Alma Mater Studiorum – Università Degli Studi di Bologna

Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali – BiGeA

Scuola di Scienze

Corso di Laurea in

Scienze Naturali

Classe L-32 Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e la Natura

Studio della comunità di uccelli della Riserva Naturale Palude Brusà tramite il metodo dell'inanellamento a scopo scientifico

RELATORE

Chiar.ma Prof.ssa Maria Vallisneri

CANDIDATO

Veronica Rossetti

CORRELATORE

Dott. Roberto Pollo

Sessione III

Anno Accademico 2018/2019

INDICE

1- INTRODUZIONE 1

2- LA CLASSE: AVES 6

2.1 Le penne 6

2.2 Lo scheletro 7

2.3 I polmoni 8

2.4 La comunicazione 8

2.5 L' alimentazione 9

2.6 La migrazione 10

3- MATERIALI E METODI 11

3.1 Area di indagine 11

3.2 Protocollo e analisi 12

3.2.1 Standardizzazione 12

3.2.2 Parametri di comunità 18

3.2.3 Struttura di una sessione di inanellamento 20

3.3 Le specie inanellate nelle stagioni riproduttive 2018 e 2019 21

3.3.1 Informazioni generali 21

3.3.2. Check-list delle specie inanellate durante il periodo di studio 22

4- RISULTATI 31

4.1. Ricchezza in specie (S_{tot}) 32

4.2 Abbondanza relativa (Pi) 33

4.3 Diversità (H') 37

4.4 Equiripartizione (J') 37

4.5 Indice di similarità di Sørensen (S') 38

4.6 Diagrammi rango-abbondanza 38

5- DISCUSSIONE E CONCLUSIONI 41

6- BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA 47

7- RINGRAZIAMENTI 50

1- INTRODUZIONE

La comunità è definita come un insieme di specie che occupano una determinata area e interagiscono tra loro direttamente o indirettamente [Smith & Smith, 2017].

È quindi un concetto spaziale; con il termine "comunità" ci riferiamo infatti all'insieme di specie che occupano un luogo con confini definiti. Tale definizione implica che le specie che vivono in stretta associazione possano interagire (competizione, dipendenza per il cibo, sostegno reciproco) o non avere interazione diretta.

La comunità di fatto possiede caratteristiche o attributi che acquistano significato se riferite all'insieme. Alcune di queste sono il numero di specie, le loro abbondanze relative e la natura delle loro interazioni.

L'obiettivo di questo studio è quello di analizzare l'ecologia della comunità ornitica della Riserva Naturale Palude Brusà, situata nel comune di Cerea, in Provincia di Verona. Esistono infatti numerose pubblicazioni dedicate a questa importante area riguardanti l'avifauna, tuttavia non è ancora stato svolto uno studio quantitativo sui parametri di comunità e sulle preferenze ecologiche delle specie di uccelli che frequentano i due principali habitat della riserva: il bosco e il canneto.

Quest'area è importante in quanto è una delle poche zone umide d'acqua dolce rimaste dopo le bonifiche effettuate nelle "Grandi Valli Veronesi" [Pollo, 1990], questo le conferisce un elevato interesse scientifico, ecologico e didattico.

Figura 1.1: Foto scattata nella Riserva Naturale Palude Brusà. (foto: V. Rossetti)

Fino a qualche decennio fa, le zone umide erano considerate ambienti malsani e improduttivi, che dovevano quindi essere bonificate. Le opere di bonifica cominciarono ad essere sistematiche in queste zone già dal 1854, con la costituzione del consorzio delle Valli Grandi Veronesi ed Ostigliesi, e si intensificarono nei decenni successivi con l'avvento del Regno d'Italia [AA.VV., 1983]. Solo in un secondo momento le zone umide furono rivalutate per il loro interesse naturalistico. Negli anni '70 del secolo scorso l'Italia ha infatti aderito alla Convenzione di Ramsar, rendendola esecutiva nel D.P.R. n.448 del 13 marzo 1976.

La Convenzione di Ramsar (Iran,1971), è un trattato intergovernativo che fornisce il quadro per l'azione nazionale, la cooperazione internazionale per la conservazione e l'uso razionale delle zone umide e delle loro risorse [www.isprambiente.gov.it]. Questo risulta essere il primo vero trattato intergovernativo con scopo globale riguardante la conservazione e la gestione degli ecosistemi naturali.

Ed è proprio qui che viene formulata la definizione di zona umida: "Ai sensi della presente convenzione si intendono per zone umide le paludi e gli acquitrini, le torbiere oppure i bacini, naturali o artificiali, permanenti o temporanei, con acqua stagnante o corrente, dolce, salmastra, o salata, ivi comprese le distese di acqua marina la cui profondità, durante la bassa marea, non superi i sei metri" (Art.1 c.1).

