

IL MARTIN PESCATORE (*Alcedo atthis*) NELLA VALLE DEL TICINO:



distribuzione



microplastiche



dieta

A cura di:

Alessandro Nessi, Alessandro Balestrieri, Anna Winkler e Paolo Tremolada
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO – Dipartimento di Scienze e Politiche
Ambientali

Con la collaborazione di:

Valentina Parco e Silvia Nicola
PARCO LOMBARDO DELLA VALLE DEL TICINO

Edoardo Villa, Paola Trovò e Monica Perroni
ENTE DI GESTIONE DELLE AREE PROTETTE DEL TICINO E DEL LAGO
MAGGIORE

Andrea Casoni e Cesare Puzzi
GRAIA s.r.l.

Bonazzi Paolo
ASSOCIAZIONE FAUNAVIVA E STUDIO DI CONSULENZE AMBIENTALI
FAUNAVIVA

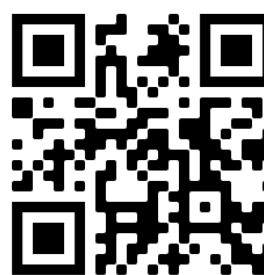
Fotografie originali di:

Alessandro Nessi
Se non diversamente specificato

Pubblicato on line ottobre 2020 da:

Ente di gestione delle aree protette del Ticino
e del Lago Maggiore:
www.parcotycinolagomaggiore.com

Parco lombardo della Valle del Ticino:
www.parcoticino.it



Sommario

Prefazione.....	4
Il Martin pescatore	5
Areale di distribuzione e stato di conservazione.....	6
Habitat, comportamento e ciclo riproduttivo	8
Dieta e tecniche di caccia.....	10
Predazione e minacce.....	12
Distribuzione nel Parco del Ticino.....	12
Le stazioni di inanellamento del Parco del Ticino	13
Il monitoraggio del 2019.....	14
Riconoscimento delle borre	21
Analisi delle borre e stima delle dimensioni dei pesci predati.....	24
La dieta del martin pescatore del Ticino	28
L'ittiofauna del Ticino	33
La presenza delle microplastiche nelle borre del martin pescatore	38
Conclusioni	46
Ringraziamenti	47
Bibliografia	48

Prefazione

La diffusione di microplastiche nell'ambiente è da anni fonte di preoccupazione a livello globale e gli effetti sugli ecosistemi sono oggetto di studio da parte di istituti ed enti di ricerca in tutto il mondo.

Immagini drammatiche di gabbiani morti a causa dell'ingestione di frammenti di plastica, o tartarughe marine e cetacei intrappolati in reti e imballaggi sono spesso mostrate dai mass media per sensibilizzare su questo grave problema; ma non serve certo andare in mari e oceani lontani per vedere le conseguenze negative ed impattanti derivanti dall'azione dell'uomo: i nostri fiumi e laghi ne sono un esempio. Purtroppo, anche il Ticino e il Martin pescatore, protagonista di questo studio, non ne sono esclusi.

Da anni i due Enti Parco che gestiscono il fiume e la sua valle collaborano con le Università e i centri di ricerca per approfondire gli effetti della pressione antropica sugli ecosistemi, sia con attività di monitoraggio, che intervenendo con vere e proprie azioni di riqualificazione degli habitat o di tutela della fauna selvatica.

Un altro strumento fondamentale per mitigare gli impatti dell'uomo è costituito dalla promozione di adeguate azioni di sensibilizzazione che contribuiscono a diffondere una corretta informazione e una cultura più rispettosa su temi così importanti.

La presente pubblicazione concilia in modo brillante questi due aspetti: quello tecnico-scientifico, svolto grazie al prezioso contributo del Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali dell'Università degli Studi di Milano, che ringraziamo di cuore per il lavoro svolto, e quello divulgativo.

Questo studio risulta infatti interessante e di piacevole lettura anche per un pubblico meno esperto, grazie agli argomenti trattati e alle splendide fotografie di una specie affascinante come il Martin pescatore, piccolo ma bellissimo abitante del fiume.

Grazie a questa preziosa ricerca scopriremo cosa c'è dietro un rimasuglio di cibo ingerito da un uccellino di 34 grammi e capiremo quali sono le conseguenze delle nostre azioni su questo formidabile pescatore, sul nostro fiume e quindi sulla nostra Terra.

Roberto Beatrice

Presidente

Ente di gestione delle aree protette del
Ticino e del Lago Maggiore

Cristina Chiappa

Presidente

Parco lombardo della Valle del Ticino

Il Martin pescatore

Il martin pescatore (*Alcedo atthis*, famiglia Alcedinidae) (figura 1) è un uccello carismatico ed inconfondibile per il capo grande, il becco lungo e robusto e, soprattutto, per la colorazione molto appariscente del piumaggio, dal blu-verde delle ali al blu brillante del dorso e della coda, con tonalità che virano dall'azzurro al blu cobalto. Le parti inferiori hanno colori contrastanti, dal rosso bruno all'arancio pallido, con macchie bianche evidenti sulla gola e ai lati del collo. È un uccello di dimensioni medio-piccole con zampe e coda corta, e un peso di appena 34-46 g, ma con un'apertura alare relativamente elevata, che può raggiungere i 26 cm.

Maschi e femmine sono molto simili, potendosi distinguere solo nello stadio adulto per una leggera differenza della colorazione del becco: il maschio presenta la mandibola inferiore completamente nera, come quella superiore, o con una scarsa colorazione arancio alla base; nella femmina invece la colorazione arancio è intensa e si estende per più di 1/3 del becco (figura 2).



figura 1: esemplare di martin pescatore.



figura 2: esemplare femmina.

Areale di distribuzione e stato di conservazione

La specie ha un areale di distribuzione molto ampio, dalle coste del Nord Africa a gran parte dell'Europa e dell'Asia, con l'esclusione delle catene montuose principali e delle aree desertiche; generalmente non oltrepassa i 60° di latitudine Nord (figura 3). In gran parte del suo areale è una specie residente, che nidifica e sverna nel medesimo territorio, con al più una migrazione invernale di corto raggio verso aree con inverni meno rigidi. Le popolazioni dell'Asia settentrionale e di parte delle Isole Britanniche e della penisola Scandinava sono solitamente soggette a migrazione stagionale a lungo raggio. È nota una popolazione siberiana che percorre più di 3000 km per spostarsi tra i siti riproduttivi e le aree di svernamento.

Avendo un areale così esteso le diverse popolazioni hanno sviluppato adattamenti e caratteristiche peculiari che hanno portato a riconoscere ben 7 sottospecie differenti: *Alcedo atthis atthis*, *A. a. ispida*, *A. a. bengalensis*, *A. a. taprobana*, *A. a. floresiana*, *A. a. hispidoides*, *A. a. solomonesis*, (Fry & Fry 2010). In Europa sono presenti due sottospecie *A. atthis ispida* e, in Spagna e Italia centro-meridionale, *A. atthis atthis*.

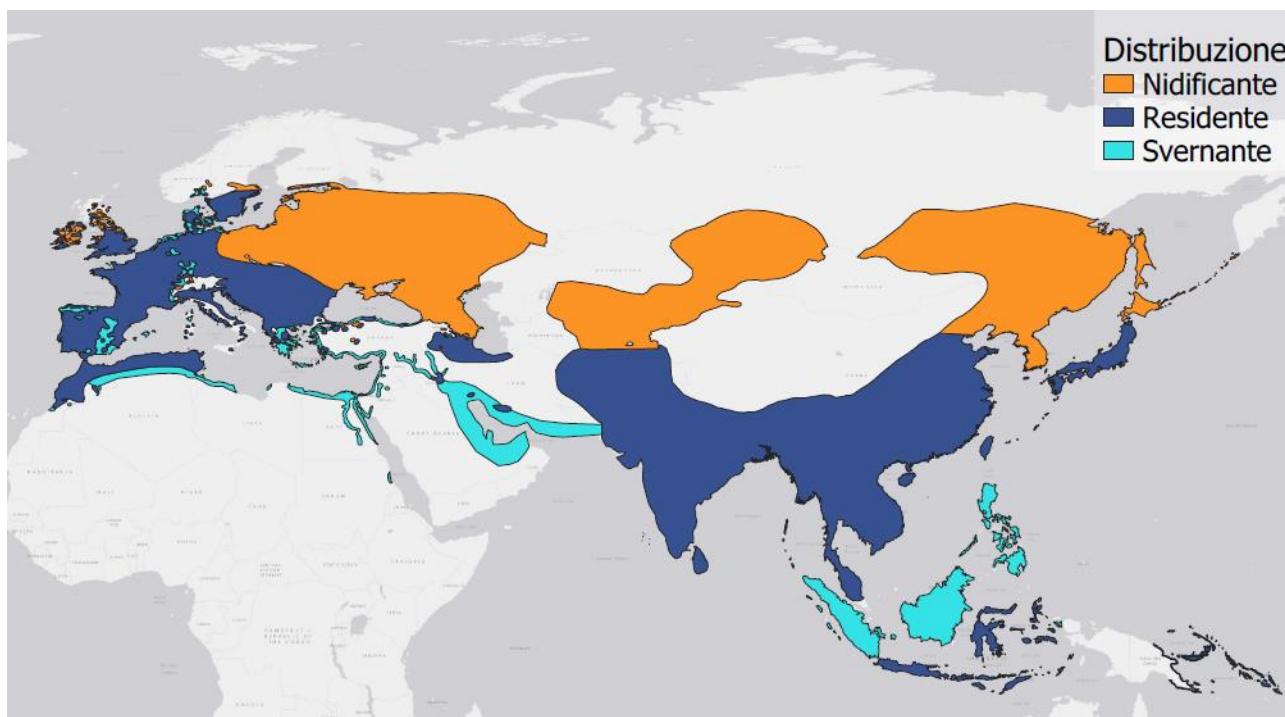


figura 3: mappa della distribuzione mondiale di Alcedo atthis. IUCN (2012).

Si stima una popolazione complessiva compresa tra 780.000 e 1.340.000 individui, di cui circa il 25% in Europa. Le popolazioni a livello globale sembrano essere generalmente stabili e per questi motivi la specie è valutata a livello globale come a rischio minimo (LC, ovvero “least concern”; IUCN 2012).

In Italia la popolazione è stata stimata in 6000 – 16000 coppie (Brichetti & Fracasso 2007); al contingente nidificante si aggiungono poi gli individui migratori, provenienti in massima parte dall’Europa centrale e occidentale. L’Italia è uno dei paesi europei in cui il martin pescatore è più diffuso, ragion per cui è classificato nella categoria a rischio minimo della Lista Rossa dei vertebrati italiani.

In Europa invece la specie è considerata vulnerabile (VU ovvero “vulnerable”), a causa del rapido declino registrato in Europa nel periodo 1970-1990 in cui si è stimato che la popolazione possa esser diminuita del 30-50%.

Il martin pescatore è una specie di interesse comunitario inserita nell’Allegato I della Direttiva Uccelli 2009/147/CE e nell’Allegato II della Convenzione di Berna come specie rigorosamente protetta; in Italia è protetta ai sensi della Legge 157/92.

Habitat, comportamento e ciclo riproduttivo

Nutrendosi quasi esclusivamente di pesci, il martin pescatore è strettamente legato agli ambienti acquatici. Predilige corsi d'acqua a lento scorrimento, come ruscelli, piccoli fiumi, canali e fossati ricchi di pesce e con abbondante vegetazione ripariale. Lo si può anche trovare lungo i fiumi principali, in prossimità di laghi, stagni ed ex cave di ghiaia allagate, ma sempre in un contesto di vegetazione ripariale molto sviluppata. Il martin pescatore è una specie estremamente territoriale e solitaria, ad esclusione del periodo riproduttivo, da marzo-aprile fino ad ottobre, quando le coppie portano a termine generalmente da 2 a 3 nidiate. La formazione della coppia è preceduta da una fase di corteggiamento in cui il maschio insegue la femmina e cerca di attrarre la sua attenzione producendo brevi trilli e offrendo dei pesci come omaggio nuziale.

Ogni coppia occupa un'area generalmente compresa tra 1 e 3,5 km di corso d'acqua, in funzione della disponibilità e qualità delle risorse alimentari e dei siti di nidificazione. All'inizio della primavera il maschio e la femmina lavorano insieme per scavare il nido o per riattivare nidi già utilizzati in passato. Il nido viene scavato generalmente all'interno di scarpate verticali di sabbia o argilla lungo i margini di un corso d'acqua; è costituito da un cunicolo dritto ma leggermente inclinato verso l'alto per evitare l'entrata di acqua; inizia con foro di ingresso di 6–7 cm di diametro (figura 4), prosegue per circa 60–90 cm e termina con una camera larga 9–10 cm. Se un martin pescatore entra in un territorio già occupato, entrambi gli uccelli si impegnano in esibizioni territoriali che, eventualmente, possono concludersi con brevi combattimenti finalizzati a scacciare l'intruso. Ciononostante, a volte i nidi possono essere abbastanza vicini e i territori delle due coppie risultano ampiamente sovrapposti: sul fiume Mosa, in Belgio, Hurner & Libois (2005) hanno dotato di radiotrasmettitori due esemplari nidificanti a soli 500 m l'uno dall'altro. Malgrado gli home-range dei due esemplari fossero di 5,2 e 7,2 km di fiume e risultassero quasi completamente sovrapposti, i comportamenti di difesa del territorio furono osservati solo in una piccola area vicino al nido.

Il martin pescatore depone circa 6 o 7 uova per nidiate e le cova per circa tre settimane. I pulli vengono protetti e nutriti nel nido per circa un mese, fino all'involo. Considerando che in un anno il martin pescatore è in grado di portare a termine 2–3 nidiate, la capacità riproduttiva è potenzialmente elevata (fino a 20 piccoli per coppia), ma generalmente meno di un quarto dei giovani sopravvive dopo la separazione dai genitori, non padroneggiando ancora perfettamente le tecniche di caccia; inoltre, molte covate possono venire perse per intero prima dell'involo.

Il martin pescatore è particolarmente elusivo nei confronti dell'uomo, ma è in grado di tollerare un certo grado di urbanizzazione nei pressi dei siti di alimentazione. Trascorre la maggior parte del

tempo appostato alla ricerca visiva di cibo, immobile sopra un posatoio, generalmente costituito da un ramo aggettante sull'acqua. Il volo è in genere basso, rasente l'acqua, molto veloce (40-45 km/h) e breve (figura 5).



figura 4: nido di martin pescatore.



figura 5: esemplare in volo.

Dieta e tecniche di caccia

Il martin pescatore si ciba principalmente di pesce (figura 6) e consuma ogni giorno una biomassa di prede pari a circa il 50% del suo peso corporeo. La dieta è composta in gran parte da piccoli pesci, che, in media, costituiscono il 60-67%, della dieta, ma in Europa centrale possono raggiungere il 99,9%. Oltre ai pesci, la dieta può comprendere insetti acquatici, come larve di odonati e coleotteri acquatici, crostacei, molluschi e piccoli anfibi.

I pesci predati sono di piccola taglia, generalmente da 2 a 10 cm di lunghezza: durante il periodo riproduttivo, per sfamare la prole i genitori portano al nido, ogni giorno, una media di 62 pesci, ed è stato calcolato che una sola coppia, durante le fasi di alimentazione delle nidiate, può arrivare a pescare fino a 3445 pesci.

La principale tecnica di caccia consiste nel rimanere appostato sopra un posatoio, generalmente ad un'altezza di 1-2 m dalla superficie dell'acqua; una volta avvistata una potenziale preda, il martin pescatore muove ripetutamente il capo avanti e indietro per calcolare la distanza esatta, e quindi si tuffa rapidamente (figura 7). L'immersione dura meno di un secondo e solitamente non supera i 25 cm di profondità.

Durante la fase di immersione, gli occhi sono protetti da una membrana che consente all'animale di vedere sotto la superficie dell'acqua; in questa fase la vista passa da monoculare a binoculare, più efficiente per valutare le distanze.

Grazie all'aria trattenuta dal piumaggio, il predatore riemerge quasi completamente asciutto. La preda viene trattenuta con il becco per la coda e sbattuta più volte contro il posatoio; una volta morta, viene ingoiata intera a partire dalla testa.

Prima di effettuare un nuovo tuffo, il martin pescatore sbatte le ali per immagazzinare nuova aria tra le penne. Può capitare che gli esemplari più giovani, mancando di esperienza, non immagazzinino nuova aria nel piumaggio tra un tuffo e l'altro e, diventando sempre più bagnati, non riescano più a riemergere.

Più volte al giorno, i resti indigeriti delle prede vengono rigurgitati sottoforma di borre, pallottole biancastre costituite da lisce, vertebre, scaglie ed esoscheletri.



figura 6: esemplare in fase di alimentazione. Fotografia di Franco Aresi.



figura 7: riemersione dopo un tuffo efficace. Fotografia di Filippo Asperti.

Predazione e minacce

Il martin pescatore, da adulto, subisce pochi eventi di predazione. I genitori sono aggressivi e difendono strenuamente la prole, ma le uova o i pulli nel nido risultano comunque vulnerabili in quanto possono andare incontro a rottura accidentale o predazione, soprattutto da parte di ratti e serpenti. La principale minaccia per la specie, soprattutto nei paesi nordici, è rappresentata dalle rigide temperature invernali che, a causa del congelamento, rendono inaccessibili i corsi d'acqua per l'alimentazione. Il martin pescatore è un buon indicatore di qualità dell'ecosistema: per cacciare ha bisogno di acque limpide, di abbondante vegetazione ripariale e di abbondanza di prede.

