <i>Tinca tinca</i> , <i>Phoxinus phoxinus</i> , <i>Anguilla anguilla</i> , <i>Cobitis bilineata</i> , <i>Squalius squalus</i> , <i>Alburnus alburnus</i> , <i>Padogobius bonelli</i> , <i>Gasterosteus aculeatus</i> , <i>Knipowitschia punctatissima</i> , <i>Leuciscus leuciscus</i> , <i>Barbus plebejus</i> , <i>Telestes souffia</i> , <i>Cyprinus carpio</i> , <i>Scardinius hesperidicus</i> , <i>Cottus gobio</i> , <i>Salmo marmoratus</i> , <i>Thymallus aeliani</i> , <i>Protochondrostoma genei</i> , <i>Acipenser naccarii</i> , <i>Alosa fallax</i> , <i>Sabanejewia lartava</i>

Tabella 4. Comunità attese di base risultanti dalla *cluster analysis*; l'ordine delle specie rispecchia frequenze decrescenti all'interno della rispettiva zona.

Ciascun gruppo è caratterizzato da una determinata comunità ittica attesa ed a ciascuno di essi è stato associato un colore utilizzato in seguito per la rappresentazione cartografica mediante QGis (Figura 8).

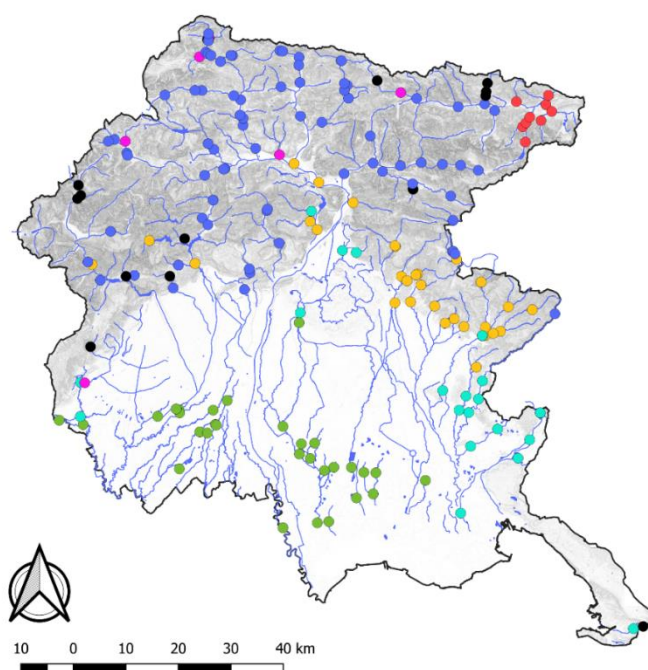


Figura 8. Stazioni di campionamento appartenenti ai gruppi elencati nella Tabella 4. Le stazioni sono sovrapposte al reticolo dei corpi idrici tipizzati

Elaborazione della carta delle vocazioni ittiche (primo step)

Le stazioni di campionamento raggruppate nei diversi gruppi identificate tramite *cluster analysis* sono state utilizzate per estendere l'analisi a livello del reticolo dei corpi idrici tipizzati, associando ad essi, ove possibile, le comunità attese individuate (Figura 9).

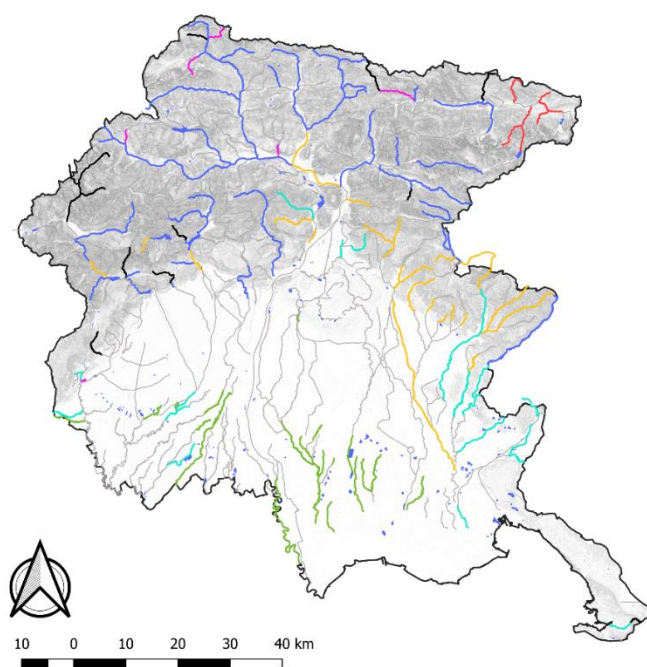


Figura 9. Reticolo dei corpi idrici tipizzati con le colorazioni relative alle zone individuate dalla *cluster analysis*

I corpi idrici che denunciavano la presenza simultanea di due o più stazioni con comunità attese appartenenti a cluster diversi sono stati “spezzati” in sotto-tratti, sulla base delle caratteristiche idromorfologiche e sulla base dell'ecologia delle specie costituenti le comunità ittiche. I tratti ottenuti sono stati colorati in analogia con i gruppi evidenziati dalla *cluster analysis*. Poiché il numero delle stazioni analizzate risultava inferiore rispetto al numero di corpi idrici analizzati, nella fase successiva si è cercato di estendere, ove possibile, l'analisi anche ai corpi idrici non associati a stazioni di campionamento. Per tale scopo è stata analizzata la posizione geografica dei corpi idrici, le caratteristiche idromorfologiche ed i dati storici rinvenuti in bibliografia.

Lo stesso principio è stato poi applicato nell'estensione a tutto il reticolo idrografico, i cui risultati sono illustrati in Figura 10.

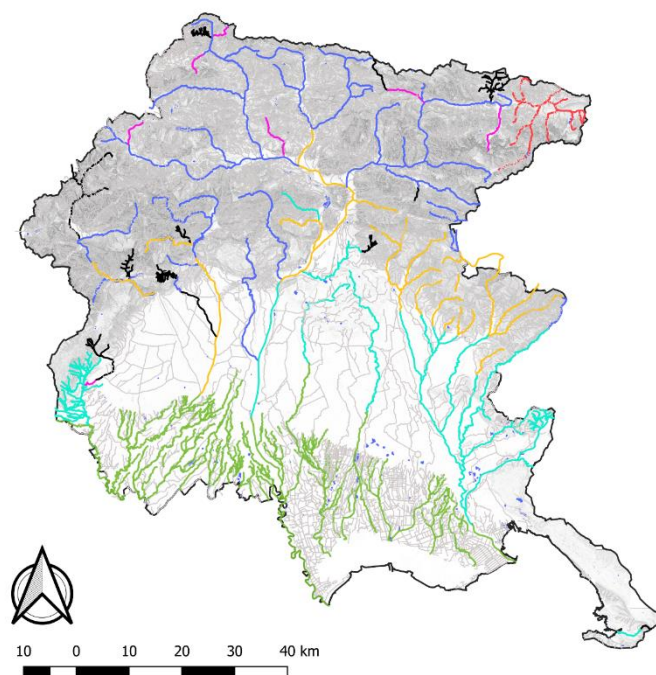


Figura 10. Reticolo idrografico del Friuli Venezia Giulia con le colorazioni relative alle zone individuate dalla *cluster analysis*.

Non è stato possibile estendere l'analisi in quelle zone ove le informazioni erano troppo scarse o frammentarie, che pertanto necessiteranno di ulteriori approfondimenti, in particolare, per quel che riguarda le aree montane (Zona No-Fish, Zona di Alta montagna), alcuni corsi d'acqua del bacino del Livenza e l'area del comune di Sappada, recentemente annesso alla Regione Friuli Venezia Giulia; tutte aree oggetto di monitoraggio nell'estate 2019.