Grazie a questa Convenzione le paludi acquisiscono il proprio interesse naturalistico, e da aree soggette a bonifica diventano aree protette e valorizzate.

È proprio in questo contesto che la Riserva Naturale Palude Brusà, nel 2009, è stata riconosciuta Zona Umida di importanza internazionale.

Inoltre, essa è già protetta a livello Comunale (Piano Regolatore), Provinciale (Piano Territoriale Provinciale) e Regionale (P.T.R.C.) [www.oasivallebrusà.it].

A livello europeo invece si inserisce come sito S.I.C. e Z.P.S. (IT3210016) nella rete Natura 2000, che raccoglie più di 2000 Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e più di 600 Zone a Protezione Speciale (ZPS), istituite rispettivamente ai sensi della Direttiva Habitat (1992) e della Direttiva Uccelli (1979) [www.minambiente.it].

L'area del Brusà può inoltre essere definita Riserva, facente parte della categoria IV dello IUCN: Area di conservazione di Habitat/Specie [www.iucn.it].

L'area dell'attuale palude è stata sede di insediamenti umani già dal XII secolo a.C. e la sua storia è proseguita con tentativi di coltivazione, bonifica, contese tra Signori e Comuni vicini, fino ad arrivare ai giorni nostri dove le è stato riconosciuto il proprio valore scientifico.

Valore che si traduce in studi che si sono susseguiti negli anni, variando il soggetto di interesse e l'approfondimento. Tra le varie ricerche, quelle ornitologiche sono state le prime ad essere state effettuate, e continuano ancora oggi, con l'utilizzo di varie metodologie di rilevamento.

Dal 1989 nella Riserva Brusà viene infatti praticata la cattura temporanea e l'inanellamento degli uccelli a scopo scientifico, metodo inizialmente utilizzato per l'analisi di alcune specie indicatrici ambientali, particolarmente utile per ottenere informazioni sulla corretta gestione della Riserva [Pollo & Ferrarese,2007].

Inizialmente la stazione ornitologica ha aderito al progetto PRISCO (Progetto Inanellamento Sforzo Costante), ricerca nazionale promossa dall'INFS (Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica, ora I.S.P.R.A.), con l'obiettivo di monitorare le popolazioni di passeriformi nidificanti. Successivamente vi è stata l'adesione al progetto MonITRing, coordinato dall'ISPRA e attivo dal 2015.

L'inanellamento, fondamentale per l'analisi dell'avifauna, si basa sul marcaggio individuale degli uccelli tramite anelli metallici dotati di codici alfanumerici; in questo modo l'individuo acquisisce una propria identità e diventa riconoscibile. Risulta quindi possibile studiarne l'ecologia, il comportamento, i movimenti e la demografia [AA.VV., 2007].

Tale tecnica di ricerca venne introdotta nel 1890 dall'ornitologo Hans Christian Mortensen. Lo scienziato voleva infatti ideare una metodologia per valutare le rotte migratorie e la sopravvivenza degli uccelli. Inizialmente provò ad applicare un anello di zinco alla zampa di alcuni storni (*Sturnus vulgaris*) in Danimarca, e poi a numerosissimi altri uccelli in modo da marcarli in modo univoco. I risultati arrivarono qualche anno dopo quando cominciarono le prime ricatture in Olanda e Norvegia, con le quali Mortensen potè cominciare a valutare le prime rotte migratorie [Buoninconti, 2019].

Dai primi del '900 la nuova tecnica prende piede in tutta Europa ed arriva fino in America, ed è tutt'oggi utilizzata, anche se con importanti miglioramenti. Gli anelli di zinco, troppo pesanti, sono stati sostituiti con anelli in alluminio, molto più leggeri e meno invasivi. Attualmente l'intera metodologia è stata standardizzata e i metodi di cattura sono stati diversificati in base alle diverse specie e ai loro habitat.

Lo scopo dell'inanellamento è fornire dati circa la modalità di migrazione, demografia e preferenze ecologiche; gli uccelli sono infatti eccellenti indicatori, utilizzati per il monitoraggio e la comprensione delle modificazioni ambientali [AA.VV., 2007].

Gli ornitologi che utilizzano questa tecnica sono professionisti dotati di licenza, acquisita dopo anni di studio a cui sono seguiti esami di verifica delle conoscenze e competenze. Ci vogliono infatti parecchi anni di pratica per imparare a manipolare correttamente gli animali e ad utilizzare in modo sicuro e corretto la strumentazione dedicata.