La canalizzazione dei corsi d'acqua e l'eliminazione della vegetazione ripariale determinano effetti diretti come la perdita dei siti di nidificazione ed indiretti come una minor disponibilità ed accessibilità delle prede. In questo senso, la tutela delle zone umide e dei corsi d'acqua secondari rappresenta un elemento favorevole alla specie, in quanto offrono ambienti idonei e stabili, mentre le alterazioni ambientali, cui sono ancora sottoposti molti corsi d'acqua, rappresentano una delle principali minacce per la sua conservazione. Il martin pescatore, essendo al vertice della catena alimentare, è anche particolarmente sensibile agli effetti dei composti tossici che si accumulano lungo la catena trofica attraverso il processo di biomagnificazione. Infatti composti come il DDT o gli altri insetticidi organoclorurati o inquinanti industriali come i policlorodifenili (PCBs) o il mercurio passano dall'acqua al benthos, da questo ai pesci ed infine ai loro predatori, con un progressivo aumento delle concentrazioni nei tessuti dell'organismo in funzione del livello trofico.

Distribuzione nel Parco del Ticino

In Lombardia la specie è diffusa soprattutto lungo i corsi d'acqua e i bacini lacustri del settore centro-meridionale. Nel 2011, la popolazione lombarda è stata stimata in 500-2200 coppie (Casale et al. 2012). Nel Parco del Ticino la specie è sia residente che svernante; risulta ben distribuita sia lungo l'asta fluviale principale sia lungo il reticolo idrografico minore, con una popolazione di circa 100-300 coppie, pari a circa il 10% della popolazione regionale. La massima densità è stata rilevata tra le dighe del Panperduto e della Miorina, con 5 territori in 7 km di fiume. La sua presenza è stata riscontrata in tutti i siti Natura 2000 compresi nel Parco, a eccezione del SIC "Sorgenti del Rio Capricciosa".

Come dimostrato dai monitoraggi effettuati e dalle catture effettuate presso le stazioni di inanellamento, nel Parco la specie sembra godere di un buono stato di conservazione, con fluttuazioni minori sia della consistenza che della distribuzione.

Le stazioni di inanellamento del Parco del Ticino

Nella valle del Ticino sono attualmente attive due stazioni per monitoraggio dell'avifauna migratrice del Parco: la stazione ornitologica "Dogana", di Vizzola Ticino (VA), situata a 26 km dal Lago Maggiore, e la stazione ornitologica "I Geraci", in comune di Motta Visconti (MI) e situata a 80 km dal lago, seguendo il percorso del fiume.



figura 8: inanellamento di un esemplare presso la stazione Dogana.



figura 9: esemplare inanellato presso la stazione Geraci.

Tra il 2005 e il 2019 sono stati inanellati in totale 153 individui di martin pescatore, 45 di questi sono stati ricatturati almeno un'altra volta nello stesso anno o in anni differenti per un totale di 227 catture (Tabella 1). Circa l'81% degli esemplari sono giovani, probabilmente perlopiù catturati durante la migrazione.

Tabella 1: dati inanellamento stazioni sul Ticino.

stazione	anno	n° esemplari inanellati	maschi	femmine	adulti	giovani	n° esemplari ricatturati nello stesso anno	n° esemplari ricatturati di anni precedenti
dogana	2005	12	10	2	3	9	2	0
dogana	2006	14	9	2	5	9	3	2
dogana	2007	17	10	5	0	17	5	2
dogana	2008	7	1	2	2	5	0	0
dogana	2009	2	2	0	1	1	0	0
dogana	2010	4	4	0	1	3	1	1
dogana	2011	15	11	7	3	12	6	0
dogana	2012	9	6	1	1	7	4	0
dogana	2013	10	4	2	3	7	4	0
dogana	2014	10	2	5	0	10	2	0
dogana	2015	10	4	3	4	5	4	1
dogana	2016	5	3	1	0	5	1	0
dogana	2017	6	3	2	0	6	0	1
dogana	2018	5	0	4	0	5	0	0
dogana	2019	4	1	1	0	4	3	0
fagiana	2005	7	4	1	1	6	1	0
fagiana	2006	12	10	2	4	8	1	0
geraci	2019	4	2	1	0	4	1	0
totale		153	86	41	28	123	38	7

Il monitoraggio del 2019

Nel 2019 è stato svolto un monitoraggio molto accurato lungo l'intero corso del Ticino, allo scopo di raccogliere campioni di borre per lo studio della dieta della popolazione (figure 10, 11).

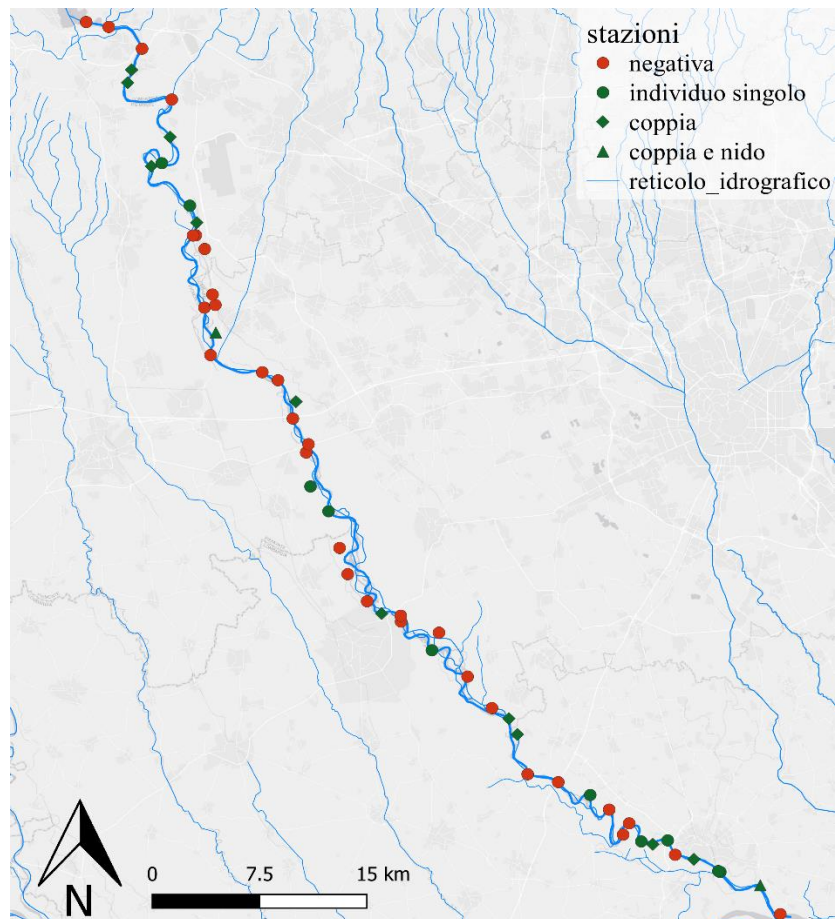


figura 10: stazioni monitorate – presenza specie.

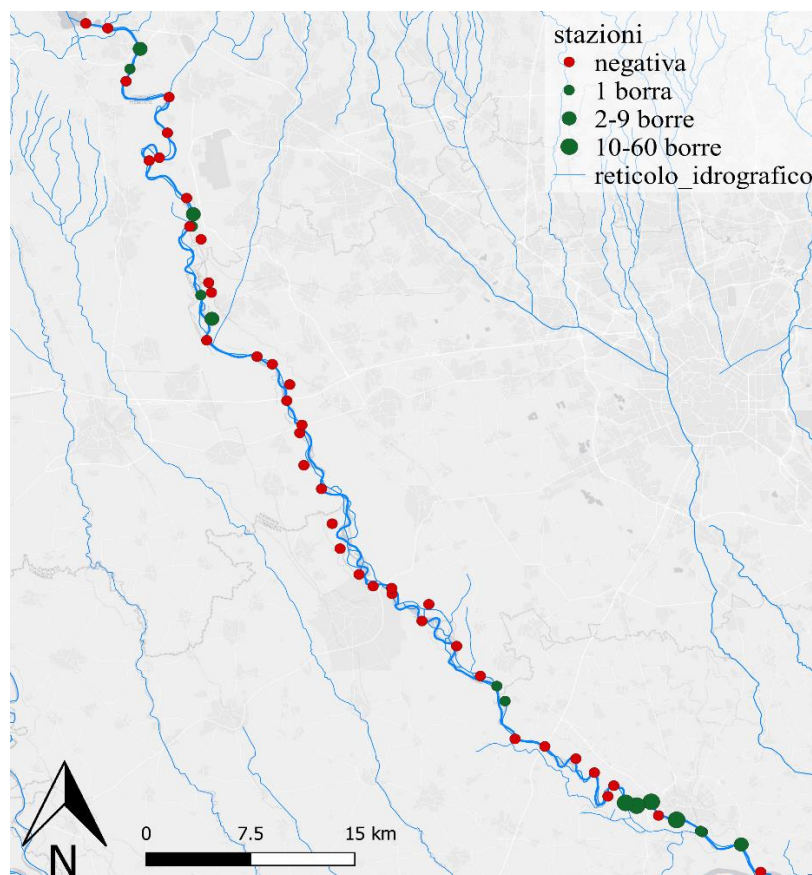


figura 11: stazioni monitorate – ritrovamento borre

Ventitré su 54 stazioni (43%) sono risultate positive per la presenza della specie e 15 per il ritrovamento di borre (28%) in almeno un rilevamento. In totale sono stati osservati 29 esemplari di martin pescatore, di cui 6 coppie e 2 nidi. La specie è stata contattata lungo un tratto di 102 km di fiume, dalla stazione di Brabbia, a 6 km dal lago, a quella di Albertario, a soli 2 km dalla confluenza con il Po. Sono stati individuati anche due “nuovi” nidi, in località fino ad ora mai registrate come siti di nidificazione certa, in corrispondenza delle stazioni di canale Turbighetto e di Albertario.

La presenza della specie nel Parco è stata documentata fotograficamente (figure 12-15) e con una breve sessione di fototrappolaggio (figure 16, 17).

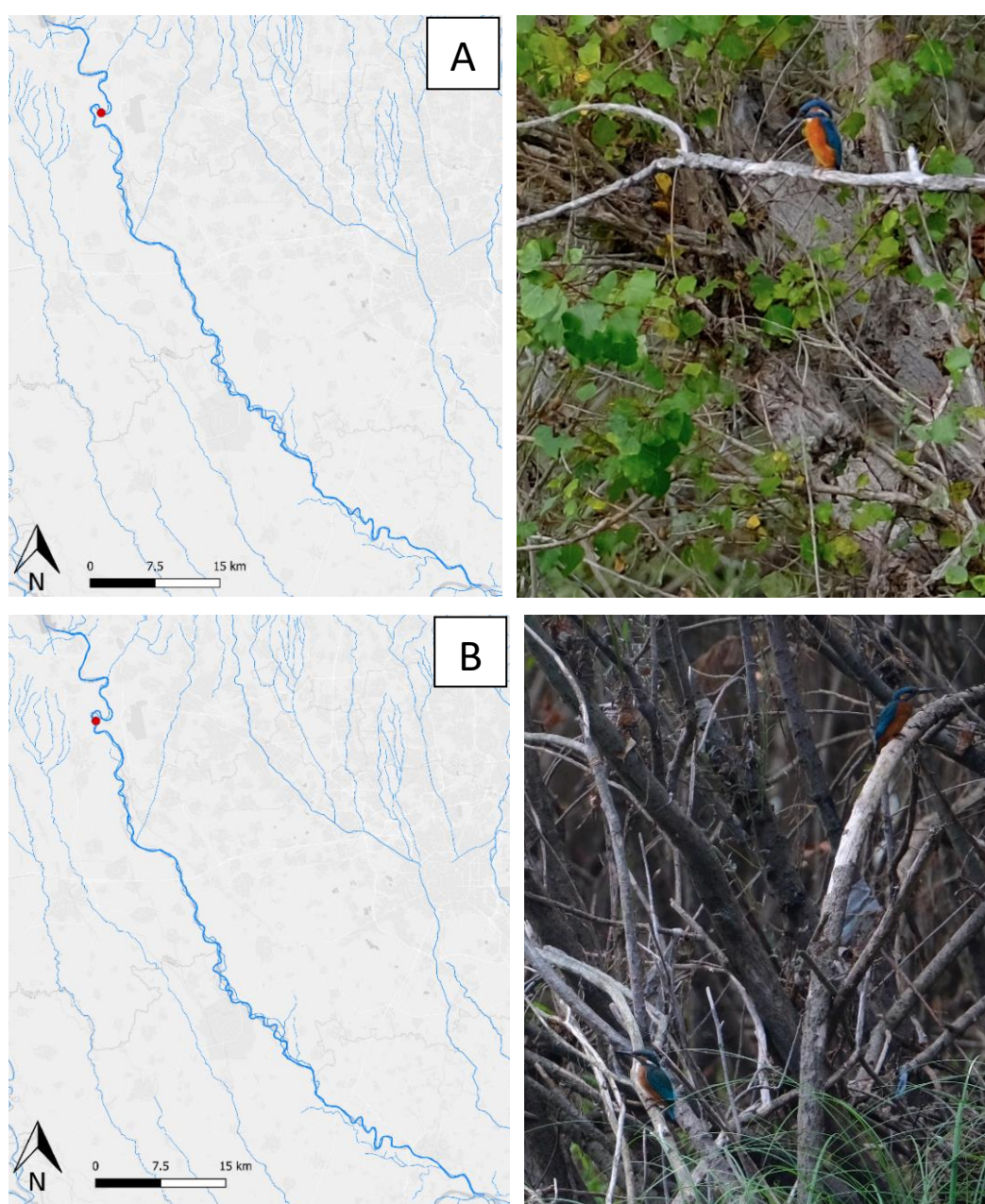


figura 12: individui con relativa stazione di avvistamento.
A = Castelnovate nord; B = Castelnovate.

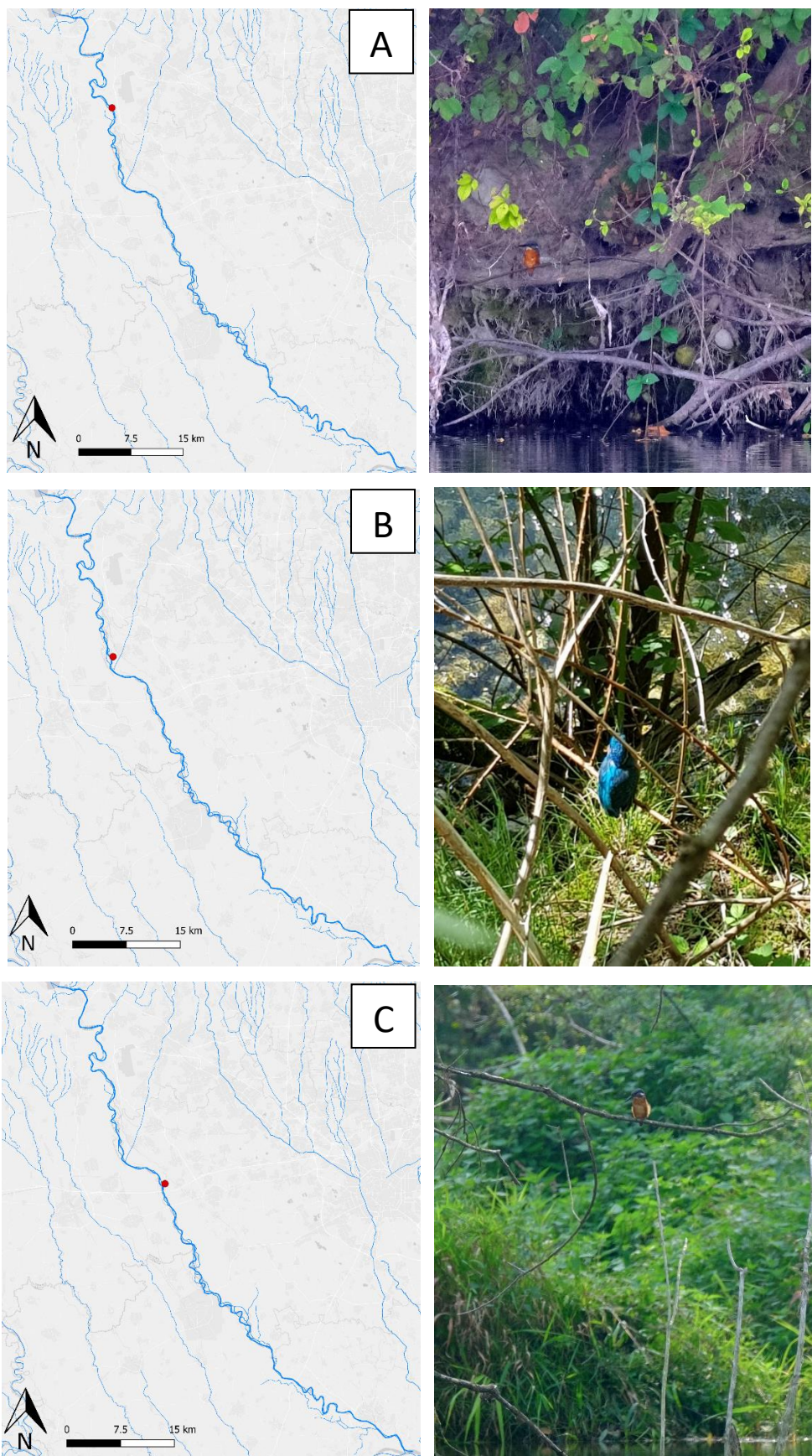


figura 13: A = Vizzola Ticino; B = canale Turbighetto; C = lanca Bernate.