Il processo di definizione delle comunità ittiche è poi proseguito caso per caso, per ogni singolo corso d'acqua. Il processo ha comportato la riduzione delle specie ittiche attese a partire dalla comunità generale identificata dalla *cluster analysis*, incrociando le informazioni storiche, studi recenti e osservazioni di liberi professionisti e privati. Tale operazione è ovviamente necessaria per fornire comunità ittiche attese il più possibile rappresentative dei corsi d'acqua in esame.

I risultati di tale processo hanno portato alla creazione di un primo *shapefile*, ove le comunità dettagliate sono state riportate per ogni singolo corso d'acqua. Anche in questo caso i corsi d'acqua sono stati spezzati in tratti a seconda della distribuzione delle singole specie.

Confronto tra comunità attese ed osservate e definizione delle specie ombrello

Allo scopo di evidenziare lo stato delle comunità attuali rispetto alle comunità attese nei gruppi evidenziati dalla *cluster analysis* è stata utilizzata la PERMANOVA a una via. I risultati hanno permesso di rilevare differenze significative tra le comunità attese e quelle osservate in tutti i gruppi (Tabella 5), ad eccezione di quello relativo all'area del Tarvisiano (cluster 2).

Il contributo delle singole specie alla variabilità osservata è stato indagato mediante test SIMPER. I risultati hanno permesso di evidenziare una forte e preoccupante contrazione per molte specie ittiche, di queste numerose sono inserite nella Direttiva Habitat 92/43/CEE. In generale, in tutte le zone è stata osservata una riduzione della biodiversità rispetto alle comunità attese. I risultati dell'applicazione del test SIMPER sono riportati nelle tabelle 6-10. Sono riportate solo le specie che contribuiscono significativamente alle differenze tra le comunità attese e osservate ($p < 0.05$).

	Df	Sum of Squares	Mean Squares	F	R ²	p-level
Cluster 3 - Zona a scazzone	1	1.822	1.822	12.167	0.378	0.001
Residuals	20	2.995	0.149		0.622	
Total	21	4.817			1	
Cluster 4 - Zona montana	1	12.043	12.043	78.809	0.319	0.001
Residuals	168	25.672	0.153		0.681	
Total	169	37.715			1	
Cluster 5 - Zona pedemontana	1	1.708	1.708	9.657	0.135	0.001
Residuals	62	10.964	0.177		0.865	
Total	63	12.672			1	
Cluster 6 - Zona di alta pianura	1	1.220	1.220	5.620	0.097	0.001
Residuals	52	11.287	0.217		0.902	
Total	53	12.507			1	
Cluster 7 - Zona di risorgiva/ bassa pianura	1	3.701	3.701	22.314	0.285	0.001
Residuals	56	9.289	0.166		0.715	
Total	57	12.990			1	

Tabella 5 Risultati dell'applicazione della PERMANOVA.

Cluster 3 - Zona a scazzone (11 stazioni)				Stazioni in cui la specie è attesa/presente	
Specie	Allegato Direttiva 92/43/Cee	Contributo %	p-value	Attese %	Osservate %
<i>Cottus gobio</i>	II	25.71	0.001	100	54.5
<i>S. marmoratus</i> x <i>S. trutta</i>		64.29	0.016	0	54.5
No fish		92.86	0.002	0	36.4
<i>Salmo marmoratus</i>	II	100	0.035	0	18.2

Tabella 6. Risultati dell'applicazione del test SIMPER alle comunità attese e osservate relativamente alla zona di alta montagna.

Cluster 4 - Zona montana (85 stazioni)				Stazioni in cui la specie è attesa/presente	
Specie	Allegato Direttiva 92/43/Cee	Contributo %	p-value	Attese %	Osservate %
<i>Salmo marmoratus</i>	II	35.56	0.001	100	16.5
<i>S. marmoratus</i> x <i>S. trutta</i>		22.99	0.001	0	60
<i>Cottus gobio</i>	II	17.33	0.001	100	62.4
<i>Thymallus aeliani</i>	V	7.31	0.001	17.6	9.4

Tabella 7. Risultati dell'applicazione del test SIMPER alle comunità attese e osservate relativamente alla zona montana.

Cluster 5 - Zona pedemontana (32 stazioni)				Stazioni in cui la specie è attesa/presente	
Specie	Allegato Direttiva 92/43/Cee	Contributo %	p-value	Attese %	Osservate %
<i>Salmo marmoratus</i>	II	12.62	0.001	65.6	6.3
<i>Squalius squalus</i>		11.27	0.001	96.9	50
<i>Barbus plebejus</i>	II, V	11.20	0.026	84.4	50
<i>Phoxinus phoxinus</i>		11.11	0.004	96.9	53.1
<i>Cottus gobio</i>	II	9.11	0.008	100	56.3
<i>S. marmoratus</i> x <i>S. trutta</i>		9.10	0.013	0	43.8
<i>Thymallus aeliani</i>	V	5.17	0.020	21.9	6.3
<i>Barbatula barbatula</i>		3.21	0.041	15.6	3.1
<i>Anguilla anguilla</i>		2.22	0.001	12.5	0
<i>Tinca tinca</i>		0.00	0.001	3.1	0

Tabella 8. Risultati dell'applicazione del test SIMPER alle comunità attese e osservate relativamente alla zona pedemontana.

Cluster 6 - Zona di alta pianura (27 stazioni)				Stazioni in cui la specie è attesa/presente	
Specie	Allegato Direttiva 92/43/Cee	Contributo %	p-value	Attese %	Osservate %
<i>Anguilla anguilla</i>		8.82	0.001	92.6	22.2
<i>Phoxinus phoxinus</i>		7.30	0.017	85.2	3.7
<i>Barbatula barbatula</i>		5.41	0.022	40.7	18.5
<i>Tinca tinca</i>		4.95	0.001	48.1	0
<i>Esox cisalpinus</i>		4.52	0.001	40.7	3.7
<i>Protochondrostoma genei</i>	II	4.18	0.019	37	11.1
<i>Lampetra zanandreae</i>	II, IV	3.44	0.001	29.6	0
<i>Scardinius hesperidicus</i>		2.88	0.001	22.2	0
<i>Leuciscus leuciscus</i>		2.01	0.023	18.5	3.7
<i>Cyprinus carpio</i>		0.60	0.001	7.4	0
<i>Knipowitschia punctatissima</i>		0.42	0.001	3.7	0

Tabella 9. Risultati dell'applicazione del test SIMPER alle comunità attese e osservate relativamente alla zona di alta pianura.

Cluster 6 - Zona di risorgiva/bassa pianura (29 stazioni)				Stazioni in cui la specie è attesa/presente	
Specie	Allegato Direttiva 92/43/Cee	Contributo %	p-value	Attese %	Osservate %
<i>Lampetra zanandreae</i>	II, IV	8.28	0.001	100	0
<i>Tinca tinca</i>		8.27	0.001	100	0
<i>Cobitis bilineata</i>	II	6.36	0.001	100	24.1
<i>Gasterosteus aculeatus</i>		6.23	0.001	89.7	17.2
<i>Knipowitschia punctatissima</i>		6.12	0.001	75.9	0
<i>Leucos aula</i>		5.98	0.002	96.6	27.6
<i>Phoxinus phoxinus</i>		5.94	0.001	100	31
<i>Alburnus alburnus</i>		5.67	0.001	93.1	31
<i>Scardinius hesperidicus</i>		5.28	0.001	69	13.8
<i>Barbus plebejus</i>	II, V	4.81	0.001	65.5	17.2
<i>Salmo marmoratus</i>	II	4.53	0.001	58.6	0
<i>Cyprinus carpio</i>		4.47	0.001	55.2	0
<i>Thymallus thymallus</i>	V	2.53	0.012	31	6.9
<i>Telestes souffia</i>	II	2.34	0.001	31	0
<i>Protochondrostoma genei</i>	II	1.52	0.001	20.7	0
<i>Acipenser naccarii</i>	II, IV	0.57	0.001	6.9	0
<i>Sabanejewia larvata</i>	II	0.32	0.001	3.4	0
<i>Alosa fallax</i>	II, V	0.26	0.001	3.4	0

Tabella 10. Risultati dell'applicazione del test SIMPER alle comunità attese e osservate relativamente alla zona di bassa pianura.