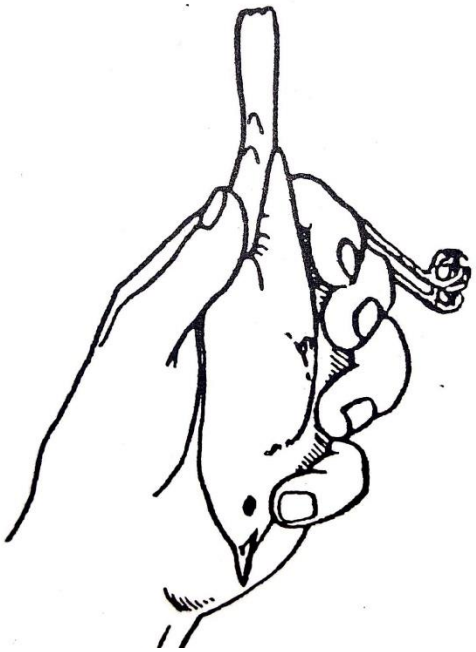


Figura 1.2: Tipica presa usata durante la pratica di inanellamento [Svensson, 1992]

L'enorme lavoro di campo costituisce la base di numerosi libri e pubblicazioni da cui derivano le nostre conoscenze sulla fauna ornitica.

Dato che gli uccelli non si muovono rispettando i confini geografici, è fondamentale una efficiente azione di coordinamento tra gli inanellatori, e in questo ambito si inserisce il ruolo dell'EURING (European Union for Bird Ringing): questa organizzazione si occupa di coordinare e standardizzare tutti gli aspetti dell'inanellamento in Europa.

Grazie all'EURING i dati di ricattura sono resi disponibili per molti ricercatori e vengono usati per studiare un'ampia gamma di aspetti dell'ornitologia: rotte e strategie di migrazione, tassi di sopravvivenza e di dispersione, l'impatto dell'uomo sulle popolazioni degli uccelli e quello esercitato da queste ultime nei confronti delle attività umane [AA.VV., 2007].

In questo contesto si inserisce la stazione di inanellamento della Riserva Naturale Palude Brusà: da più di vent'anni in attività ha permesso di fornire importanti dati e informazioni sull'avifauna.

Nel presente studio si è data attenzione anche alle specie indicatrici ambientali, che spesso acquisiscono un interesse conservazionistico a livello europeo. Una specie indicatrice è

infatti un tipo di bioindicatore che con la propria presenza e consistenza è in grado di fornire informazioni circa lo stato di salute, e quindi di conservazione, di un ecosistema [www.treccani.it].

Tali specie di interesse conservazionistico risultano fondamentali per valutare lo stato e l'integrità dell'habitat, che nel caso della Riserva Brusà rischia di essere compromesso: negli ultimi anni il canneto si mostra sempre più degradato, e questa sofferenza si traduce in un aumento della vegetazione boschiva. Questo significa perdita di habitat fondamentali e quindi scomparsa di molte specie sia animali che vegetali, con conseguente perdita di biodiversità tipica delle zone umide, ormai divenute rare e quindi da conservare con estrema sollecitudine e cura.

Figura 1.3: Inanellamento di un Picchio rosso maggiore (*Dendrocopos major*). (foto: V. Rossetti)

2- LA CLASSE: AVES

Gli uccelli sono una classe di Vertebrati, appartenenti quindi al Phylum Chordata, provvisti di penne. Con quasi 10.000 specie recenti finora descritte, appartenenti ad oltre 2000 generi, gli uccelli sono presenti in quasi tutti gli habitat terrestri del pianeta [Westheide & Rieger, 2011].

Apparvero per la prima volta nel Giurassico e risultano essere discendenti di dinosauri bipedi e carnivori, membri piumati della linea degli arcosauri. La capacità di volare di questi animali, insieme alla possibilità di deambulare a terra data dalle zampe posteriori, consentì loro di accedere a nuove nicchie ecologiche, creando i presupposti per il loro grande successo evolutivo [Russell et al., 2010]. Gli uccelli, inoltre, sono animali endotermi, cioè in grado di aumentare e di regolare la propria temperatura corporea: durante l'attività il nucleo corporeo misura tra i 39°C ed i 44,6°C, mentre si registra qualche grado in meno durante il riposo. Questa caratteristica risultò fondamentale per aumentare notevolmente la capacità adattativa di questi animali. [Westheide & Rieger, 2011].

2.1 Le penne

Il corpo degli uccelli è in gran parte coperto da penne dalla struttura molto complessa, e, una volta formate, costituiscono elementi morti formati da cheratina.