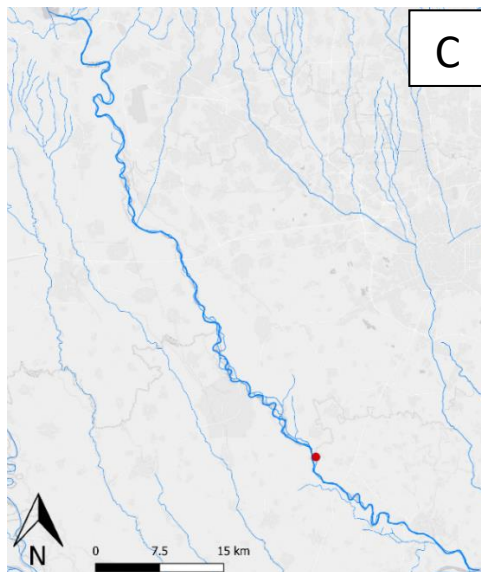
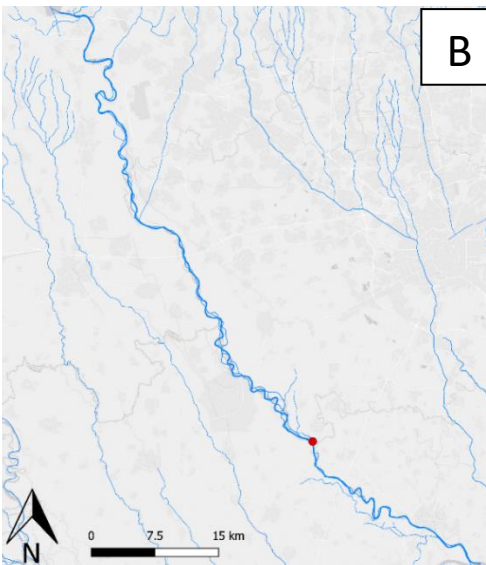
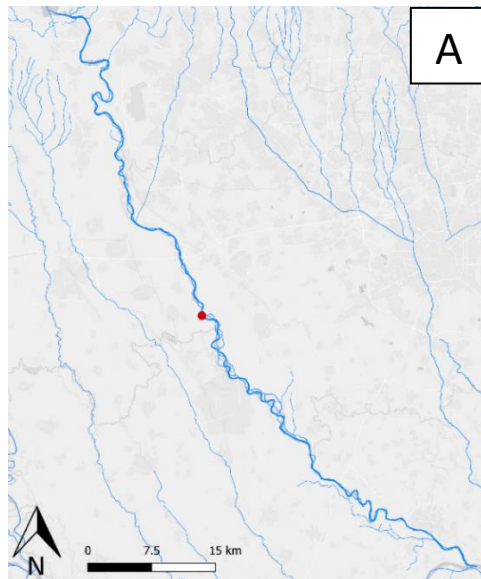


figura 14: A = Cerano beach; B = Geraci; C = Zelata.

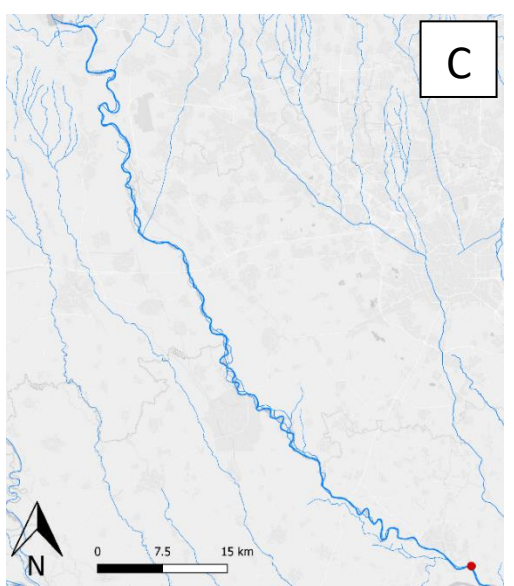
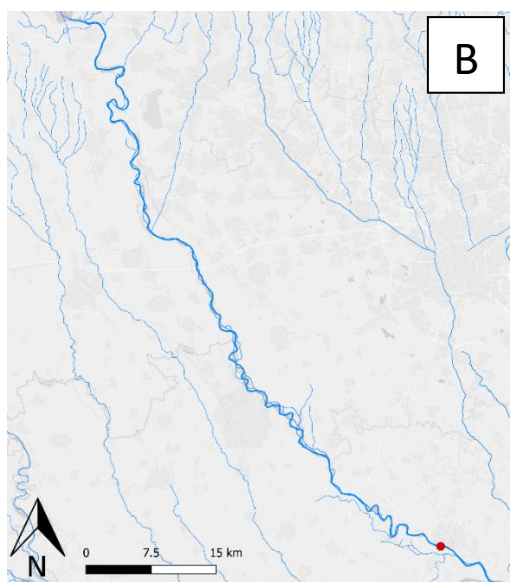
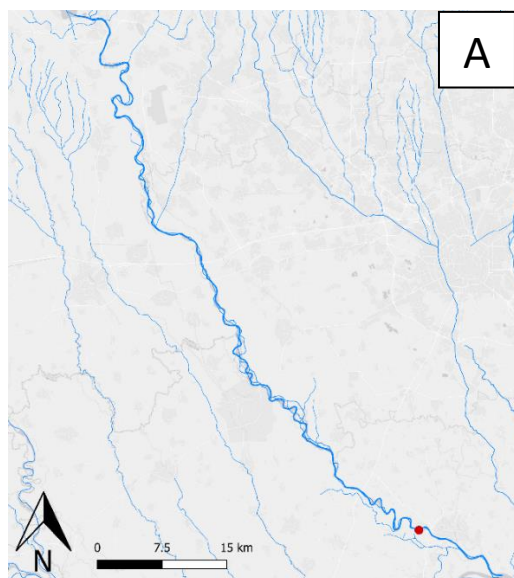


figura 15: A = Cantarana; B = Ponte Coperto PV; C = Albertario (fotografia di Andrea Abate).



figura 16: individuo e nido di canale turbighetto (fotogramma da video fototrappola).



figura 17: efficacia del nido nel nascondere la prole ad eventuali predatori: faina (Martes foina) di passaggio sotto al nido (fotogramma da video fototrappola).

Riconoscimento delle borre

In ambito ornitologico, la borra è una massa di resti di cibo non digeriti che vengono espulsi, per via orale, da alcune specie di uccelli. Il contenuto e la forma delle borre variano notevolmente in base alle specie e alla dieta dell'organismo, includendo esoscheletri di insetti, ossa, scaglie, peli, piume, denti, artigli o materiale vegetale. Oltre ad espellere i resti indigeriti, le borre permettono anche di rimuovere i parassiti. Infatti, da uno studio effettuato sullo svasso maggiore (*Podiceps cristatus*), è emerso che i parassiti del sistema digerente sono più frequenti nelle specie che, a parità di dieta, non emettono borre (Piersma & van Eerden 1989). Tra le specie che producono borre, le più note sono forse quelle appartenenti agli Strigiformes, i rapaci notturni, ma esse vengono emesse anche da rapaci diurni, aironi, gabbiani, averle, corvidi, limicoli e martin pescatori. Per l'identificazione della specie sono utili le guide, l'esperienza personale e l'accertamento della presenza della specie nel sito di ritrovamento della borra.

Le borre di martin pescatore (figura 18) sono lunghe 10-40 mm e larghe 5-15 mm (Brown, 1989); sono accumuli compatti di ossa di pesce o esoscheletri, con poco muco, e si disgregano in breve tempo; vengono espulse più volte al giorno (Fry & Fry, 2010) dai posatoi o spesso, durante il periodo riproduttivo, nel nido (Brown, 1989). Grazie al tipo di dieta, le borre di martin pescatore sono abbastanza facilmente distinguibili da quelle prodotte da altre specie. Sicuramente sono molto diverse da quelle prodotte da rapaci, corvidi o averle, che generalmente non contengono resti di specie acquatiche, ma possono essere distinte anche da quelle di altre specie ittiofaghe o semi-ittiofaghe in base alle dimensioni, al contenuto e all'assenza di matrice mucosa. Qui si riporta una breve descrizione delle caratteristiche delle borre di altre specie ittiofaghe che possono condividere con il martin pescatore l'habitat fluviale.

- Le borre di airone sono compatte, dense e contenenti soprattutto peli con poche ossa o resti di pesce; in particolare, quelle di airone cenerino (*Ardea cinerea*) (figura 19) sono lunghe 45-80 mm, con un diametro di 25-40 mm, di forma variabile. I pesci, sebbene costituiscano parte della dieta, in genere vengono completamente digeriti. Le borre si trovano spesso accumulate sotto i siti di nidificazione, di alimentazione o presso i dormitori (Brown, 1989).
- Le borre dei gabbiani (figura 20) sono generalmente compatte e a volte quasi sferiche, mentre la composizione varia molto a causa della dieta onnivora. Possono contenere materiali di origine antropica (Backer, 2013).

- Le borre prodotte dagli svassi sono lunghe 20-45 mm con un diametro di 15-22 mm; possono contenere resti di pesce, crostacei e insetti. Nel caso dei giovani, si trovano anche grandi quantità di piume, che gli adulti somministrano per aiutarli nella digestione (Brown, 1989). Esse sono di difficile reperimento poiché solitamente vengono espulse nei pressi dei siti di nidificazione.
- Il cormorano espelle in media una borra al giorno, generalmente al mattino, nei pressi del sito di nidificazione della colonia (Olsen, 2013); essendo il cormorano in grado di digerire completamente i pesci più piccoli e le ossa più fini, contengono solo resti di grandi dimensioni, avvolti in abbondante matrice mucosa (Nelson, 2005) (figura 21).



figura 18: borra di martin pescatore.



figura 19: borra di airone cenerino. Fotografia di Alberto Simoncelli.

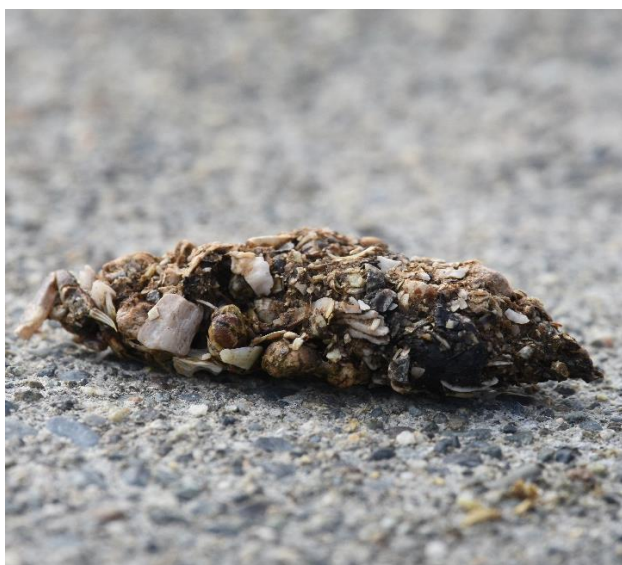


figura 20: borra di gabbiano. Fotografia di Andy Reago



figura 21: borra di cormorano. Fotografia di Emiliano Medici.

Tramite la raccolta e l'analisi delle borre si possono ricavare numerose informazioni tanto sulla dieta della specie che le ha prodotte quanto sulla diversità e la ricchezza delle prede. Infatti, una delle metodologie più utilizzate per lo studio delle popolazioni di micromammiferi è appunto l'analisi delle borre dei rapaci diurni e notturni.

Inoltre, questo metodo ha il vantaggio di essere completamente non invasivo, cioè non comporta la cattura e manipolazione delle specie target, e, se applicato correttamente, provoca un disturbo del tutto trascurabile.

L'utilizzo delle borre per l'analisi della dieta ha però dei limiti: la possibilità di ottenere uno spettro alimentare accurato varia da specie a specie, ed è maggiore per quelle che non sminuzzano il cibo ingerito e i cui i succhi gastrici non intaccano eccessivamente le parti diagnostiche; risulta quindi particolarmente efficiente per lo studio della dieta del martin pescatore, il quale raramente si ciba di organismi con sole parti molli e preda pesci di dimensioni limitate, che vengono ingeriti per intero.

Durante il monitoraggio del 2019 sono state raccolte 133 borre di martin pescatore (figure 22, 23), distribuite tra la stazione di Gola Secca (5 km dal lago) e quella di Albertario (108 km dal lago).



figura 22: ritrovamento di una borra di martin pescatore.



figura 23: ritrovamento di numerose borre di martin pescatore.

Analisi delle borre e stima delle dimensioni dei pesci predati

I resti ossei ritrovati nelle borre sono stati analizzati al microscopio e confrontati con le chiavi di riconoscimento disponibili in letteratura e con i resti ossei di una collezione di riferimento appositamente predisposta per identificare le specie predate (figure 25, 26). La collezione, realizzata da Alessandro Nessi con la collaborazione di Andrea Casoni, tra gli autori del presente lavoro, è conservata presso il Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali dell'Università degli Studi di Milano e include i resti ossei diagnostici della maggior parte dei pesci presenti nel Ticino.

Per l'identificazione dei pesci sono state usate mascelle, ossa premaxillari e del cranio, vertebre, scaglie e otoliti; per i ciprinidi i denti faringei, formazioni ossee coinvolte nella triturazione del cibo (figura 24); per larve ed invertebrati i resti della capsula cefalica, mandibole, maschere labiali, palpi labiali, zampe e ali.

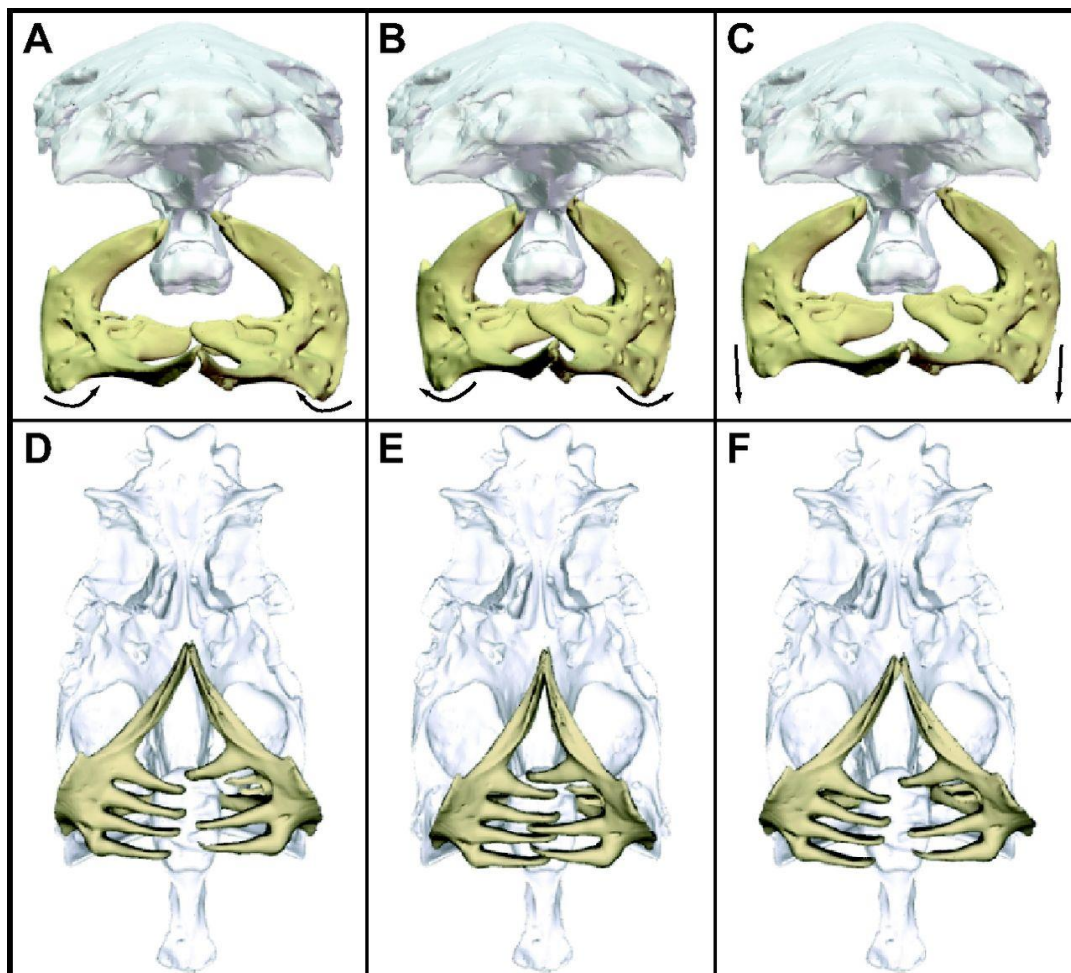


figura 24: vista frontale (A-C) e ventrale (D-F) della posizione della coppia dei denti faringei durante il ciclo masticatorio. Tratto da (Gidmark et al., 2014).