L'analisi evidenzia un chiaro scostamento dalle condizioni attese. Nelle zone di pianura le cause sono da ricercarsi verosimilmente in fattori quali crescente antropizzazione degli alvei, canalizzazioni, sfalcio della vegetazione riparia per far spazio alle coltivazioni, prelievo di acqua a fini irrigui, e scarichi di reflui urbani, agricoli ed industriali. Nelle zone pedemontane e montane è forte invece l'influenza di derivazioni e degli sbarramenti a scopo idroelettrico. Significativa è inoltre la presenza di specie alloctone, in particolare di *Salmo trutta*, introdotta per fini alieutici. Da rilevare la condizione di alcune specie, attese in tutte le stazioni incluse nella rispettiva zona (100%) ma che risultano invece assenti o presenti con percentuali molto al di sotto dell'atteso. Tra gli esempi più significativi vanno senz'altro citati: *Salmo marmoratus*, *Lampetra zanandreae*, *Tinca tinca* e *Acipenser naccarii*.

Nella fase successiva si è proceduto quindi all'individuazione delle specie maggiormente sensibili all'interno delle singole comunità, con particolare riferimento alle specie che risentono maggiormente delle variazioni di portata.

La tabella 11 riporta un elenco di specie sensibili alle alterazioni, che sono state la base per l'identificazione delle "specie ombrello" per ciascuna delle zone individuate nell'elaborazione della Carta delle Vocazioni Ittiche. La definizione delle specie ombrello è nata in seno a Tavoli Tecnici svoltisi nel contesto dell'Autorità di Bacino delle Alpi Orientali, aventi come oggetto di discussione le "Linee Guida per le attività di verifica e sperimentazione del deflusso ecologico nel reticolo idrografico distrettuale" del Distretto delle Alpi Orientali.

Nella seguente tabella sono elencate le specie ombrello per le zone precedentemente individuate.

Specie	Direttiva Habitat	IUCN (Italia 2013)	Criticità
<i>Acipenser naccarii</i>	II, IV	CR	dighe e sbarramenti, regimazione idraulica, estrazioni in alveo, scarsa qualità delle acque, inquinamento (nutrienti/contaminanti chimici), pressione di pesca in condizioni alterazione
<i>Alosa fallax</i>	II, V	VU	dighe e altri sbarramenti, pressione di pesca eccessiva, inquinamento organico
<i>Anguilla anguilla</i>		CR	dighe e sbarramenti, intensità delle catture, inquinamento industriale
<i>Barbus balcanicus</i>	II, V	DD ¹ /LC*	alterazioni della qualità ambientale, inquinamento delle acque, presenza in zone ad agricoltura intensiva nell'areale italiano
<i>Barbus plebejus</i>	II, V	VU	canalizzazioni, prelievi di ghiaie, pesca sportiva, introduzione ceppi alloctoni
<i>Cobitis bilineata</i>	II	LC	inquinamento chimico (pesticidi), alterazioni strutturali degli habitat (cementificazioni, rettificazioni, prelievi di sabbia),
<i>Cottus gobio</i>	II	LC	alterazione degli alvei, <u>eccessivi prelievi idrici</u> , inquinamento delle acque, predazione da specie alloctone
<i>Esox cisalpinus</i>		DD	pressione di pesca, riduzione della vegetazione ripariale e costiera, rettificazione corsi d'acqua, artificializzazione, inquinamento delle acque, interazione con lucci europei
<i>Gasterosteus aculeatus</i>			molto sensibile alle alterazioni della qualità ambientale, artificializzazione degli alvei, <u>danneggiato da eccessivi prelievi idrici</u> , inquinamento, predazione da parte di alloctoni
<i>Gobio benacensis</i>		EN	canalizzazioni, prelievi di ghiaia e sabbia
<i>Knipowitschia punctatissima</i>		CR	trasformazioni ambientali (uso del suolo, abbassamento della falda), sensibile all'inquinamento
<i>Lampetra zanandreae</i>	II, V	VU	interventi sugli alvei, canalizzazioni, prelievi di ghiaia, inquinamento, abbassamento delle falde e conseguente <u>diminuzione delle portate delle risorgive</u> , pesca
<i>Leucis aul</i>			predazione e competizione con alloctoni
<i>Padogobius bonelli</i>		LC	artificializzazione degli alvei, <u>eccessive captazioni idriche</u> e inquinamento delle acque, oggetto di pesca illegale
<i>Phoxinus phoxinus</i>		LC	degrado degli habitat, inquinamento, artificializzazione degli alvei, immissioni di salmonidi
<i>Protochondrostoma genei</i>	II	EN	degrado degli ambienti, <u>alterazioni degli alvei e dei substrati, dighe e sbarramenti</u> , pesca sportiva, interazione con il naso
<i>Sabanejewia lartava</i>		NT	cementificazioni, rettificazioni, prelievi di sabbia, pulizia delle sponde, inquinamento
<i>Salmo marmoratus</i>	II	CR	pressione di pesca, artificializzazione alvei, <u>captazioni idriche, variazioni di portata conseguentemente a produzione di energia elettrica</u> , trota fario
<i>Salmo trutta</i> (ceppo danubiano)			artificializzazione alvei, <u>captazioni idriche, variazioni di portata conseguentemente a produzione di energia elettrica</u>
<i>Telestes souffia</i>	II	LC	inquinamento dei corpi idrici, canalizzazioni, artificializzazione, <u>eccessivi prelievi idrici</u>
<i>Thymallus aeliani</i>	V	EN	Inquinamento delle acque, interazione con specie alloctone, pressione di pesca, artificializzazione e rettificazione degli alvei, <u>prelievi idrici eccessivi</u>
<i>Tinca tinca</i>		LC	alterazioni degli habitat e inquinamento

Tabella 11. Elenco di specie sensibili sulla base della vulnerabilità riportata dalla Lista Rossa italiana (Rondinini et al., 2013), e dalle criticità rinvenute in bibliografia (Zerunian, 2004; Stoch & Genovesi, 2016).

Da questa lista sono state scelte le specie ombrello da inserire per ciascuna comunità di riferimento di base (Tabella 12). La scelta è stata basata sulla maggior rappresentatività delle specie per le comunità attese di cui fanno parte (e conseguentemente per le relative aree regionali) e sulla loro sensibilità agli impatti. Per ciascuna specie ombrello viene indicato il periodo riproduttivo.

Specie ombrello	Periodo riproduttivo*
<i>Anguilla anguilla</i>	adulti: ottobre-dicembre; giovanili: aprile-giugno
<i>Barbus balcanicus/caninus</i>	<i>B. balcanicus</i> : maggio-luglio; <i>B. caninus</i> : aprile-luglio
<i>Barbus plebejus</i>	da metà di maggio a metà di luglio
<i>Cottus gobio</i>	da fine febbraio a metà maggio
<i>Cottus scaturigo</i>	febbraio-marzo
<i>Esox cisalpinus</i>	fine gennaio-aprile
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	aprile-luglio
<i>Knipowitschia punctatissima</i>	aprile-settembre
<i>Lampetra zanandreae</i>	metà dicembre-marzo
<i>Padogobius bonelli</i>	maggio - luglio
<i>Protochondrostoma genei</i>	maggio-giugno
<i>Salmo marmoratus</i>	da novembre a dicembre
<i>Salmo trutta</i> di ceppo danubiano	da novembre a febbraio
<i>Telestes souffia</i>	maggio-giugno
<i>Thymallus aeliani</i>	aprile a maggio
<i>Tinca tinca</i>	maggio-ottobre
*per l'anguilla si fa riferimento al periodo migratorio, distinguendo tra adulti e giovanili	

Tabella 12. Elenco delle specie ombrello individuate per le zone definite dalla *cluster analysis*.