Le funzioni sono molteplici: primariamente il volo e la termoregolazione, senza dimenticare effetti protettivi e di segnalazione. Il piumaggio di un uccello è costituito prevalentemente da penne e piume: le penne possiedono un vessillo a tessitura compatta che forma una superficie curva, garantendo così il sostegno per il volo. Le piume, invece, mancano di un vessillo compatto e per questo provvedono principalmente alla conservazione del calore [Westheide & Rieger, 2011].

L'asse principale di una tipica penna di contorno si suddivide in un calamo basale e un rachide distale, e sui lati del rachide si inseriscono le barbe (elementi di primo ordine), rivestite su entrambi i lati dagli elementi di secondo ordine, le barbule [Westheide & Rieger, 2011].

Tutti questi elementi, di cui ne esistono diversi tipi, contribuiscono a rendere compatta la penna e a formare così il vessillo, in grado di sostenere il volo.

Le penne sono inoltre strettamente associate alla muscolatura liscia che le rende mobili: il loro orientamento è infatti fondamentale per la termoregolazione.

La loro colorazione è determinata prevalentemente dai diversi gradi di ossidazione della melanina, fornendo così una tonalità marrone/nera. Sono però anche coinvolti altri pigmenti come i carotenoidi e le porfirine, mentre le colorazioni più vivaci e le tonalità blu e verdi coinvolgono spesso il contributo di colori strutturali [Westheide & Rieger, 2011].
Ogni anno le penne vengono rinnovate e perse almeno una volta, e questo processo prende il nome di muta. Si basa soprattutto su meccanismi diretti di controllo ormonale, che coinvolgono in particolare la ghiandola tiroidea. Anche gli effetti di segnali temporanei esogeni, quali la lunghezza del giorno e la temperatura, si sono rivelati importanti ai fini di innescare la muta [Westheide & Rieger, 2011]. Questo processo varia da specie a specie: molte cambiano il piumaggio due volte all'anno, alternando una livrea invernale ad una nuziale. In altri casi, oltre alla muta totale, vi può essere anche una muta parziale.

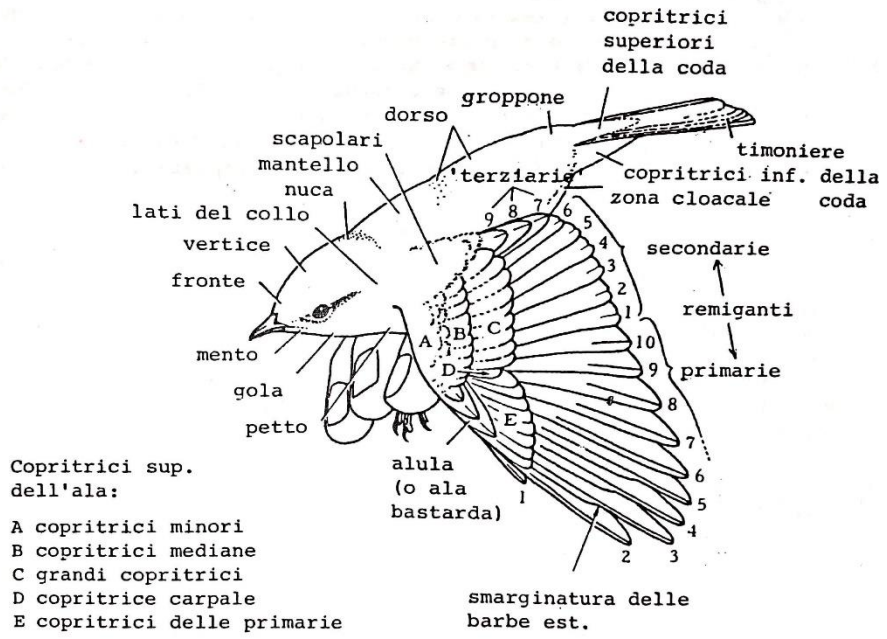


Figura 2.1: nomenclatura delle principali aree del corpo e delle penne (Svensson, 1992)

2.2 Lo scheletro

Lo scheletro degli uccelli è stabile nei confronti di torsione, trazione e pressione, ma allo stesso tempo è assai leggero. Questo grazie al fatto che al posto del midollo, molte ossa ospitano cavità piene d'aria, per questo vengono dette "ossa pneumatiche" [Westheide & Rieger, 2011].
La morfologia del cranio è fortemente influenzata dalla dimensione degli occhi: questi sono molto grandi in quanto la vista è molto sviluppata, tanto che i due bulbi oculari sono

separati solo da una sottile lamina ossea, il setto interorbitale. L'ingrandimento è avvenuto principalmente a spese della muscolatura masticatoria: gli uccelli mancano di denti; è presente però una ranfoteca, cioè una guaina cornea sovrapposta al cranio facciale. Questa è soggetta ad usura e si accresce continuamente, formando il tipico becco [Westheide & Rieger, 2011].