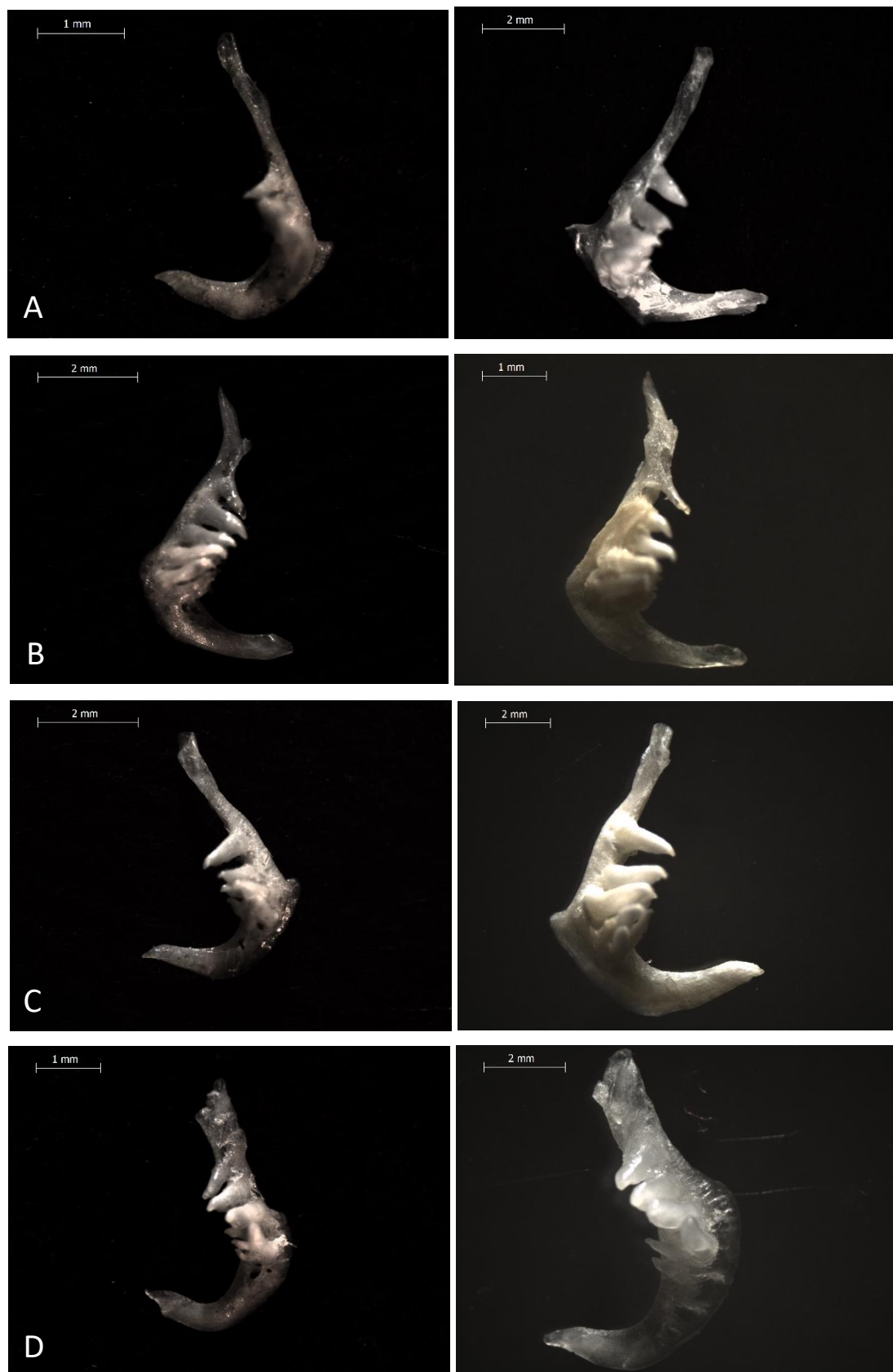


figura 25: esempi di riconoscimento di denti faringei; a sinistra elemento trovato nelle borre, a destra elemento ricavato dalla collezione di riferimento. A = alborella; B = barbo; c = cavedano; D = gobione.

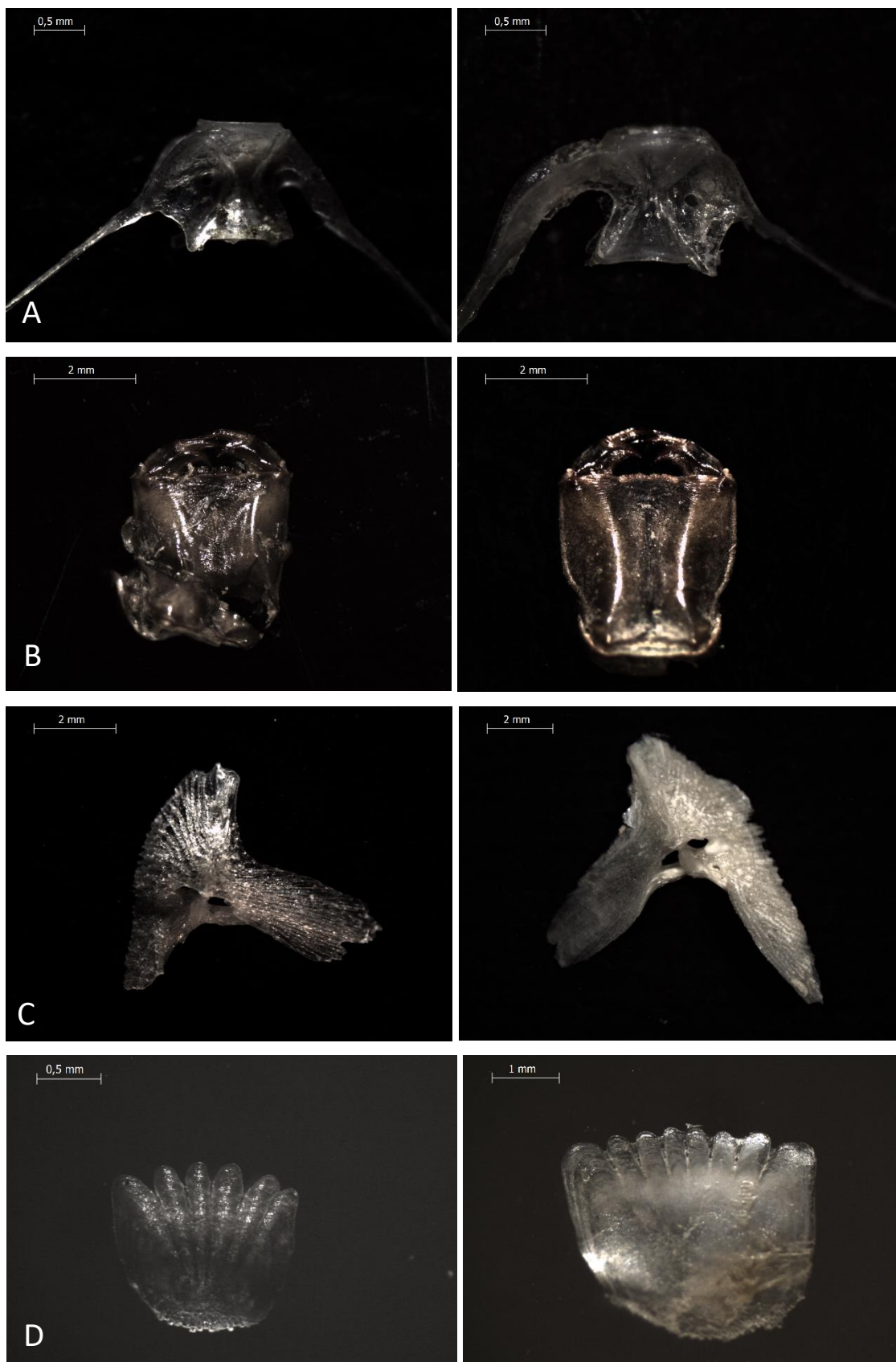


figura 26: esempi di riconoscimento di elementi diagnostici. a sinistra elemento trovato nelle borre, a destra elemento ricavato dalla collezione di riferimento. A = vertebra di ghiozzo padano; B = maschera di larva di Anisoptera; C = porzione basale di spina di spinarello; D = scaglia di persico reale.

Grazie all'analisi dimensionale e alle caratteristiche morfologiche di 590 denti faringei, è stato possibile identificare la specie di appartenenza e stimare le dimensioni di 394 esemplari di Ciprinidi. Le dimensioni dei pesci predati sono state ricavate dalla lunghezza dei denti faringei (figure 27, 28).

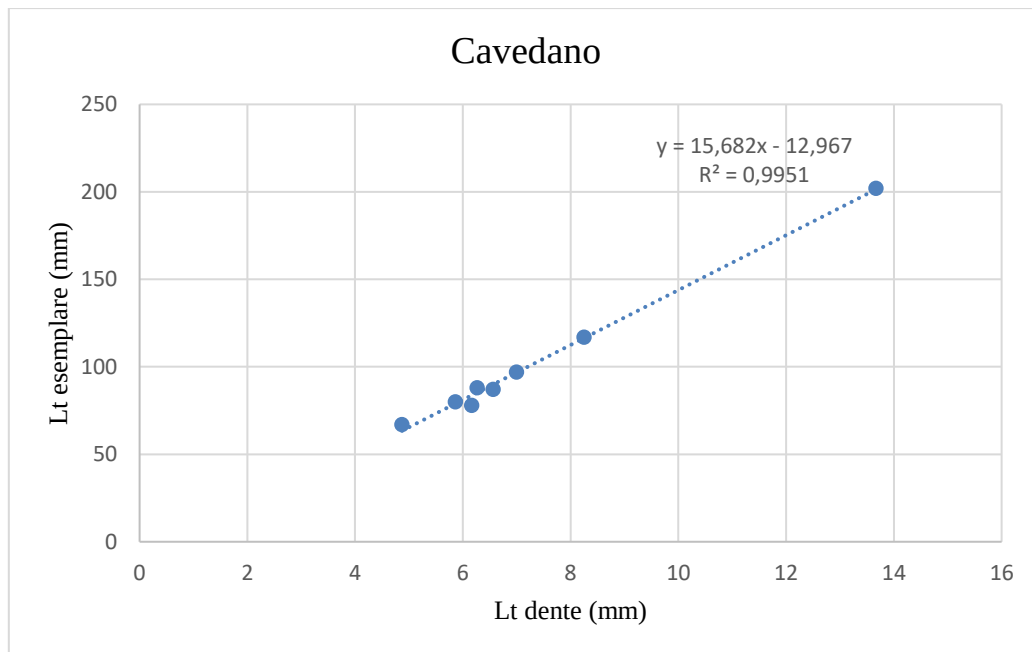


figura 27: relazione tra lunghezza denti faringei e lunghezza esemplari di cavedano.

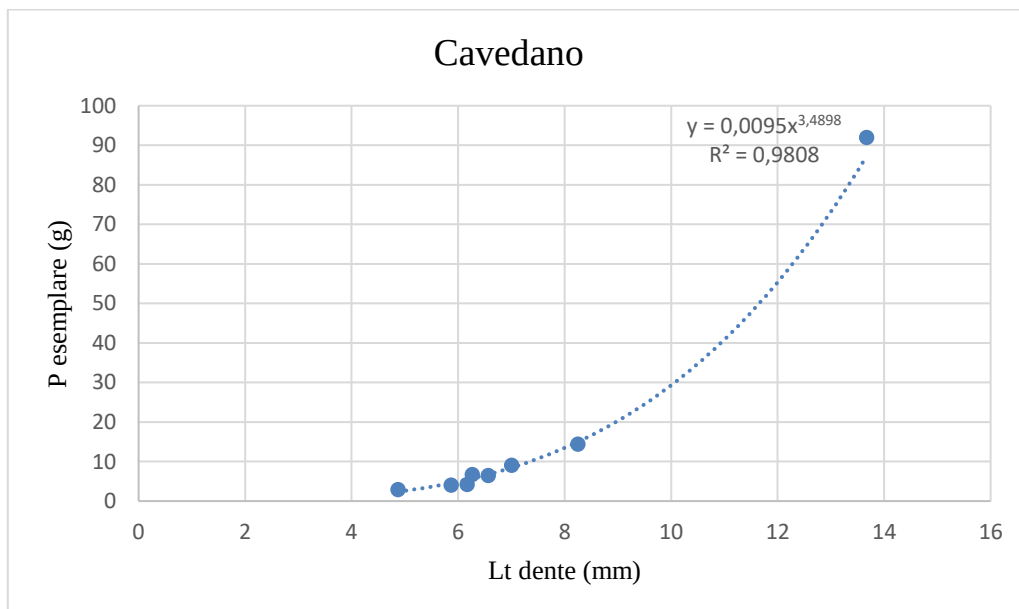


figura 28: relazione tra lunghezza denti faringei e peso esemplari di cavedano.

Le misurazioni effettuate hanno permesso di esprimere la dieta sia in termini di frequenza di utilizzo delle prede, sia in termini di volume. Combinando, per ciascuna categoria alimentare, i

valori di frequenza (F%) e volume (V%) si ottiene un indice della sua importanza complessiva nella dieta (volume medio percentuale, Vm%).

Infine, vanno fatte alcune considerazioni sull'identificazione dei pesci predati. Nel Ticino sono presenti due specie del genere *Alburnus*, l'alborella e l'alburno. La prima è una specie autoctona, da sempre molto abbondante sia in ambienti lentici che lotici, la seconda è una specie alloctona, considerata rara e presente solo nel tratto inferiore del fiume. Per questi motivi, non potendo identificare gli elementi ossei trovati nelle borre in modo univoco, è stato deciso di attribuirli all'alborella. Nel Ticino sono presenti due specie del genere *Barbus* molto simili, il barbo italico (*Barbus plebejus*, autoctono) e il barbo europeo (*Barbus barbus*, alloctono), e i loro ibridi. Poiché non è stato possibile definire con sicurezza la specie sulla base dei resti ossei, il taxon *Barbus* sp. è stato definito a livello di genere ma classificato come autoctono, poiché il barbo italico risulta essere la specie più abbondante e diffusa.

La dieta del martin pescatore del Ticino

L'analisi delle 133 borre rinvenute nel monitoraggio del 2019 ha permesso di caratterizzare la dieta della popolazione di martin pescatore del Ticino. In totale sono stati identificati 478 organismi, di cui 451 pesci (94,4%) e 27 insetti (5,6%). Tra i 451 pesci predati, è stato possibile rilevare la presenza di 411 esemplari di ciprinidi, appartenenti a 11 specie.

I pesci rappresentano la quasi totalità della dieta del martin pescatore (98,2%). I pesci predati nel Ticino appartengono a 17 specie, a loro volta appartenenti a 6 differenti famiglie: Cyprinidae, Gobiidae, Percidae, Gasterosteidae, Blenniidae e Cobitidae. I ciprinidi sono la famiglia maggiormente rappresentata (91% degli esemplari predati). Come evidenziato in Tabella 2, le principali specie predate risultano essere il cavedano (*Squalius squalus*; mV% = 45%), seguito da barbo (*Barbus* sp.; 18%), alborella (*Alburnus arborella*; 7%) e ghiozzo (*Padogobius bonelli*; 5,9%), tutte specie autoctone. Le specie alloctone rinvenute sono 7: gardon (*Rutilus rutilus*), misgurno (*Misgurnus anguillicaudatus*), rodeo (*Rhodeus sericeus*), abramide (*Abramis brama*), pseudorasbora (*Pseudorasbora parva*), sander o lucioperca (*Sander lucioperca*) e carassio (*Carassius carassius*). Queste specie risultano tuttavia poco predate, rappresentando solo il 7,5% degli esemplari predati e l'8,9% del volume complessivo dei pesci predati. Il resto della dieta (1,8%) è rappresentato dagli insetti, quasi esclusivamente larve di libellula, soprattutto Anisoptera (77,8% degli insetti predati). Il numero di individui per borra varia da 1 a 9, con una media di 3,6 organismi per borra. Le stime dimensionali effettuate sui pesci predati hanno permesso di rilevare che la quantità di cibo ingerito per borra varia tra 0,41 e 23,5 g, con una media di 6,9 g.