Le indicazioni circa i cicli riproduttivi delle specie sono state riportate seguendo quanto indicato in bibliografia (Zerunian, 2004; Kottelat & Freyhof, 2007; Stoch & Genovesi, 2016).

Implementazione dei dati: campagna di monitoraggio integrativa

Le attività di monitoraggio svolte durante l'estate 2019 hanno permesso di elaborare le informazioni di circa 112 stazioni di campionamento. Tra queste, 78 sono state ascritte alla zona NO-FISH (69,6%). Il 38,5% dei siti classificati come NO-FISH erano in secca (Figura 11a) mentre nel 51,8 % dei casi è stata rilevata la presenza di acqua lungo l'asta fluviale ma non è stata osservata fauna ittica (Figura 11b). In alcuni casi i corsi d'acqua hanno denunciato evidente frammentazione (Figura 11c) mentre in altri casi l'unica specie osservata è stata la trota fario (*Salmo trutta*), presente con popolazioni spesso numerose (Figura 11d).

Tutte le stazioni esaminate nel comune di Sappada (Figura 12) sono state incluse nella zona No-Fish. Ciò è stato motivato dal fatto che nel Fiume Piave l'unica specie ittica osservata nel corso dei campionamenti è stata la trota fario (*Salmo trutta*), la quale è ritenuta alloctona per l'area ed è stata oggetto di introduzioni per fini alieutici e non è stato possibile rinvenire alcun esemplare di scazzone (*Cottus gobio*). In tutti gli affluenti oggetto del monitoraggio non è stata osservata fauna ittica.



Figura 11. Alcuni corsi d'acqua ascritti alla zona No-Fish a seguito della campagna di campionamento condotta nell'estate 2019 (a: Rio Vaisonz, Comune di Tarvisio; b: Rio Lussari, Comune di Tarvisio; c: Rio Studena, Comune di Pontebba; d: Rio Mallschiac, Comune di Lusevera).



Figura 12. Fiume Piave (a) ed affluente (b) monitorati nei pressi dell'abitato di Sappada.

Durante il monitoraggio, in alcuni siti sono risultate evidenti le conseguenze dovute al passaggio della tempesta Vaia dell'ottobre 2018; a causa di ciò non è stato possibile osservare presenza di fauna ittica nei corsi d'acqua indagati. Pertanto, alcuni corsi d'acqua, mai precedentemente indagati, sono stati classificati NO-FISH, ma non si può escludere che prima della tempesta fosse presente fauna ittica. Per approfondire questa problematica è stata fatta una prova analizzando nuovamente un torrente, pesantemente modificato dalla tempesta, per il quale si avevano dati recenti: il Torrente Settimana (Figura 13). Il torrente è stato oggetto di campionamenti nell'ambito dei monitoraggi per l'attuazione del PRTA nel 2017, anno in cui era stata osservata una comunità costituita da trota fario e scazzone, mentre non è stato possibile osservare fauna ittica nel corso del monitoraggio svolto durante il 2019.

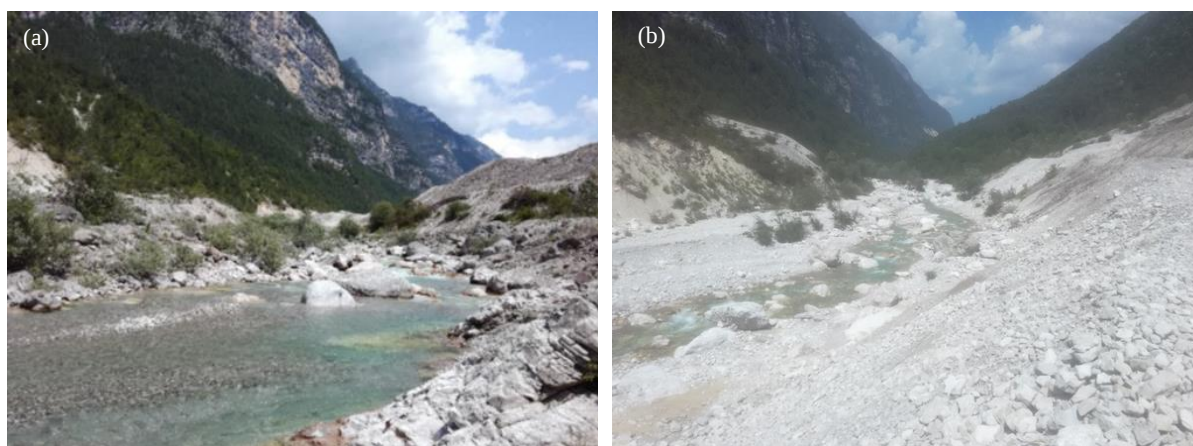


Figura 13. Torrente Settimana nel 2017 (a) e nel 2019 (b) a seguito del passaggio della tempesta Vaia.

Nelle valutazioni effettuate durante il processo di assegnazione alle diverse zone ittiche dei siti monitorati sono stati pertanto considerati i possibili effetti della tempesta Vaia, scegliendo un approccio di tipo “conservativo” ed applicando un principio di precauzione. Siti in cui non è stata osservata fauna ittica sono stati assegnati alla zona No-Fish solo in compresenza di altri fattori che giustificassero tale scelta (dati storici, frammentazione del corso d'acqua, ecc.). Lo stesso principio è stato adottato per l'assegnazione delle stazioni alla zona A Scazzone e alla zona Montana.

Tra le rimanenti stazioni oggetto del monitoraggio, cinque sono state assegnate alla zona A Scazzone, 17 sono state ascritte alla zona Montana, una alla zona Pedemontana e due in quella del Tarvisiano. Infine, nove siti facenti parte del bacino del Fiume Livenza inclusi in corso d'opera nel monitoraggio, sono stati inclusi alla zona di Risorgiva/Bassa Pianura.

I risultati della campagna di campionamento svoltasi durante l'estate 2019 sono riportati in Figura 14.

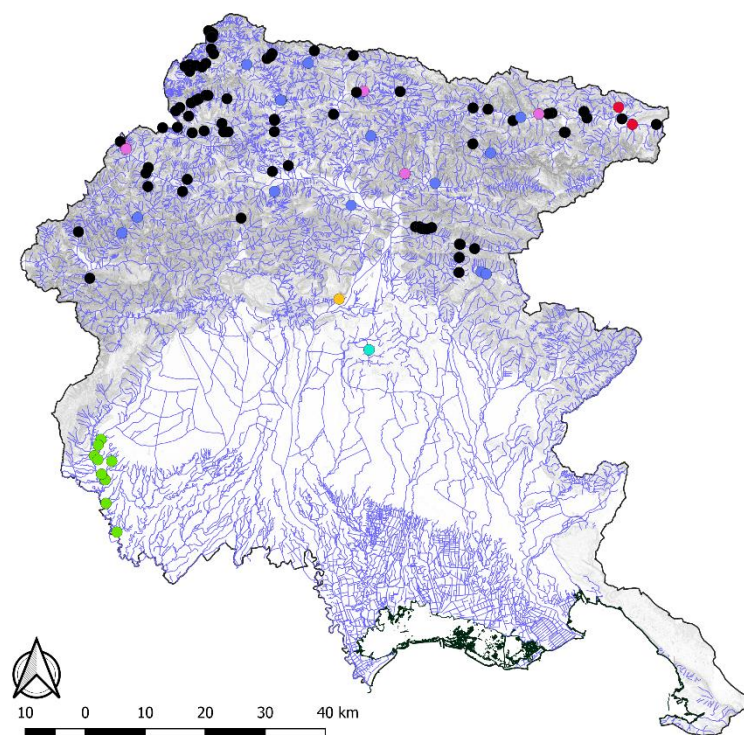


Figura 14. Stazioni di campionamento monitorate nel corso dell'estate 2019 assegnate alle zone/comunità ittiche di riferimento

Elaborazione della carta delle vocazioni ittiche (fase finale)

I risultati ottenuti durante la campagna di campionamento dell'estate 2019 hanno permesso di implementare il dataset. Nel complesso, è stato possibile assegnare le comunità di riferimento a 336 punti. Le comunità sono state nuovamente oggetto di una profonda ed attenta revisione, effettuata valutando ogni stazione singolarmente. Sono state incrociate le informazioni pregresse, come precedentemente descritto, tuttavia in questo caso è stato anche importante la consultazione dei dataset GIS relativi alle opere di difesa del suolo e dei tratti oggetto di derivazione.

L'attento lavoro di revisione ha permesso una più precisa ricostruzione delle comunità attese, e una più sicura assegnazione alle zonazioni qui proposte, soprattutto per le aree Pedemontana, di Alta Pianura e Risorgiva/Bassa Pianura, le quali hanno mostrato talvolta un certo grado di sovrapposizione dovuto alla condivisione di alcune specie appartenenti alle rispettive liste. Dopo il processo di revisione, i 336 punti utilizzati sono stati inclusi nel *layer delle comunità sito-specifiche della Carta delle Vocazioni Ittiche*, il quale costituisce il primo risultato del presente lavoro (Figura 15).

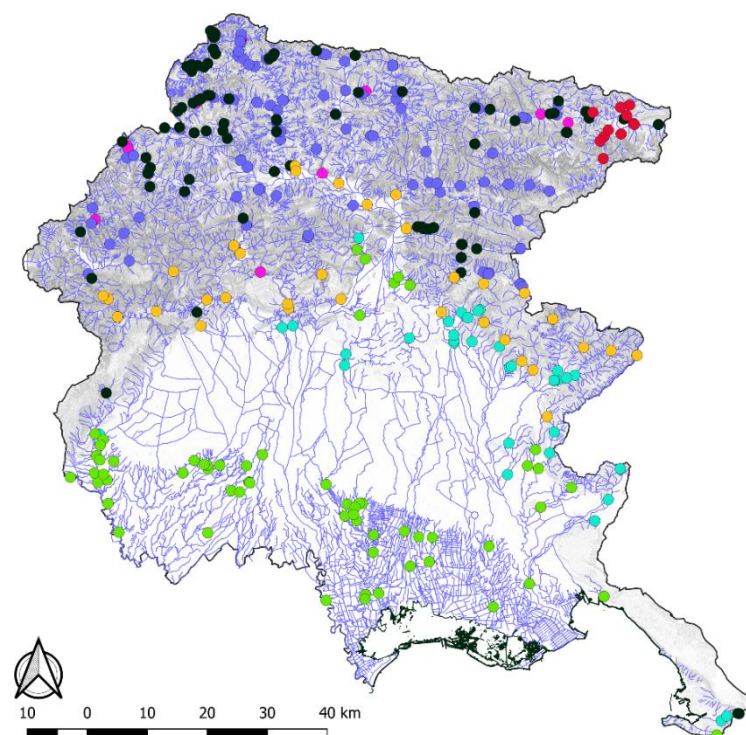


Fig. 15. Layer delle comunità sito-specifiche della Carta delle Vocazioni Ittiche.

Il numero medio di specie per le comunità attese sito-specifiche afferenti a ciascuna zona è riportato in Figura 15. Come atteso, tale numero medio cresce secondo un gradiente geografico Nord-Sud, al passare dalle aree montuose a quelle pedemontane e di pianura.

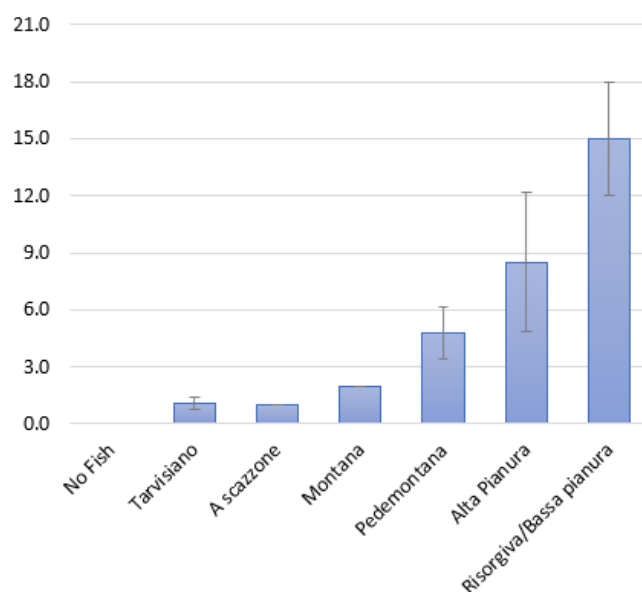
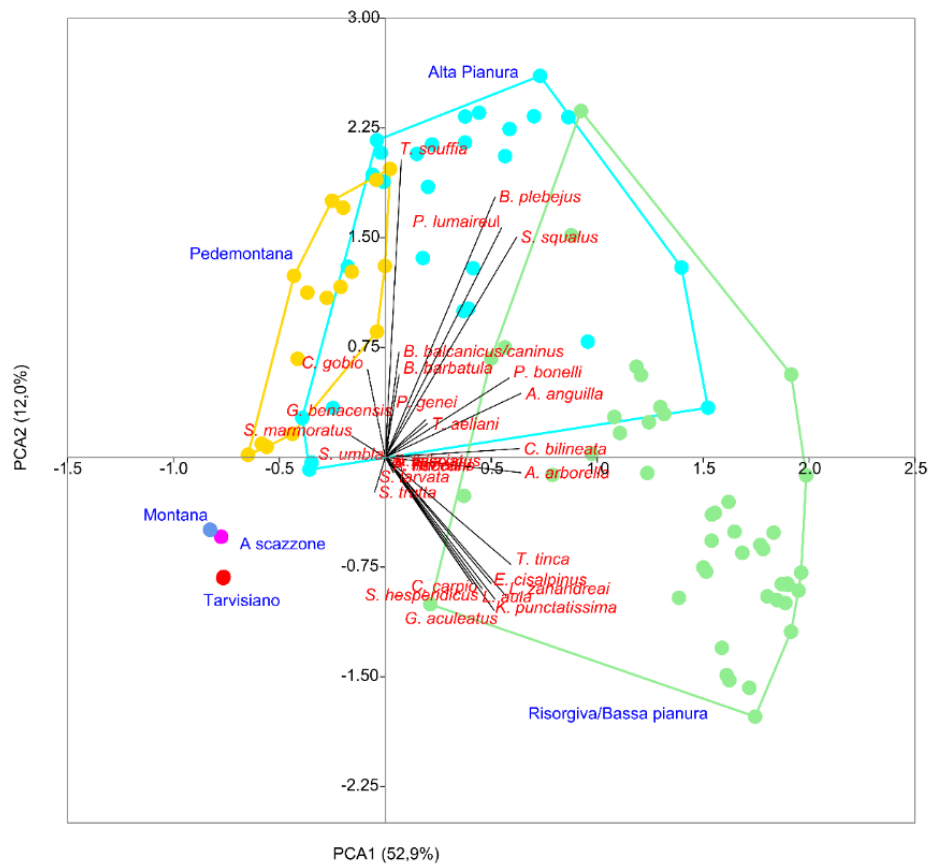


Figura 16. Numero medio e deviazione standard del numero di specie attese per le comunità ittiche di riferimento associate alle relative zone. Le barre rappresentano la deviazione standard.