Tabella 2: categorie alimentari predate dal martin pescatore nel Ticino: N= numero di esemplari predati; F% = numero di borre contenenti una specifica categoria alimentare sul totale delle borre analizzate; V% = volume stimato di una specifica categoria alimentare diviso per il numero di borre contenenti quella categoria alimentare; Vm% =rapporto tra il volume stimato di una specifica categoria alimentare e il numero totale di borre analizzate.

categoria	specie	N	F (%)	V (%)	Vm (%)
abramide	<i>Abramis brama</i>	5	1,5	46,3	0,7
alborella	<i>Alburnus arborella</i>	37	24,1	29	7
barbo	<i>Barbus sp.</i>	72	36,8	49	18,0
carassio	<i>Carassius carassius</i>	1	0,8	32,5	0,2
spinarello	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	2	1,5	18,2	0,3
misgurnus	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	1	0,8	54,1	0,4
ghiozzo	<i>Padogobius bonelli</i>	30	20,3	28,9	5,9
persico reale	<i>Perca fluviatilis</i>	5	3,0	67,5	2,0
sanguinerola	<i>Phoxinus lumaireul</i>	10	6,8	18	1,2
pseudorasbora	<i>Pseudorasbora parva</i>	9	6,8	27,8	1,9
rodeo	<i>Rhodeus sericeus</i>	10	7,5	40,5	3,1
gobione	<i>Romanogobio benacensis</i>	3	2,3	34,3	0,8
gardon	<i>Rutilus rutilus</i>	7	4,5	77,2	3,5
cagnetta	<i>Salaria fluviatilis</i>	1	0,8	43,5	0,3
sander	<i>Sander lucioperca</i>	1	0,8	11,1	0,1
cavedano	<i>Squalius squalus</i>	239	77,4	58,8	45,5
vairone	<i>Telestes muticellus</i>	7	3,0	56,5	1,7
ciprinide NI		11	6,8	82,7	5,6
insetto NI		6	4,5	7,7	0,4
odonato		21	14,3	10,5	1,5
cat. pesci		451	100	98,2	98,2
cat. ciprinidi		411	98,5	90,5	89,2
cat. autoctoni		406	90,2	91,7	82,7
cat. alloctoni		34	21,1	46,8	9,8
cat. insetti		27	18,8	9,8	1,9
totale		478			

I grafici seguenti (figure 29, 30) (Kruuk e Parish, 1981) permettono di visualizzare l'importanza complessiva nella dieta delle singole categorie alimentari, che cresce progressivamente spostandosi dall'origine del grafico (angolo in basso a sinistra) verso l'angolo opposto (in alto a destra).

Il primo grafico fa riferimento alle macrocategorie della dieta ed evidenzia come i pesci, in particolare i ciprinidi autoctoni, siano la componente principale della dieta. Il secondo grafico evidenzia il ruolo delle singole categorie alimentari e mostra come cavedano e barbo siano le specie più predate, seguite da alborella e ghiozzo.

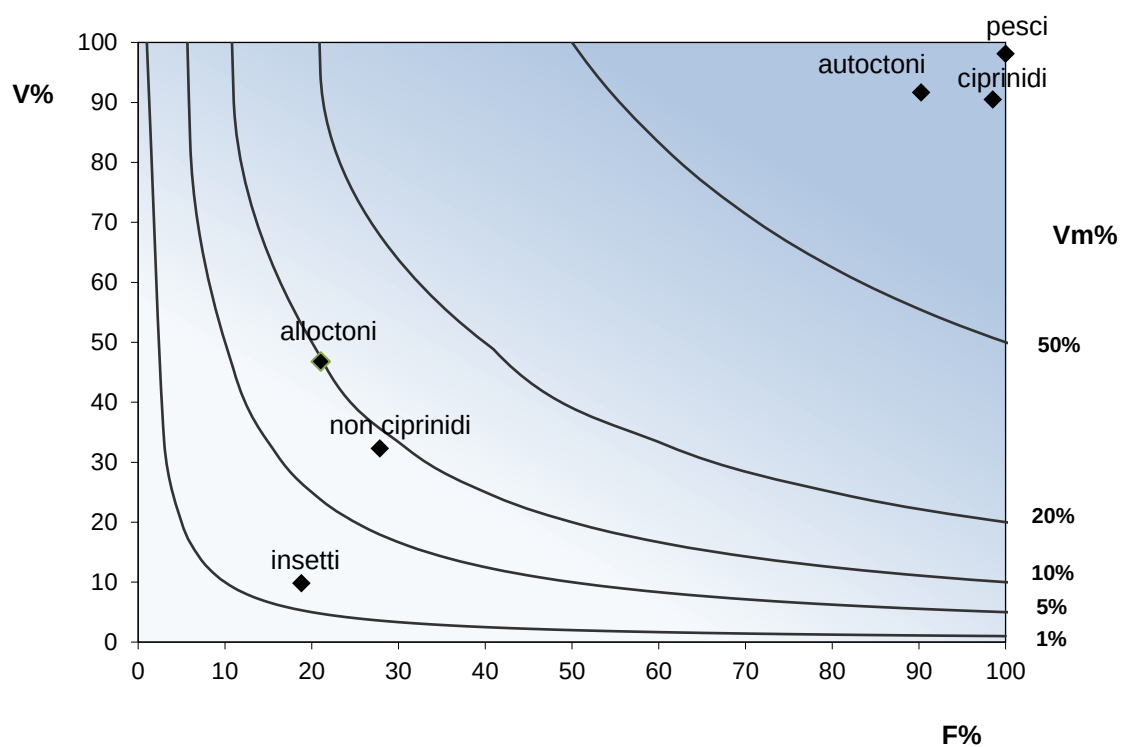


figura 29: grafico di Kruuk e Parish per le macrocategorie alimentari.

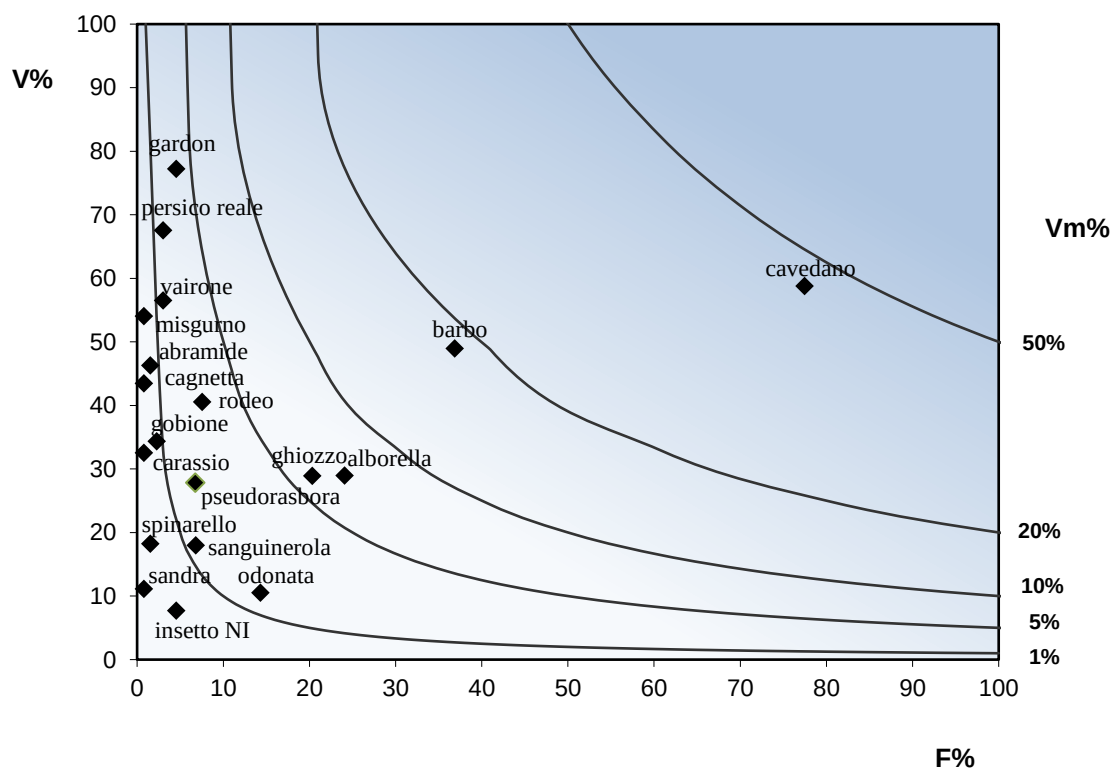


figura 30: grafico di Kruuk e Parish per le singole categorie alimentari.

Avendo definito la lunghezza ed il peso dei pesci predati è stato possibile ricavare alcuni dati interessanti circa la selezione della taglia delle prede da parte del martin pescatore. Infatti, è stato riscontrato che la lunghezza dei pesci predati varia tra 2,1 e 10,5 cm (in media 5,9 cm) ed il peso tra 0,04 e 10,8 g, con una media di 2 g per preda.

Oltre il 70% dei pesci predati è compreso nell'intervallo tra 4 e 7 cm di lunghezza (figura 31), con variazioni poco marcate tra le nove specie di ciprinidi identificate nelle borre analizzate (figura 32).

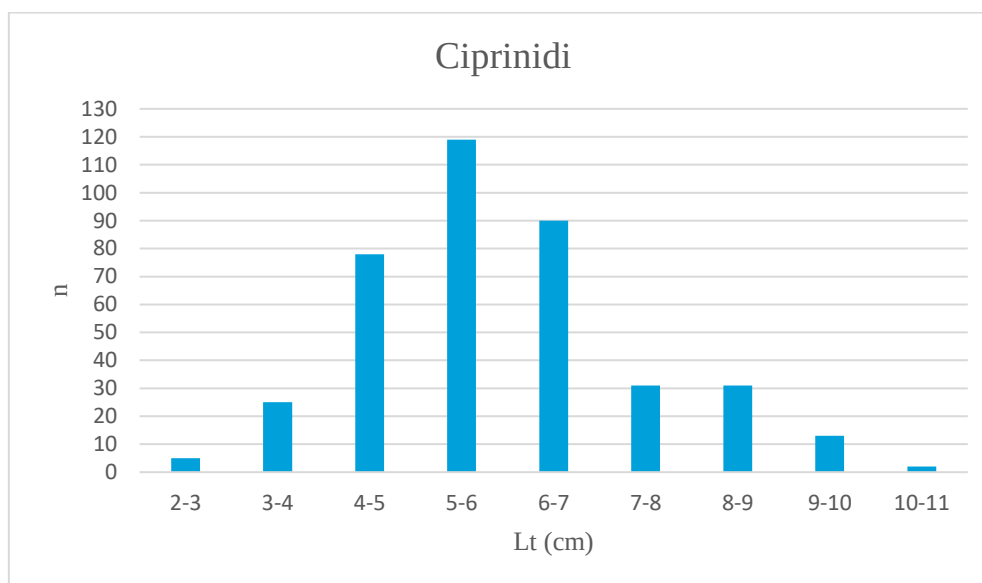


figura 31: distribuzione di frequenza lunghezza ciprinidi.

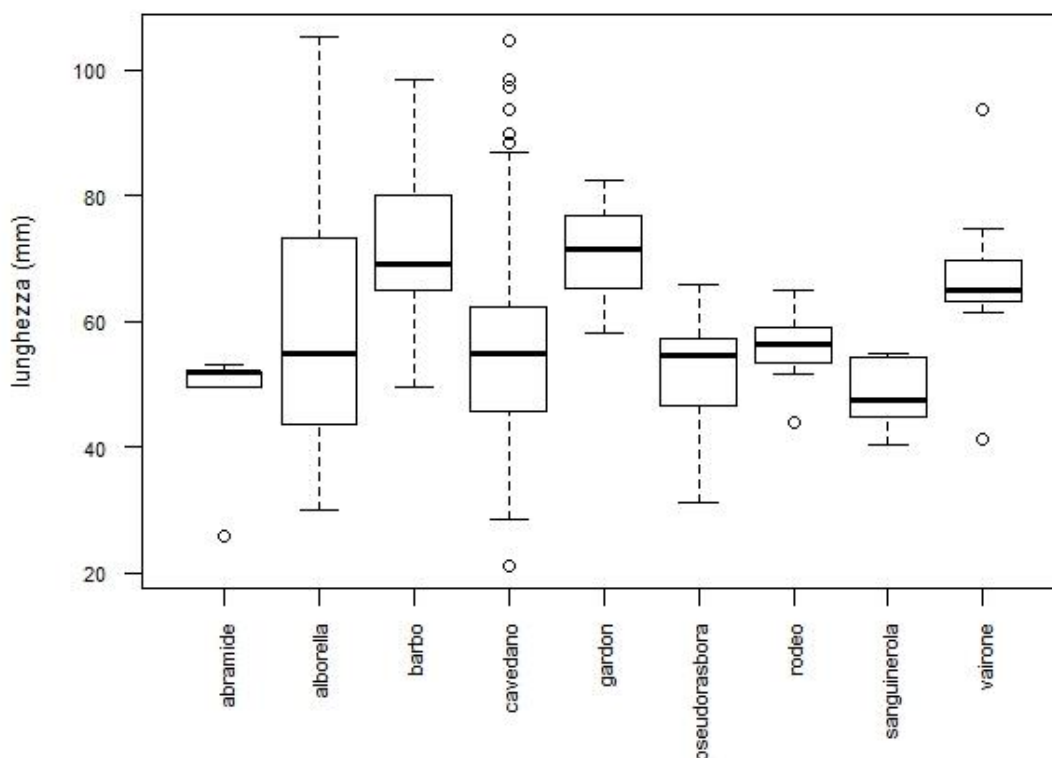


figura 32: boxplot dimensioni ciprinidi predati in base alla specie.

Barbo, gardon e vairone evidenziano delle lunghezze significativamente maggiori rispetto alle altre specie. Un motivo potrebbe essere il fatto che queste specie raggiungono dimensioni mediamente maggiori di quelle di molte delle specie comunemente predate dal martin pescatore. In alternativa, il risultato potrebbe dipendere dal comportamento e dal tipo di microhabitat frequentati dai diversi stadi di sviluppo delle varie specie, fattori che ne possono determinare la predazione differenziale da parte del martin pescatore. Ad esempio, gli avannotti di cavedano tendono ad aggregarsi in grossi gruppi in prossimità della riva, risultando facilmente identificabili dal predatore malgrado la piccola taglia. La dieta del martin pescatore del Ticino è risultata quasi esclusivamente ittiofaga, in accordo con quanto rilevato da altri studi europei (Hallet 1977; Raven 1986; Reynolds & Hinge 1996; Vilches et al. 2012; Čech & Čech 2015; 2017) e dall'unico studio finora condotto in Italia, sul Fiume Tevere (Isotti & Consiglio 2002). In base ai monitoraggi dell'ittiofauna del Ticino (cf. prossimo capitolo), le specie maggiormente predate dal martin pescatore risultano essere quelle più abbondanti nel fiume. Il cavedano ha un'importanza nettamente maggiore rispetto alle altre specie: questo potrebbe essere spiegato, oltre che dall'ampia diffusione su tutta l'asta fluviale, dall'elevata tendenza al gregarismo degli avannotti e alla loro maggiore motilità rispetto ad altre specie, fattore che potrebbe rendere questa specie più vulnerabile. Il ghiozzo è una specie bentonica, ma le abitudini gregarie e le caratteristiche dell'habitat (acque limpide) unite all'abbondanza relativamente elevata nel fiume, contribuiscono ad aumentarne l'accessibilità. Anche il barbo è una specie bentonica, ma gli avannotti, gli unici accessibili al martin pescatore per via della taglia, si trovano più facilmente in acque poco profonde. Tra le specie di importanza secondaria, gobione, vairone, abramide, pseudorasbora e rodeo risultano specie relativamente comuni nel fiume. Il misgurno, al contrario, pur essendo altrettanto comune, è stato rilevato nella dieta in un'unica occasione. Questo cobitide è una specie strettamente bentonica, molto mimetica, che si ritrova principalmente in acque stagnanti, poco frequentate dal martin pescatore per la scarsa visibilità delle prede. Altra specie ormai molto comune nel fiume, ma che non risulta presente nella dieta è il siluro; il motivo della sua assenza potrebbe ricondursi alle abitudini notturne della specie, alla rapidità di crescita oltre la taglia utile per il martin pescatore, e alla particolare tecnica di difesa: aprendo le pinne pettorali e bloccando l'articolazione del primo raggio, particolarmente sviluppato e acuminato, il siluro potrebbe rendere assai difficoltosa l'ingestione da parte del martin pescatore. L'abbondanza, l'ecologia delle specie e le condizioni ambientali (torbidità dell'acqua e granulometria del sedimento) sono fattori che svolgono un ruolo fondamentale nel determinare l'accessibilità delle diverse specie ittiche e quindi il loro contributo nella dieta del martin pescatore. Le 17 specie di pesci predate dal martin pescatore rappresentano più del 50% delle specie ittiche del fiume, escluse quelle occasionali, e quasi il 100% delle specie comuni. Anche se quasi l'80% dello

spettro trofico è composto da solo 4 specie, la dieta del martin pescatore risulta comunque varia e indice di un comportamento alimentare opportunisto. Interessante è la predazione di due esemplari di spinarello, specie rilevata solo occasionalmente nel fiume. La presenza della specie nella dieta sembrerebbe indicare che lo spinarello sia più diffuso di quanto si creda. Questo suggerisce che l'analisi delle borre del martin pescatore potrebbe essere utilizzata anche come metodo per avere informazioni sulla composizione della comunità ittica di un fiume, in particolare per gli habitat frequentati abitualmente dal predatore (acque limpide e poco profonde).

L'ittiofauna del Ticino

Per stimare la disponibilità di prede per il martin pescatore e i cambiamenti occorsi nella comunità ittica del fiume negli ultimi decenni, sono stati considerati i dati dei monitoraggi effettuati dal Parco in collaborazione con GRAIA srl dal 1993 a oggi. In base ai dati disponibili sono stati definiti tre intervalli temporali, quello attuale (2016-2019) e due intervalli precedenti, ovvero 1993-1998 e 2002-2006. In questa analisi sono stati inclusi anche campionamenti non finalizzati ad un censimento esaustivo della fauna ittica del Ticino, come quelli del 2006, effettuati in concomitanza con i monitoraggi dello storione cobice (*Acipenser naccarii*) per il “Progetto Conservazione di *Acipenser naccarii* nel fiume Ticino e nel medio corso del Po” (Puzzi et al., 2006). Ogni popolazione ittica è stata valutata utilizzando una scala di tipo semi-quantitativo, con 5 classi di abbondanza, secondo una metodologia simile a quella proposta nell'Indice Ittico di Forneris et al. (2011), che tiene conto dell'ecologia di ciascuna specie e delle caratteristiche ambientali.