Nel grafico, sono chiaramente individuati i gruppi che costruiscono le zonazioni utilizzate per la costruzione della Carta della Vocazioni Ittiche ed è individuabile un gradiente geografico corrispondente alla prima componente principale, in senso Nord-Sud dalla sinistra alla destra del grafico.

Le stazioni delle zone Tarvisiano, A Scazzone e Montana sono concentrate, sovrapposte ed appaiono come un unico punto per ciascuna zonazione. Ciò è dovuto al fatto che in queste zonazioni le comunità attese sono costituite da numero estremamente basso di specie e sono pressoché univoche e costanti. La zona del Tarvisiano è staccata dalle altre in quanto caratterizzata dalla sola presenza di *Salmo trutta* di ceppo danubiano e di *Salvelinus umbla* (solo a valle del Lago del Predil). Le zone Montana e A Scazzone sono accostate e leggermente sovrapposte, in quanto condividono tra le specie attese *Cottus gobio*. Le



Nel grafico, sono chiaramente individuati i gruppi che costruiscono le zonazioni utilizzate per la costruzione della Carta della Vocazioni Ittiche ed è individuabile un gradiente geografico corrispondente alla prima componente principale, in senso Nord-Sud dalla sinistra alla destra del grafico.

Le stazioni delle zone Tarvisiano, A Scazzone e Montana sono concentrate, sovrapposte ed appaiono come un unico punto per ciascuna zonazione. Ciò è dovuto al fatto che in queste zonazioni le comunità attese sono costituite da numero estremamente basso di specie e sono pressoché univoche e costanti. La zona del Tarvisiano è staccata dalle altre in quanto caratterizzata dalla sola presenza di *Salmo trutta* di ceppo danubiano e di *Salvelinus umbla* (solo a valle del Lago del Predil). Le zone Montana e A Scazzone sono accostate e leggermente sovrapposte, in quanto condividono tra le specie attese *Cottus gobio*. Le

stazioni delle zone Pedemontana, di Alta Pianura e di Risorgiva/Bassa Pianura, seguono il gradiente geografico lungo la prima componente principale, ma mostrano un certo grado di sovrapposizione, dovuto alla presenza di specie condivise nelle comunità di riferimento. Nella zona Pedemontana le stazioni sono maggiormente caratterizzate dalla compresenza di specie quali: *Salmo marmoratus*, *Cottus gobio*, *Barbus plebejus*, *Phoxinus phoxinus*, *Squalius squalus* e *Telestes souffia* (quest'ultimo in realtà solo per il bacino dell'Isonzo). L'area di Alta Pianura, pur ospitando molte tra dette specie, viene tirata nella parte più a destra del grafico dal contributo esercitato da specie quali *Alburnus arborella*, *Cobitis bilineata*, *Padogobius bonelli* ed altre specie accessorie. La zona di Risorgiva/Bassa Pianura, infine, sebbene condivide anch'essa molte delle specie citate con la zona di Alta Pianura, è decisamente caratterizzata dalla maggior frequenza nelle comunità attese di organismi quali *Cyprinus carpio*, *Esox cisalpinus*, *Gasterosteus aculeatus*, *Knipowitschia punctatissima*, *Lampetra zanandreae*, *Leuciscus leuciscus*, *Scardinius hesperidicus*, *Tinca tinca*. I vettori relativi a queste ultime specie generano un contributo che spinge le stazioni maggiormente verso la parte più in basso a destra del grafico.

Questi risultati sono stati considerati nel processo di revisione parallelo che ha riguardato la composizione delle comunità di riferimento generali da assegnare ai corsi d'acqua nella costruzione della Carta delle Vocazioni. A partire dalle comunità di base emerse dalla *cluster analysis* (e già oggetto di una prima revisione), le comunità attese sono state quindi riorganizzate. Rispetto all'approccio iniziale con una lista unica per ciascuna zonazione ittica è stato deciso di optare per una doppia lista, una che elenca le specie principali caratterizzanti una data area ed una riportante le specie cosiddette accessorie.

Le comunità ittiche di riferimento ottenute al termine del processo di affinamento delle stesse e della suddivisione delle specie che le compongono in specie principali ed accessorie è riportata in Tabella 13. Per ogni zona, sono state indicate le specie ombrello (*).

Zona	Specie principali	Specie accessorie
Zona no fish	Assenza di fauna ittica	
Bacino del Torrente Slizza	<i>Salmo trutta</i> ceppo danubiano*	<i>Salvelinus umbla</i>
Zona a scazzone	<i>Cottus gobio</i> *	
Zona montana	<i>Cottus gobio</i> *	<i>Thymallus aeliani</i>
	<i>Salmo marmoratus</i> *	
Zona pedemontana	<i>Barbus plebejus</i> *	<i>Alburnus arborella</i>
	<i>Cottus gobio</i> *	<i>Anguilla anguilla</i>
	<i>Phoxinus lumaireul</i>	<i>Cobitis bilineata</i>
	<i>Salmo marmoratus</i> *	<i>Thymallus aeliani</i> *
	<i>Squalius squalus</i>	
	<i>Telestes souffia</i> *	
Zona di alta pianura	<i>Alburnus arborella</i>	<i>Barbatula barbatula</i>
	<i>Anguilla anguilla</i> *	<i>Barbus balcanicus/caninus</i> *
	<i>Barbus plebejus</i> *	<i>Cyprinus carpio</i>
	<i>Cobitis bilineata</i>	<i>Esox cisalpinus</i> *
	<i>Cottus gobio</i> *	<i>Gobio benacensis</i>
	<i>Padogobius bonelli</i> *	<i>Lampetra zanandreaei</i> *
	<i>Phoxinus lumaireul</i>	<i>Leucos aula</i>
	<i>Salmo marmoratus</i> *	<i>Protochondrostoma genei</i> *
	<i>Squalius squalus</i>	<i>Thymallus aeliani</i> *
	<i>Telestes souffia</i> *	<i>Tinca tinca</i>
Zona di Risorgiva/Bassa pianura	<i>Alburnus arborella</i>	<i>Acipenser naccarii</i>
	<i>Anguilla anguilla</i> *	<i>Alosa fallax</i>
	<i>Cobitis bilineata</i>	<i>Aphanius fasciatus</i>
	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Barbatula barbatula</i>
	<i>Esox cisalpinus</i> *	<i>Barbus balcanicus/caninus</i>
	<i>Knipowitschia punctatissima</i> *	<i>Barbus plebejus</i> *
	<i>Lampetra zanandreaei</i> *	<i>Chondrostoma soetta</i>
	<i>Leucos aula</i>	<i>Cottus gobio</i> *
	<i>Padogobius bonelli</i> *	<i>Cottus scaturigo</i> *
	<i>Scardinius hesperidicus</i>	<i>Gasterosteus aculeatus</i> *
	<i>Squalius squalus</i>	<i>Gobio benacensis</i>
	<i>Tinca tinca</i> *	<i>Perca fluviatilis</i>
		<i>Phoxinus lumaireul</i>
		<i>Pomatoschistus canestrinii</i>
		<i>Protochondrostoma genei</i> *
		<i>Sabanejewia larvata</i>
		<i>Salmo marmoratus</i>
		<i>Telestes souffia</i> *
		<i>Thymallus aeliani</i> *

Tabella 13. Composizione delle comunità di riferimento generali relative alle zone riportate nella Carta delle Vocazioni Ittiche del Friuli Venezia Giulia. Le specie ombrello per ciascuna zona sono indicate con l'asterisco (*).

I punti inclusi nelle comunità sito-specifiche sono stati utilizzati per implementare il *layer delle Vocazioni Ittiche per i corsi d'acqua naturali* del Friuli Venezia Giulia. Sono stati pertanto esclusi quei corsi d'acqua categorizzati come canali di scolo, scolo superficiale e distribuzione. Dapprima sono stati

utilizzati i nuovi punti risultanti dalla campagna di campionamento dell'estate 2019 per estendere la categorizzazione ai relativi corsi d'acqua. In seguito, come per il layer delle comunità sito-specifiche è stata attuata una revisione atta a confermare/correggere le precedenti assegnazioni, sulla base della revisione attuate per produrre il layer delle comunità sito-specifiche. Anche in questa operazione, la revisione è stata condotta esaminando ogni corso d'acqua singolarmente. Il layer delle Vocazioni Ittiche per i corsi d'acqua naturali prevede l'assegnazione ad ogni tratto fluviale di una delle comunità generali riportate in tabella 13. Per i casi in cui invece sia presente un punto caratterizzato da comunità specifica, il riferimento per il tratto fluviale diventa il layer delle comunità sito-specifiche.

L'ultimo step della fase finale è stato quello di estendere il più possibile la categorizzazione, al maggior numero di corsi d'acqua possibile, allo scopo di cercare di coprire tutto il reticolo idrografico regionale. Per tale motivo in taluni casi è stato fatto ricorso ad una "valutazione esperta". Tale valutazione è stata fatta considerando la posizione del corso d'acqua e tutti i fattori precedentemente elencati per i processi di revisione. Nella rappresentazione cartografica, i corsi d'acqua oggetto di valutazione esperta sono stati distinti dagli altri, indicandoli con linee tratteggiate. Ove non è stato ritenuto corretto perché troppo azzardato effettuare una valutazione, il corso d'acqua non è stato assegnato a nessuna categoria. Il risultato della fase finale è illustrato in Figura 18.

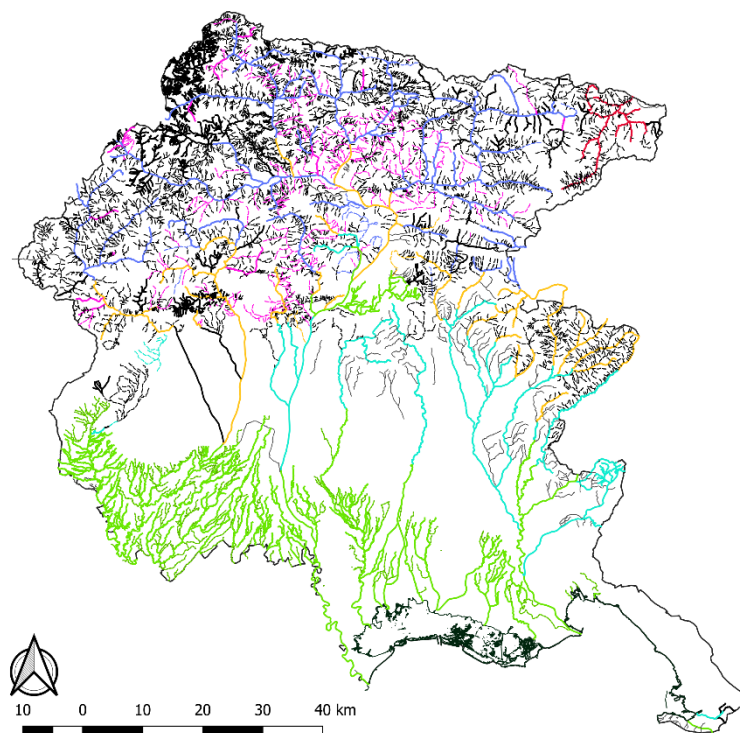


Figura 18. Layer delle Vocazioni Ittiche per i corsi d'acqua naturali del Friuli Venezia Giulia.

I due *shapefiles* prodotti nel corso delle attività svolte, ovvero il layer delle comunità sito-specifiche e il layer delle vocazioni ittiche per i corsi d'acqua naturali, sono da considerarsi strumenti complementari, entrambi costituenti la Carta delle Vocazioni Ittiche del Friuli Venezia Giulia (Figura 19).

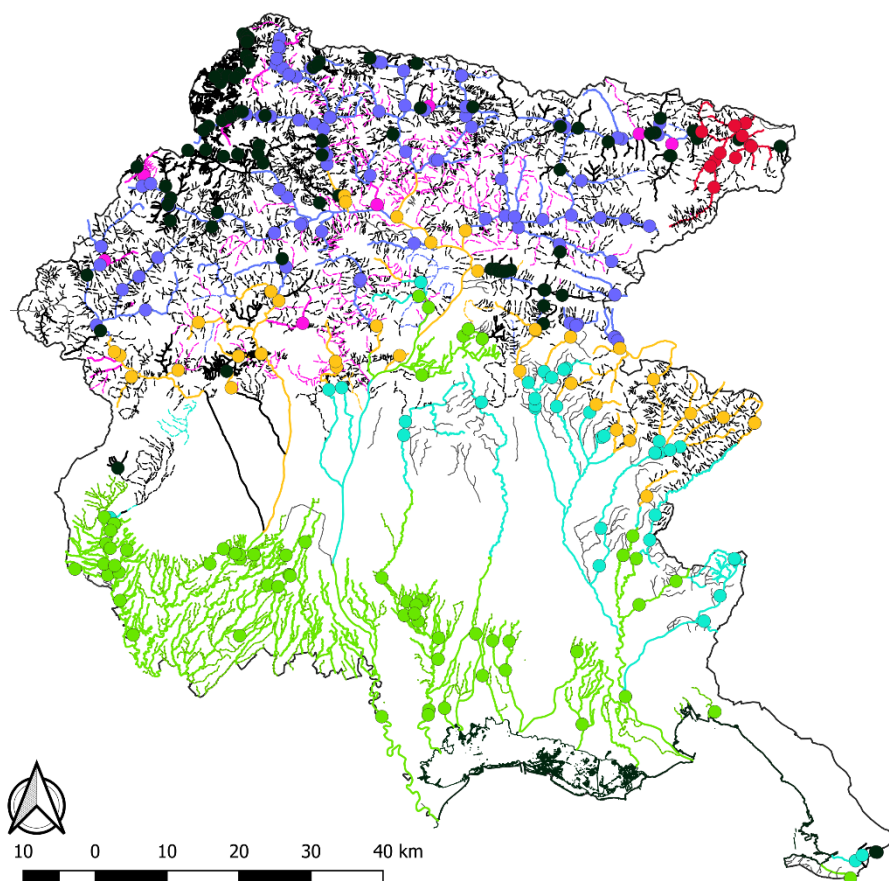


Figura 19. Layer delle comunità sito-specifiche sovrapposto al layer delle Vocazioni Ittiche per i corsi d'acqua naturali del Friuli Venezia Giulia.