Valori numerici crescenti da 1 a 5 identificano le 5 classi di abbondanza, secondo i seguenti criteri:

- 1 = specie occasionale: il numero di individui campionati è talmente esiguo (1 o 2 individui), che non si è in grado di confermare che nella stazione esista una vera e propria popolazione;
- 2 = popolazione rara: la specie è presente con un numero di individui esiguo, soprattutto rispetto alla sua autoecologia e, contestualmente, alle condizioni ambientali locali;
- 3 = popolazione comune: la specie è presente con una popolazione discretamente consistente, rispetto alla sua autoecologia e, contestualmente, alle condizioni ambientali locali;
- 4 = popolazione abbondante: la specie è presente con una consistenza comparabile a quella attesa in condizioni di riferimento (quantomeno “buone”);
- 5 = popolazione dominante: la specie è presente con una consistenza numerica notevolmente superiore a quella delle altre specie. A meno di casi eccezionali, questa condizione è in realtà da ritenersi un segnale di alterazione dell'equilibrio della comunità ittica.

In Tabella 3 sono riportati gli indici di abbondanza della fauna ittica del fiume nei tre periodi considerati, con un'indicazione dell'andamento della popolazione nei due tratti (nord e sud) in cui è stato suddiviso il fiume. La separazione del fiume in due tratti, sebbene non rappresenti una suddivisione di tipo ecologico-strutturale, è funzionale al confronto tra l'abbondanza della fauna ittica e i ritrovamenti dei resti ossei nelle borre di martin pescatore in quanto le borre sono state trovate prevalentemente nella porzione meridionale e settentrionale del fiume. I risultati del confronto saranno oggetto di una pubblicazione in preparazione.

Tabella 3: specie rilevate nel fiume Ticino e stima di abbondanza qualitativa della popolazione. In bianco le specie autoctone, in giallo le specie sub/endemiche del nord Italia, in grigio le specie alloctone.

famiglia	specie	stazioni	1993-1998	2002-2006	2016-2019	Trend
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i> (anguilla)	nord	3	3	1	↓
		sud	3	3	1	↓
Acipenseridae	<i>Acipenser naccarii</i> (storione cobice)	nord	2	1	0	↓
		sud	2	1	1	=
Blenniidae	<i>Salaria fluviatilis</i> (cagnetta)	nord	2	2	2	=
		sud	2	2	1	↓
Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i> (persico sole)	nord	2	3	1	↓
		sud	2	3	2	=
Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i> (persico trota)	nord	2	2	0	↓
		sud	2	2	1	↓
Cobitidae	<i>Cobitis bilineata</i> (cobite comune)	nord	1	2	2	=
		sud	1	2	2	=
Cobitidae	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> (cobite di stagno orientale)	nord	0	0	2	↑
		sud	0	2	3	↑
Cobitidae	<i>Sabanejewia larvata</i> (cobite mascherato)	nord	1	1	0	↓
		sud	0	0	0	=
Cottidae	<i>Cottus gobio</i> (scazzone)	nord	0	0	1	=
		sud	0	0	0	=
Cyprinidae	<i>Abramis brama</i> (abramide)	nord	0	0	0	↑
		sud	0	2	3	↑
Cyprinidae	<i>Alburnus arborella</i> (alborella)	nord	3	4	3	=
		sud	3	4	4	=
Cyprinidae	<i>Alburnus alburnus</i> (alburno)	nord	1	0	0	=
		sud	0	0	2	↑
Cyprinidae	<i>Aspius aspius</i> (aspio)	nord	0	0	0	=
		sud	0	2	2	↑
Cyprinidae	<i>Barbus caninus</i> (barbo canino)	nord	1	2	0	↓
		sud	0	0	0	=

Tabella 3: continua.

famiglia	specie	stazioni	1993-1998	2002-2006	2016-2019	Trend
Cyprinidae	<i>Barbus plebejus</i> /barbus (barbo italico/europeo)	nord	3	4	4	=
		sud	3	4	4	=
Cyprinidae	<i>Blicca bjoerkna</i> (blicca)	nord	1	0	0	=
		sud	0	0	2	↑
Cyprinidae	<i>Carassius carassius</i> (carassio)	nord	2	2	1	↓
		sud	2	3	3	=
Cyprinidae	<i>Chondrostoma soetta</i> (savetta)	nord	4	3	0	↓
		sud	4	3	1	↓
Cyprinidae	<i>Ctenopharyngodon idella</i> (amur)	nord	1	0	0	=
		sud	0	0	0	=
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i> (carpa)	nord	1	1	2	↑
		sud	2	4	3	=
Cyprinidae	<i>Phoxinus phoxinus</i> (sanguinerola)	nord	3	2	2	=
		sud	3	2	1	↓
Cyprinidae	<i>Protochondrostoma genei</i> (lasca)	nord	3	2	0	↓
		sud	3	2	0	↓
Cyprinidae	<i>Pseudorasbora parva</i> (pseudorasbora)	nord	0	0	2	↑
		sud	2	4	3	=
Cyprinidae	<i>Rhodeus sericeus</i> (rodeo)	nord	2	4	2	=
		sud	2	4	3	=
Cyprinidae	<i>Romanogobio benacensis</i> (gobione)	nord	3	3	2	↓
		sud	3	3	3	=
Cyprinidae	<i>Rutilus rutilus</i> (triotto)	nord	3	3	0	↓
		sud	3	3	2	↓
Cyprinidae	<i>Rutilus pigus</i> (pigo)	nord	3	1	1	↓
		sud	3	1	1	↓
Cyprinidae	<i>Rutilus rutilus</i> (gardon)	nord	1	3	3	=
		sud	0	0	2	↑
Cyprinidae	<i>Scardinius hesperidicus</i> (scardola)	nord	3	3	1	↓
		sud	3	3	2	↓
Cyprinidae	<i>Squalius squalus</i> (cavedano)	nord	4	4	4	=
		sud	4	4	4	=
Cyprinidae	<i>Telestes muticellus</i> (vairone)	nord	4	4	3	↓
		sud	4	4	2	↓
Cyprinidae	<i>Tinca tinca</i> (tinca)	nord	2	2	1	↓
		sud	2	2	1	↓
Esocidae	<i>Esox lucius/cisalpinus</i> (luccio)	nord	3	2	1	↓
		sud	3	2	1	↓

Tabella 3: continua.

famiglia	specie	stazioni	1993-1998	2002-2006	2016-2019	Trend
Gasterosteidae	<i>Gasterosteus aculeatus</i> (spinarello)	nord	1	0	1	=
		sud	0	0	0	=
Gobiidae	<i>Knipowitschia punctatissima</i> (panzarolo)	nord	0	1	0	=
		sud	0	0	0	=
Gobiidae	<i>Padogobius bonelli</i> (ghiozzo)	nord	3	3	4	↑
		sud	3	3	4	↑
Ictaluridae	<i>Ameiurus melas</i> (pesce gatto nero)	nord	1	0	0	=
		sud	1	0	0	=
Lotidae	<i>Lota lota</i> (bottatrice)	nord	1	1	1	=
		sud	1	1	0	↓
Percidae	<i>Perca fluviatilis</i> (persico reale)	nord	3	3	3	=
		sud	3	3	2	↓
Percidae	<i>Sander lucioperca</i> (lucio-perca)	nord	0	0	0	=
		sud	1	2	2	=
Petromyzontidae	<i>Lampetra zanandreae</i> (lampreda padana)	nord	0	0	0	=
		sud	1	1	0	↓
Poeciliidae	<i>Gambusia holbrooki</i> (gambusia)	nord	2	0	1	=
		sud	0	0	2	↑
Salmonidae	<i>Coregonus lavaretus</i> (lavarello)	nord	0	1	0	=
		sud	1	1	0	↓
Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (trota iridea)	nord	2	1	0	↓
		sud	0	0	0	=
Salmonidae	<i>Salmo trutta fario</i> (trota fario)	nord	1	0	1	=
		sud	0	0	0	=
Salmonidae	<i>Salmo trutta marmoratus</i> (trota marmorata)	nord	1	0	1	=
		sud	0	0	0	=
Salmonidae	<i>Thymallus thymallus</i> (temolo)	nord	1	0	0	=
		sud	1	0	0	=
Siluridae	<i>Silurus glanis</i> (siluro)	nord	0	0	3	↑
		sud	2	3	3	=

I dati disponibili evidenziano una situazione preoccupante: molte specie autoctone di pregio come la trota marmorata o il temolo appaiono estremamente rare ormai da diversi anni, mentre molte specie alloctone mostrano un'espansione sia in termini di distribuzione che di abbondanza. Tra le specie autoctone in crisi va sicuramente annoverato lo storione cobice (*Acipenser naccarii*), specie di grandi dimensioni e di grande fascino su cui si sono recentemente concentrati i maggiori sforzi di conservazione. Tra le specie autoctone che ormai da molto tempo risultano occasionali nel fiume ci sono il cobite mascherato (*Sabanejewia larvata*), lo scazzone (*Cottus gobio*), il barbo canino (*Barbus caninus*), lo spinarello (*Gasterosteus aculeatus*), la bottatrice (*Lota lota*), la lampreda padana (*Lampetra zanandreae*). Inoltre, negli anni alcune specie un tempo molto comuni hanno cominciato a rarefarsi in modo allarmante: tra queste l'anguilla (*Anguilla anguilla*), la savetta (*Chondrostoma soetta*), la sanguinerola (*Phoxinus phoxinus*), la lasca (*Protochondrostoma genei*), il triotto (*Rutilus rutilus*), il pigo (*Rutilus pigus*), la tinca (*Tinca tinca*) e il persico reale (*Perca fluviatilis*).

Per alcune specie sono stati condotti, o sono ancora in corso, progetti di tutela con azioni mirate alla conservazione, al ripristino degli habitat e al ripopolamento, tramite il rilascio di soggetti prodotti nell'incubatoio ittico della Riserva Naturale "La Fagiana". Si ricordano in particolare i progetti Life "Conservazione di *Salmo trutta marmoratus* e *Rutilus pigus* nel Fiume Ticino" e "Conservazione di *Acipenser naccarii* nel Fiume Ticino e nel medio corso del Po" conclusi rispettivamente nel 2004 e nel 2007, il progetto Life Con.Flu.Po, terminato nel 2018, e il progetto "Life Ticino Biosource", ancora in corso, che ha tra i vari obiettivi quello di riportare lo storione ladano (*Huso huso*) nel Fiume Ticino e quindi nel bacino del Po, in cui risulta estinta da circa 30 anni.

Altrettanto allarmante è la progressiva e rapida espansione di specie esotiche quali il cobite di stagno orientale o misgurno (*Misgurnus anguillicaudatus*), l'abramide (*Abramis brama*), la pseudorasbora (*Pseudorasbora parva*) e, soprattutto, il siluro (*Silurus glanis*).

Per la sua adattabilità, il siluro è considerato una specie altamente invasiva e quindi capace di alterare profondamente la fauna ittica del fiume. È un predatore generalista che compete efficacemente con i predatori autoctoni, che risultano infatti in preoccupante rarefazione (trota marmorata e luccio). Per la sua riconosciuta problematicità, da anni sono state programmate attività di cattura selettiva, al fine di contenerne la popolazione.

La presenza delle microplastiche nelle borre del martin pescatore

L'inquinamento da plastica è un problema riconosciuto a livello globale con effetti drammatici per molte popolazioni di uccelli marini, tartarughe, pesci e cetacei. L'ingestione di materie plastiche può portare alla morte a seguito del blocco del tratto gastrointestinale; essa può essere accidentale, indiretta (tramite la rete trofica) o anche intenzionale (quando il materiale plastico viene scambiato per cibo). Non meno pericolosa è la possibilità che gli organismi rimangano intrappolati in residui plastici (come i residui delle reti da pesca), morendo nel vano tentativo di divincolarsi. Le materie plastiche hanno un impatto negativo documentato sul 100% delle specie di tartarughe marine, il 66% dei mammiferi, tra cui mysticeti, odontoceti, phocidi, otariidi, sirenidi, mustelidi e ursidi, e il 50% delle specie di uccelli marini.

Nel 2016, la produzione di plastica, fibre escluse, ha raggiunto 322 milioni di tonnellate, e nello stesso anno sono state prodotte circa 54 milioni di tonnellate di fibre sintetiche. La biodegradazione della plastica richiede un tempo estremamente lungo, generalmente stimato tra le centinaia e le migliaia di anni. Per questo motivo la plastica, se dispersa nell'ambiente tende ad accumularsi, in particolare nei mari e negli oceani: si stima che ogni anno si immettano nell'ambiente tra i 4 e i 12 milioni di tonnellate, pari all'1,2-4% della produzione mondiale. La maggior parte dei polimeri sintetici prodotti sono: polietilene (PE, alta e bassa densità, HDPE e LDPE), materiale versatile ed economico, utilizzato come isolante di cavi elettrici, per borse e buste, contenitori di vario tipo e molto altro; polistirene (PS), utilizzato per l'imballaggio e l'isolamento; polipropilene (PP), utilizzato per molti oggetti di uso comune, come tappi, bicchierini, zerbini ecc.; polivinilcloruro (PVC), tra le materie plastiche di maggior consumo al mondo, le cui applicazioni più rilevanti sono la produzione di tubi per edilizia, cavi elettrici, pellicola rigida e plastificata per imballi ecc.; poliuretano (PUR), utilizzato per l'isolamento; e il polietilene tereftalato (PET), utilizzato principalmente in ambito alimentare per contenitori di cibi e bevande.

Sebbene le materie plastiche siano biochimicamente inerti, la maggior parte di esse contiene additivi, a seconda delle esigenze del prodotto finale. I polimeri possono essere infatti miscelati con agenti plastificanti, antiossidanti, ritardanti di fiamma, lubrificanti e coloranti, per migliorarne le prestazioni ed ottenere qualità particolari quali flessibilità, resistenza meccanica, resistenza al calore, isolamento elettrico, ecc. Additivi molto comuni sono gli ftalati, aggiunti per migliorare flessibilità e malleabilità della plastica.

Le microplastiche, cioè particelle di dimensioni minori di 5 millimetri di diametro, e le nanoplastiche, minori di 100 nanometri, possono derivare da materiali deliberatamente prodotti,

come le microsfere, presenti in molteplici prodotti per la cura personale, da fibre tessili sintetiche o dalla frammentazione di materiali plastici più grandi.

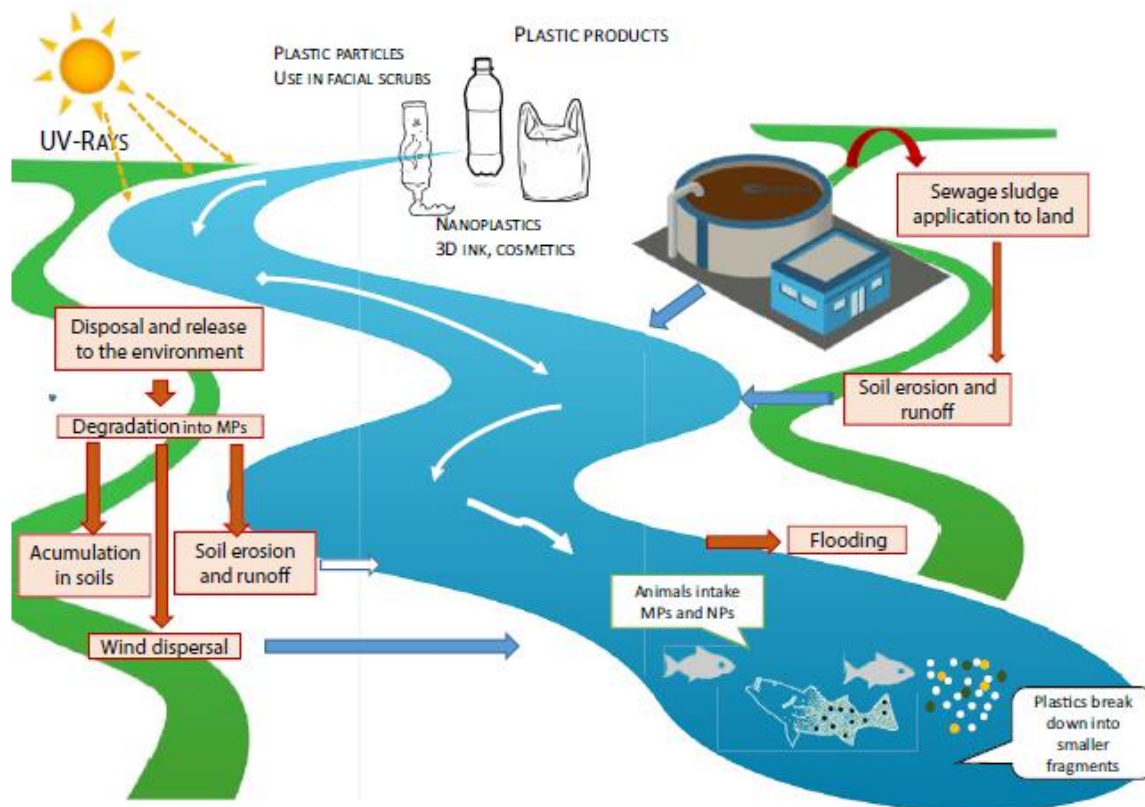


figura 33: mappa concettuale dell'origine, trasporto, formazione e destino di micro e nanoplastiche in ambiente di acqua dolce. Tratta da Pico et al., (2018).