Bibliografia

- AA.VV. 1992a. Carta ittica della Provincia di Vicenza. Provincia di Vicenza.
- AA.VV. 1992b. Carta ittica relativa al territorio della regione piemontese. Regione Piemonte.
- Anderson M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26: 32–46.
- Bertoli M., Giulianini P.G., Boschian C., Franz F., Pallavicini A., Torboli V., Pastorino P., Prearo P., Avian M., Pizzul E. 2019b. Aspetti della Biologia ed analisi del ciclo riproduttivo di Gobio benacensis (Pollin, 1816) nel nordest Italia. *Italian Journal of Freshwater Ichthyology*, 5: 102–119.
- Bertoli M., Manfrin C., Bonzi L.C., Pizzul E., Pallavicini A. 2016. First taxonomical analysis of Pike populations (Esocidae, *Esox*) in Friuli Venezia Giulia. *Annales, Series Historia Naturalis*, 26(1): 41–49.
- Bertoli M., Pizzul E., Devescovi V., Franz F., Pastorino P., Giulianini P.G., Ferrari C., Nonnis Marzano F. 2019a. Biology and distribution of Danube barbel (*Barbus balcanicus*) (Osteichthyes: Cyprinidae) at the Northwestern limit of its range. *The European Zoological Journal*, 86: 280–293
- Bianco P. G., Delmastro G. B. 2011. Recenti novità tassonomiche riguardanti i pesci d'acqua dolce e descrizione di una nuova specie di luccio. *Res. Wildl. Conserv.*, 1–14.
- Bonini G., Durante M., Falché S., Landini W. 1990. Carta ittica della Provincia di La Spezia. Analisi ambientale e programmazione. Amministrazione Provinciale di La Spezia.
- Borcard D., Gillet F., Legendre P. 2011. *Numerical Ecology with R*. Springer, Dordrecht.
- Bortolon F., Babusci S., Polo V., Bertoli M., Tomasella M., Pizzul E. 2014. La qualità ecologica del Torrente Orvenco (Friuli Venezia Giulia) ai sensi del D.M. 260/2010. *Atti del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste*, 57: 171-182.
- Boschian C., 2017. Analisi riguardanti la biologia di *Gobio benacensis* (Pollini, 1816), nome comune gobione, nel bacino del Fiume Isonzo. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Trieste, Trieste.
- Buda Dancevich M., Paradisi S., Sillani L., Specchi M. 1982. Osservazioni preliminari sulla distribuzione di alcune specie ittiche nel Friuli Venezia Giulia.
- Buonerba L., Zaccara S., Delmastro G.B., Lorenzoni M., Salzburger W., Gante H.F. 2015. Intrinsic and extrinsic factors act at different spatial and temporal scales to shape population structure, distribution and speciation in Italian *Barbus* (Osteichthyes: Cyprinidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 89: 115–129.
- Clarke K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austral Ecology*, 18: 117–143.

- Clarke K.R., Gorley R. N. 2006. PRIMER v6: User manual/tutorial. PRIMER-E, Plymouth, UK: PRIMER-E Ltd.
- Devescovi V. 2017. Il barbo balcanico (*Barbus balcanicus*, Kotlik, Tsigenopoulos, Ràb & Berrebi, 2002), nelle acque interne del Friuli Venezia Giulia, presenza esclusiva del territorio italiano. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Trieste, Trieste.
- Direttiva 92/43/CEE del Consiglio delle Comunità Europee del 21/05/1992, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche. Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee, 206, 22/07/1992.
- Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23/10/2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. Gazzetta Ufficiale n°327 del 22 dicembre 2000.
- D. Lgs 152/06 2006. Norme in materia ambientale. Decreto Legislativo N.152. Gazzetta Ufficiale N. 88(96).
- Flego L. 1972. Indagine sui pesci d'acqua dolce del Friuli Venezia Giulia (Bassa Friulana). Tesi di Laurea, Università degli Studi di Trieste, Trieste
- Gandolfi G., Zerunian S. 1987. I pesci delle acque interne italiane: aggiornamento e considerazioni critiche sulla sistematica e la distribuzione. Atti della Società italiana di Scienze naturali e del Museo civico di Storia naturale, Milano, 128: 3–56.
- Gridelli E. 1936. I pesci d'acqua dolce della Venezia Giulia. Del Bianco e Figlio, Udine.
- Kotlík P., Tsigenopoulos C.S., Rab P., Berrebi P. 2002. Two new *Barbus* species from the Danube River basin, with redescription of *B. petenyi* (Teleostei: Cyprinidae). Folia Zoologica, 51: 227–240.
- Kottelat M., Freyhof J. 2007. Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin.
- Legendre P., Legendre L. 1998. Numerical Ecology, 2nd English edition. Elsevier, Amsterdam.
- Legge 5 dicembre 2017, n. 182. Distacco del Comune di Sappada dalla Regione Veneto e aggregazione alla Regione Friuli-Venezia Giulia. (17G00196) (GU Serie Generale n.292 del 15-12-2017).
- Lorenzoni M., Borghesan F., Carosi A., Ciuffardi L., De Curtis O., Delmastro G.B., Di Tizio L., Franzoi P., Maio G., Mojetta A., Nonnis Marzano F., Pizzul E., Rossi G. Scalici M., Tancioni L., Zanetti M. 2018. Check-list dell'ittiofauna delle acque dolci italiane. Vers. 2.0.1. Electronic resource.
- Loro A., Russino G., Turin P., Zanetti M. 1993. Carta Ittica. Indagine idrologica, chimico fisica e biologica delle acque fluenti bellunesi. Provincia di Belluno, Belluno.
- Lucentini L., Puletti M., Ricciolini C., Gigliarelli L., Fontaneto D., Lanfalconi L., Bilò F., Natali M., Panara F. 2011. Molecular and Phenotypic Evidence of a New Species of Genus *Esox* (Esocidae, Esociformes, Actinopterygii): The Southern Pike, *Esox flaviae*. PLoS ONE, 6: 1-12.

- Macchio S., Rossi G.L., Rossi G., De Bonis S., Balzamo S., Martone C. 2017. Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (NISECI). ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Roma.
- McCordle B.H., Anderson M.J. 2001. Fitting multivariate models to community data: A comment on distance-based redundancy analysis. *Ecology*, 82: 290–297.
- Mojetta A. 1984. Notizie sull'ittiofauna giuliano-friulana nella letteratura. Quaderni ETP, Udine.
- Orloci L. 1978. *Multivariate Analysis in Vegetation Research*. 2nd ed. Junk, The Hague.
- Ozaki K. Isono M., Kawahara T., Iida S., Kudo T., Fukuyama K. 2006. A Mechanistic Approach to Evaluation of Umbrella Species as Conservation Surrogates. *Conservation Biology*, 20(5): 1507–1515.
- Pizzul E., Moro A., Battiston F. 2006. Pesci e acque interne del Friuli–Venezia Giulia, Aggiornamento parziale alla carta ittica 1992. Ente Tutela Pesca del Friuli Venezia Giulia. www.entetutelapesca.it
- Pizzul E., Moro G.A. 2017. Studio sul rischio da immissione di specie alloctone a fini di pesca nelle acque interne continentali del Friuli–Venezia Giulia. ETPI, Udine.
- Rao C.R. 1964. The use and interpretation of principal component analysis in applied research. *Sankhya: The Indian Journal of Statistics, Series A*, 26: 329–358.
- Rao C.R. 1973. *Linear Statistical Inference*. John Wiley & Sons Inc, New York.
- Rondinini C., Battistoni A., Peronace V., Teofili C. 2013. Lista rossa IUCN dei vertebrati italiani, Comitato Italiano IUCN'e. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.
- Stoch F., Genovesi P. 2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: specie animali. ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 141/2016.
- Stoch F., Paradisi S., Buda Dancevich M. 1992. Carta Ittica del Friuli–Venezia Giulia. Regione autonoma Friuli–Venezia Giulia, Arti Grafiche Friulane, Udine.
- Tellini A. 1895. I pesci d'acqua dolce e la pesca nel Friuli. *Ann. R. Ist. Tecn. Udine*, serie, 8: 3-109.
- Zerunian S. 2004. Pesci delle acque interne d'Italia. Quaderni di Conservazione della Natura n° 20. Ministero dell'Ambiente e Istituto Nazionale per la fauna selvatica. Roma.
- Zerunian S., Goltara A., Schipani I., Boz B. 2009. Adeguamento dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche alla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE. *Biologia Ambientale*, 23.