A differenza delle macroplastiche, la cui presenza nell'ambiente è evidente a tutti, le microplastiche costituiscono il "lato oscuro" della contaminazione da plastica negli ambienti naturali. Ciononostante, sono state ritrovate praticamente in tutte le matrici ambientali, dai sedimenti alle acque superficiali, dai pesci agli uccelli acquatici, ma ogni nuova indagine è utile a mettere in evidenza l'ampiezza di questo fenomeno del tutto sottovalutato fino a pochi anni fa.

Ad oggi, questo è il primo studio sulla presenza di microplastiche nella dieta del martin pescatore. Precedenti studi sulla presenza di microplastiche nelle borre hanno riguardato il cormorano (*Phalacrocorax carbo*), il gabbiano tridattilo (*Rissa tridactyla*), il fulmaro (*Fulmarus glacialis*) (Acampora et al., 2017a, b) e lo stercorario maggiore (*Stercorarius skua*) (Ryan & Fraser, 1988; Hammer et al., 2016), ma nessuno di essi ha riguardato ambienti naturali ben conservati come la valle del Ticino.

Per evidenziare la possibile presenza di microplastiche, durante l'analisi delle borre di martin pescatore, si è prestata particolare attenzione all'identificazione di frammenti, particelle o fibre di aspetto sintetico. Queste (N = 41) sono state fotografate allo stereomicroscopio e conservate per la successiva analisi dei polimeri con strumentazione micro-FTIR (Fourier Transform Infrared Microspectroscopy). L'uso di questa strumentazione è ben consolidato per la caratterizzazione e l'identificazione delle materie plastiche (Pico et al., 2018).

Un sottoinsieme di dieci campioni è stato poi utilizzato per l'identificazione delle microplastiche più piccole. A questo scopo è stata effettuata una separazione per densità e quindi i campioni sono stati analizzati tramite microscopia elettronica a scansione (SEM-EDS. Scanning Electron Microscopy / Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy). L'utilizzo di questa strumentazione è in grado di individuare le plastiche più piccole e di distinguerle da microframmenti di origine naturale, come frammenti di conchiglie o esoscheletri (Anderson et al., 2017; Di & Wang, 2018).

Le analisi micro-FTIR hanno identificato 3 diverse materie plastiche, 2 fibre e 1 frammento, in 3 campioni differenti. I polimeri riscontrati sono: polietilene (PE), poliuretano (PUR) e polipropilene (PP) (figura 34). Le analisi SEM-EDS hanno riscontrato 9 fibre di origine plastica in 7 differenti borre; 5 fibre sono risultate avere una proporzione carbonio:ossigeno corrispondente al polietilene tereftalato (PET), mentre 4 sono risultate possedere una composizione chimica corrispondente a diversi possibili polimeri plastici olefinici (figura 35).

In totale sono state quindi rilevate 12 materie plastiche in 10 diverse borre, rappresentanti il 7,5% dei campioni totali. Se invece si considera solamente il sottocampione analizzato per rilevare le particelle più piccole, la percentuale di borre contaminate da microplastiche sale al 70% (7 borre su 10). La maggior parte di esse sono microfibre di piccole dimensioni con una lunghezza compresa tra i 63 μm e i 3 mm e diametro intorno ai 10 micron. La distribuzione delle microplastiche trovate è stata messa in relazione con le possibili fonti puntuali di microplastiche quali depuratori e canali scolmatori (figura 36).

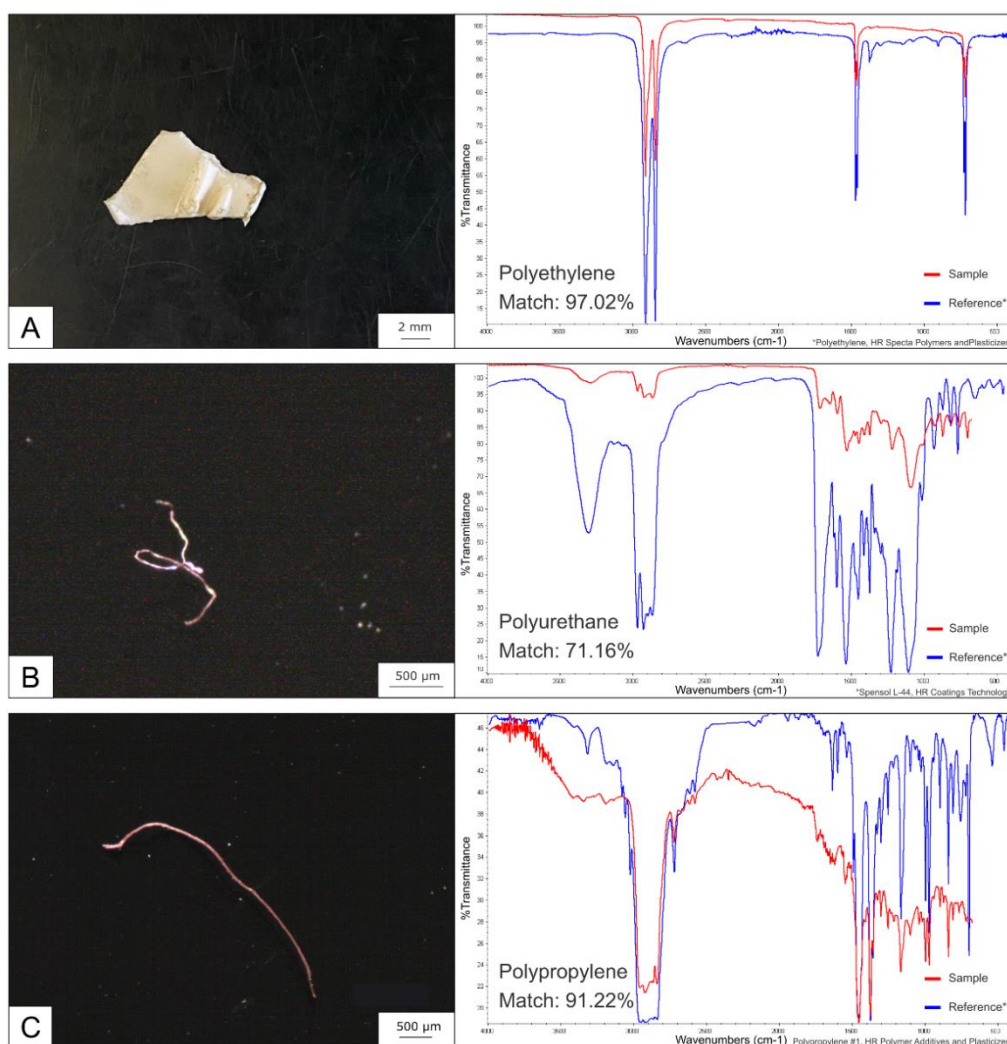


figura 34: frammenti e fibre di plastica con relativi spettri micro-FTIR e grado di correlazione con lo spettro della library di riferimento. Tratto da Winkler et al. (2020).

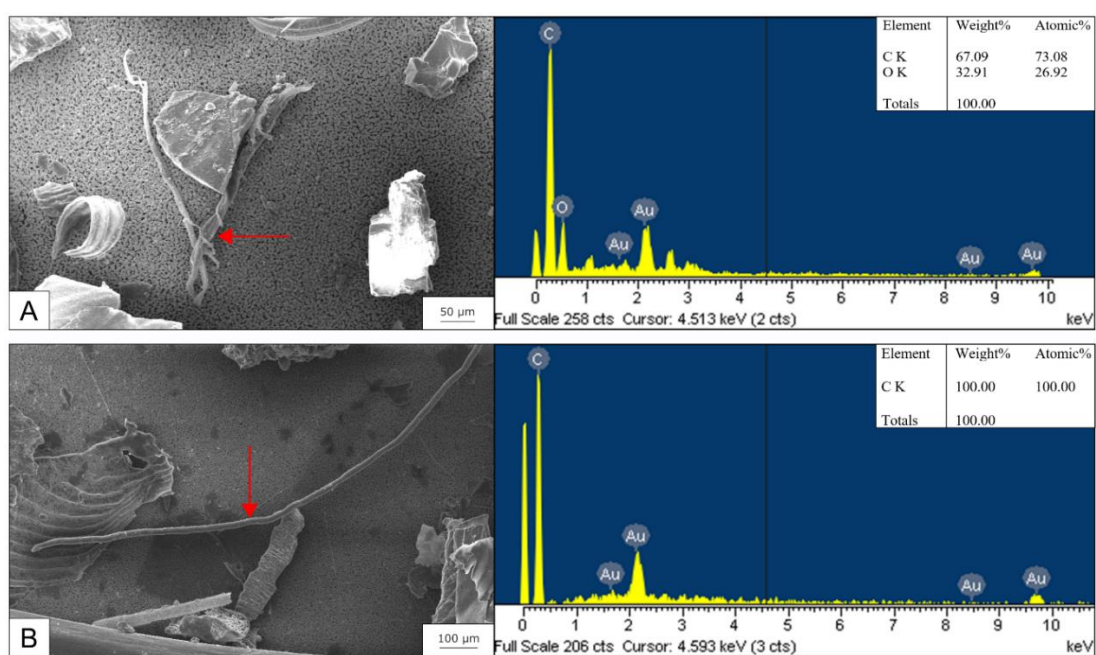


figura 35: fibre analizzate con SEM-EDS e relativi spettri con i dati elementali quantitativi. Tratto da Winkler et al. (2020).

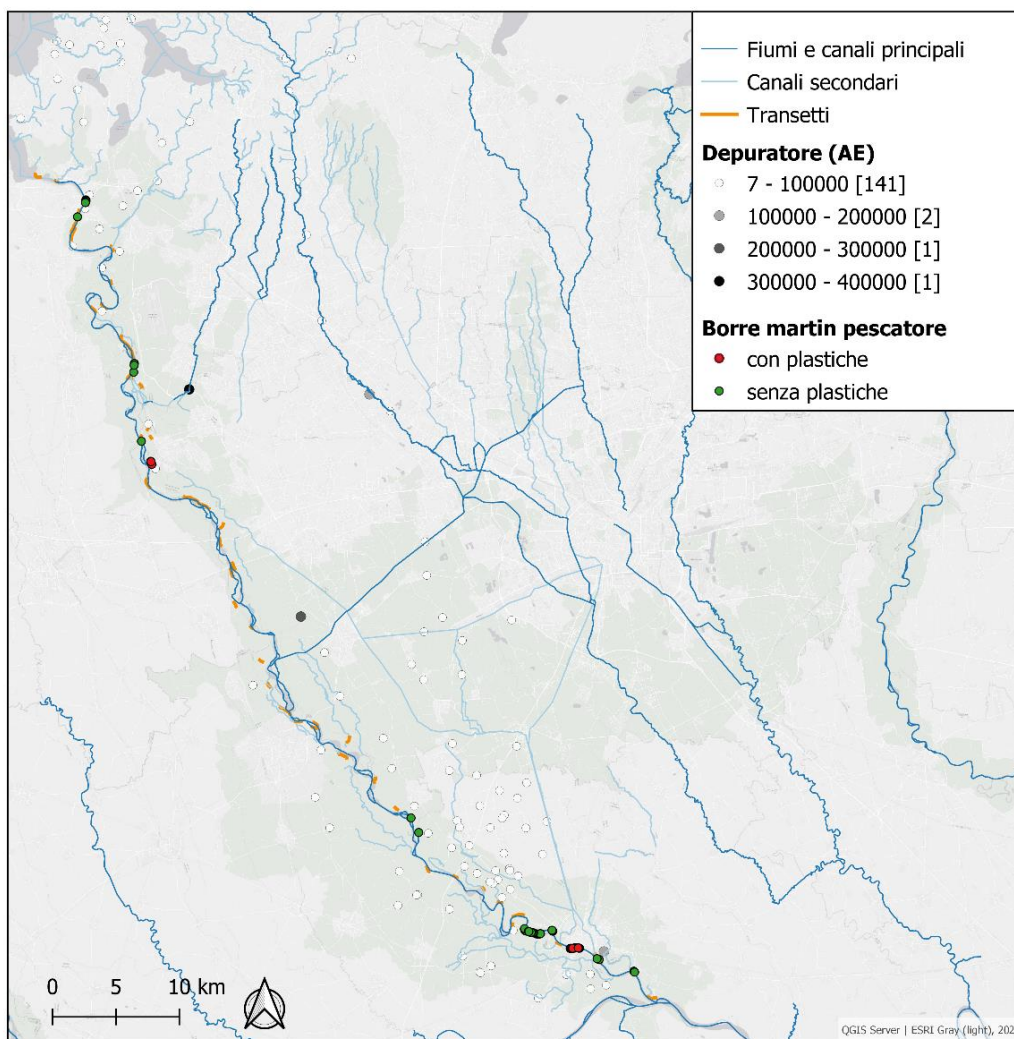


figura 36: distribuzione borre contenenti plastiche e depuratori, nell'area di studio. Tratta da Winkler et al. (2020).

Le microplastiche trovate nelle borre di martin pescatore provengono molto probabilmente dalla dieta. Non è possibile escludere un'ingestione volontaria dei frammenti più grandi perché scambiati per cibo o un'ingestione accidentale durante la predazione o anche la contaminazione delle borre successivamente alla loro emissione. Tuttavia, questi eventi sia pur possibili, risultano meno probabili dell'ingestione attraverso la dieta: le microplastiche erano probabilmente presenti nel tratto intestinale dei pesci predati, che a loro volta le avevano ingerite accidentalmente filtrando l'acqua o i sedimenti o scambiandole per particelle alimentari. Qualunque sia l'origine delle microplastiche trovate nelle borre è evidente che queste siano presenti nell'ecosistema fluviale del Ticino. La possibile contaminazione in fase di raccolta o durante le analisi di laboratorio è stata esclusa per le precauzioni utilizzate (l'operatore non utilizza oggetti o vestiti in fibre plastiche) e per l'analisi dei campioni di controllo (sia di campo sia in laboratorio) che sono risultati negativi. Inoltre, la presenza di microplastiche nell'ecosistema fluviale del Ticino è stata verificata, nell'ambito di uno studio di più ampio tuttora in corso, che prevede di campionare diverse matrici

ambientali (acqua, sedimento, macroinvertebrati e siluri provenienti dal programma di contenimento della specie), lungo 6 stazioni distribuite lungo il corso del fiume (figura 38). L'acqua del Ticino è stata campionata mediante filtrazione dell'acqua superficiale con un retino con maglie da 60 micron (figura 37).

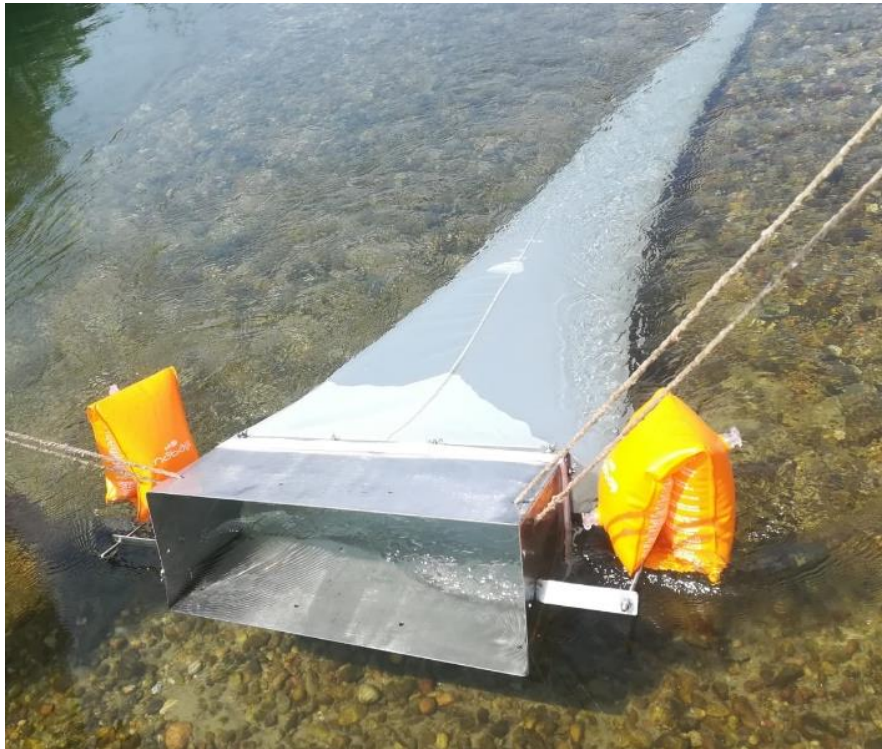


figura 37: retino con maglie da 60 micron per filtrare l'acqua superficiale. Fotografia di Anna Winkler.

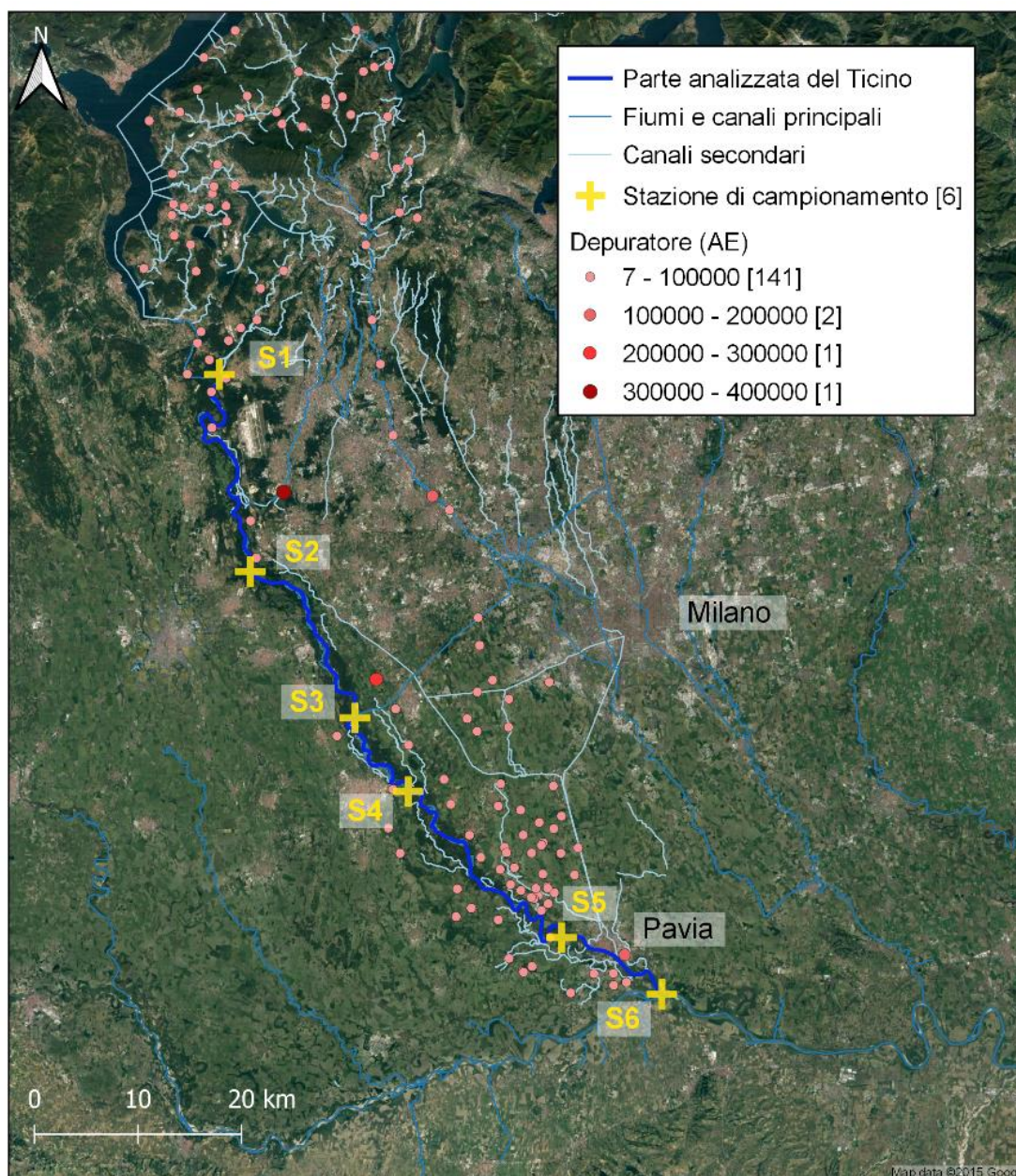


figura 38: mappa dell'area di studio con le stazioni di campionamento (S1-S6) e possibili fonti puntuali di microplastiche come canali (linee blu) e depuratori (cerchi colorati, AE= abitanti equivalenti).

Il filtrato è stato purificato e i materiali estranei sono stati trasferiti su un filtro di cellulosa per la successiva analisi strumentale. L'immagine ingrandita allo stereomicroscopio del filtro con i residui estranei derivanti da uno dei campioni analizzati è davvero impressionante (figura 39); si possono notare piccoli frammenti di ogni colore e forma, dai tipici microframmenti di film plastico trasparente a frammenti di un polimero espanso.



figura 39: filtro con microplastica dalle acque superficiali filtrate del Ticino per l'analisi della composizione chimica.

La successiva analisi strumentale ha permesso di confermare la natura sintetica dei materiali isolati e il calcolo della concentrazione di microplastiche in acqua. Un primo campione prelevato a Somma Lombardo, in provincia di Varese, ha evidenziato la presenza di 5.7 microplastiche per metro cubo. La concentrazione risulta per fortuna contenuta, ma dimostra come le microplastiche siano effettivamente ubiquitarie e presenti anche in ambienti ben conservati.

L'analisi strumentale ha permesso di definire la natura dei frammenti ritrovati e di ricavare uno spettro della frequenza percentuale dei diversi polimeri plastici (figura 40).

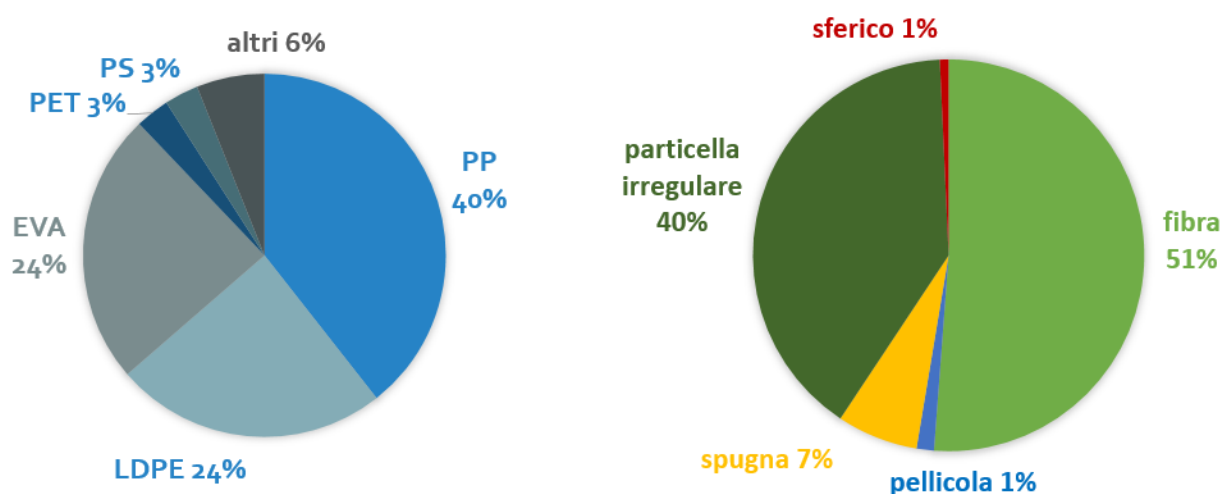


figura 40: caratteristiche delle microplastiche analizzate dei campioni di acqua superficiale della stazione Somma Lombardo.

Il polimero più frequente nel campione di acqua analizzato è il polipropilene (PP), presente nella maggior parte dei bicchieri e posate di plastica, seguito dal polietilene a bassa densità (LDPE), tipico dei vecchi sacchetti della spesa, e dall'etilene vinil acetato (EVA), un polimero poco noto ma molto utilizzato per prodotti molto flessibili ed elastici, per esempio per le tende in materiale sintetico. Con frequenze minori troviamo il polietilene tereftalato (PET) delle comuni bottigliette d'acqua, il polistirene (PS), usato comunemente come isolante, il poliuretano (PU), comunemente usato in forma espansa nelle schiume, e il polivinilalcol (PVA), usato per esempio per produrre la cosiddetta "carta patinata". Per quanto riguarda la forma dei frammenti, il grafico evidenzia come le microfibre di probabile origine tessile siano i frammenti prevalenti, seguiti dalle particelle di forma irregolare evidentemente derivanti da frammentazione di plastiche più grandi. Sono inoltre presenti film plastici (pellicole), polimeri espansi (spugne) e sfere che possono derivare da prodotti cosmetici. Con la legge di bilancio 2018 è stato introdotto, a partire dal 1° gennaio 2020, il divieto di commercializzare prodotti cosmetici contenenti microplastiche (principalmente PE) quale agente esfoliante. Allo stesso modo, dal 1° gennaio 2019 è entrato in vigore l'obbligo di commercializzare unicamente bastoncini porta cotone (comunemente chiamati cotton fioc) in materiale biodegradabile e compostabile. I vecchi bastoncini in plastica erano il materiale più comune trattenuto dalle griglie all'inizio del processo di depurazione delle acque di scarico.

Conclusioni

La presenza di microplastiche all'interno delle borre di martin pescatore e nei campioni di acqua evidenzia come il Fiume Ticino non sia esente da questo tipo di inquinamento e come l'"invasione" della plastica sia ormai ubiquitaria. Ovunque si cerchino le microplastiche, le si trovano, anche nelle matrici più insospettabili. Quello del contrasto alla plastica è forse una delle sfide ambientali di questa era, dominata dall'uomo e dai residui delle sue attività che raggiungono in ogni angolo della terra. Questo studio aggiunge nuove evidenze ai problemi ambientali della plastica allo scopo di sensibilizzare l'opinione pubblica per un uso più consapevole di questo materiale tanto utile quanto problematico per l'ambiente. L'unione Europea ha approvato il 21 maggio 2019 una direttiva per prevenire e contrastare la diffusione della plastica con particolare riferimento della plastica monouso (direttiva UE 2019/904). Essa introduce norme più severe per i tipi di prodotti e di imballaggi che rientrano tra i dieci prodotti inquinanti più spesso rinvenuti sulle spiagge europee. In particolare, introduce il divieto, a partire dal 2021, di utilizzo di prodotti in plastica usa e getta per i quali esistono alternative in commercio. A livello locale sono molte le iniziative per limitare la dispersione della plastica, ad esempio, l'Agenda 21 dei Comuni dell'Est Ticino, che promuove

iniziative ed eventi per sensibilizzare la cittadinanza sui problemi ambientali della plastica, incentivando comportamenti virtuosi da parte dei cittadini e delle singole amministrazioni.

I dati e le bellissime immagini di questo lavoro mettono in evidenza come il lavoro tenace e quotidiano dei due Parchi riesca a mantenere un ambiente adatto per la conservazione di tante specie tra cui appunto il martin pescatore, specie esigente in termini di qualità ambientale. Abbiamo visto come esso viva ancora lungo il fiume in tante stazioni ed in buona salute, trovando risorse trofiche ed habitat idoneo, ma questo studio, al contempo, evidenzia anche come le interferenze antropiche e i “pericoli” dell’inquinamento siano sempre in agguato. A questi bisogna rispondere con uno sforzo sempre maggiore che non può ricadere unicamente su chi controlla e promuove la conservazione ambientale, cioè i Parchi, ma su tutti i cittadini che possono, con i loro comportamenti, fare la “differenza”.

Ringraziamenti

Si ringraziano le numerose persone che, in forme differenti, hanno contribuito alla realizzazione di questo lavoro. Il ricercatore Raoul Manenti, Giuseppe Meriggi e l’associazione “FIPSAS”, la professoressa Elena Pini, gli inanellatori Alessandro Mazzoleni e Daniela Casola, l’ornitologo Fabio Casale e i colleghi Sara Cioccarelli, Alberto Simoncelli, Andrea Abate e Lorenzo Locatelli.

Bibliografia

- Acampora, H., Berrow, S., Newton, S., & O'Connor, I. (2017a). Presence of plastic litter in pellets from Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) in Ireland. *Marine pollution bulletin*, 117(1-2), 512-514.
- Acampora, H., Newton, S., & O'Connor, I. (2017b). Opportunistic sampling to quantify plastics in the diet of unfledged Black Legged Kittiwakes (*Rissa tridactyla*), Northern Fulmars (*Fulmarus glacialis*) and Great Cormorants (*Phalacrocorax carbo*). *Marine pollution bulletin*, 119(2), 171-174.
- Anderson, P. J., Warrack, S., Langen, V., Challis, J. K., Hanson, M. L., & Rennie, M. D. (2017). Microplastic contamination in lake Winnipeg, Canada. *Environmental pollution*, 225, 223-231.
- Backer N., 2013. Tracce e segni degli animali. *Ricca editore*.
- Brichetti P. & Fracasso G., 2003 – 2013. Ornitologia Italiana. Vol. I – VIII. Alberto Perdisa Editore, Bologna.
- Brown, R. (1989). Tracce e segni degli uccelli d'Europa: guida al riconoscimento. *Muzzio editore*.
- Casale F., Brambilla M., Falco R., Bogliani G. (2011). Atlante delle Zone di Protezione Speciale della Lombardia. Fondazione Lombardia per l'Ambiente e Regione Lombardia, Milano.
- Čech, M., & Čech, P. (2015). Diet of the Common Kingfisher (*Alcedo atthis*) in relation to habitat type: a summary of results from the Czech Republic. *Sylvia*, 47, 33-47.
- Čech, M., & Čech, P. (2017). Effect of brood size on food provisioning rate in Common Kingfishers *Alcedo atthis*. *Ardea*, 105(1), 5-17.
- Di, M., & Wang, J. (2018). Microplastics in surface waters and sediments of the Three Gorges Reservoir, China. *Science of the Total Environment*, 616, 1620-1627.
- Fornieris, G., Merati, F., Pascale, M., & Perosino, G. C. (2011). Revisione ed aggiornamento della metodologia dell'Indice Ittico (II). *Biologia Ambientale*, 25(1), 49-62.
- Fry, C. H., & Fry, K. (2010). Kingfishers, bee-eaters and rollers. *A&C Black*.
- Gidmark, N. J., Tarrant, J. C., & Brainerd, E. L. (2014). Convergence in morphology and masticatory function between the pharyngeal jaws of grass carp, *Ctenopharyngodon idella*, and oral jaws of amniote herbivores. *Journal of Experimental Biology*, 217(11), 1925-1932.
- Hallet C., (1977). Contribution à l'étude du regime alimentaire du martin pecheur (*Alcedo atthis*) dans la vallée de la Lesse. *Aves* 14, 128-144.
- Hammer, S., Nager, R. G., Johnson, P. C. D., Furness, R. W., & Provencher, J. F. (2016). Plastic debris in great skua (*Stercorarius skua*) pellets corresponds to seabird prey species. *Marine pollution bulletin*, 103(1-2), 206-210.

- Hurner, H., & Libois, R. (2005). Etude par radiopistage de la territorialité chez le martin pêcheur (*Alcedo atthis*): cas de deux mâles voisins. *Aves*, 42 (1-2), 135-141.
- Isotti, R., & Consiglio, C. (2002). Dieta del Martin pescatore '*Alcedo atthis*' in alcune aree a carattere Mediterraneo. *Rivista Italiana di Ornitologia*, 30, 157-162.
- Kruuk, H., & Parish, T. (1981). Feeding specialization of the European badger *Meles meles* in Scotland. *The Journal of Animal Ecology*, 773-788.
- Nelson, B. (2005). Pelicans, cormorants, and their relatives. *Oxford University Press*.
- Olsen, L. H. (2013). Tracks and Signs of the Animals and Birds of Britain and Europe. *Princeton University Press*.
- Pico, Y., Alfarhan, A., & Barcelo, D. (2019). Nano-and microplastic analysis: Focus on their occurrence in freshwater ecosystems and remediation technologies. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 113, 409-425.
- Piersma, T., & Eerden, M. R. V. (1989). Feather eating in Great Crested Grebes *Podiceps cristatus*: a unique solution to the problems of debris and gastric parasites in fish-eating birds. *Ibis*, 131(4), 477-486.
- Puzzi, M., Trasforini, S., Casoni, A., Bardazzi, M. (2006). Action plan di gestione *Acipenser naccarii*, dei siti riproduttivi e della pesca. Progetto life03nat/it/000113 - Conservazione di *Acipenser naccarii* nel fiume ticino e nel medio corso del Po.
- Raven, P. (1986) The size of minnow prey in the diet of young Kingfishers *Alcedo atthis*, *Bird Study*, 33(1), 6-11
- Reynolds S. J., Hinge M. D. C. (1996). Foods brought to the nest by breeding Kingfishers *Alcedo atthis* in the New Forest of southern England. *Bird Study* 43, 96–102.
- Ryan, P. G., & Fraser, M. W. (1988). The use of Great Skua pellets as indicators of plastic pollution in seabirds. *Emu*, 88(1), 16-19.
- Vilches, A., Miranda, R., & Arizaga, J. (2012). Fish prey selection by the Common Kingfisher *Alcedo atthis* in Northern Iberia. *Acta ornithologica*, 47(2), 167-175.
- Winkler, A., Parolini, M., Antonioli, D., Laus, M., Tremolada, P. (2020). Following the fate of microplastic along the Ticino river. Manuscript in progress.
- Winkler, A., Nessi, A., Antonioli, D., Laus, M., Santo, N., Parolini, M., & Tremolada, P. (2020). Occurrence of microplastics in pellets from the common kingfisher (*Alcedo atthis*) along the Ticino River, North Italy. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-9.