Poiché gli uccelli mancano di labbra mobili e arti anteriori per manipolare il cibo, risulta molto sviluppata la colonna cervicale, lunga e con vertebre molto mobili.

Negli uccelli risulta fondamentale lo sterno, che appare molto ampio proprio per la necessità di ancoraggio dei muscoli pettorali, usati per abbassare l'ala durante il volo battuto.

Per quanto riguarda gli arti posteriori, essi sono adibiti alla deambulazione al suolo, allo slancio per spiccare il volo, insieme all'arrampicamento e al nuoto. Gli arti anteriori, invece, hanno subito modificazioni profonde rispetto al piano strutturale di base a cinque raggi, formando le ali [Westheide & Rieger, 2011].

2.3 I polmoni

I polmoni degli uccelli sono molto piccoli, ma la ventilazione viene garantita dai sacchi aeriferi. Questi si insinuano tra i muscoli e altri organi, immagazzinando aria e svolgendo una funzione di soffietto, asportando inoltre calore dal nucleo corporeo [Westheide & Rieger, 2011]. I polmoni degli uccelli non dispongono di alveoli a fondo cieco (come nei mammiferi), ma costituiscono un complesso sistema di condotti polmonari detti parabronchi, cioè ramificazioni di terzo ordine dei due bronchi principali. Sia durante l'inspirazione che durante l'espirazione, grazie al contributo dei sacchi aeriferi, attraverso i parabronchi fluisce aria ricca di ossigeno. Gli scambi gassosi a livello sanguigno sono resi possibili grazie ad una fitta rete di capillari aeriferi collegati con arterie parallele, che formano un denso reticolo, creando una superficie di scambio assai ampia [Westheide & Rieger, 2011].

2.4 La comunicazione

Gli uccelli comunicano tramite segnali acustici emessi grazie al tipico organo di fonazione, la siringe, che si trova nel punto in cui la trachea si divide nei due bronchi.

Le vocalizzazioni si dividono in canti e richiami:

- I canti vengono emessi solo dai maschi durante il periodo riproduttivo, presentano una struttura complessa e vengono appresi per imitazione. Presentano una doppia funzione: attirano le femmine per l'accoppiamento e segnalano il proprio territorio allontanando i maschi rivali [Westheide & Rieger, 2011].

- I richiami sono invece più semplici e vengono emessi sia dai maschi che dalle femmine durante tutto l'anno. Sono legati a particolari situazioni (allarme, aggregazione) e il loro sviluppo si basa principalmente su fattori genetici [Westheide & Rieger, 2011].

Con le vocalizzazioni gli uccelli comunicano principalmente il loro sesso, la disponibilità all'accoppiamento, avvisano del pericolo, segnalano particolari condizioni esterne e la loro appartenenza ad una determinata specie.

2.5 L' alimentazione

Gli uccelli sono in grado di elaborare diverse strategie trofiche: alcune specie si sono specializzate nella predazione, altre ricercano il plancton o si nutrono di carogne.

Poche specie fitofaghe si nutrono di foglie e gemme, mentre la maggior parte si ciba di semi, frutti, polline o nettare. Molti uccelli cambiano la propria fonte nutritiva con il cambiare delle stagioni, oppure sono generalisti o opportunisti [Westheide & Rieger, 2011].

Il tipo di alimentazione si ripercuote notevolmente sulla forma del becco, che in ogni caso non permette a questi animali di masticare: gli uccelli carnivori deglutiscono per intero le prede più piccole, mentre altre le trattengono con le zampe strappandone i pezzi con il becco. Per quanto riguarda invece il cibo con guscio duro, esso viene aperto con il becco e talvolta utilizzando "utensili" o in altri modi.

Alcune specie sbucciano le cariossidi dei cereali o schiacciano i frutti e semi con rivestimento duro grazie al palato adattato a fungere da appoggio rigido. Molti uccelli fitofaghi hanno infatti un ventriglio muscolare al cui interno il cibo viene sminuzzato grazie ad una spessa cuticola e gastroliti appositamente ingeriti [Westheide & Rieger, 2011].

Gli uccelli sono prevalentemente uricotelici, cioè eliminano l'azoto sotto forma di un impasto povero di acqua, costituito da acido urico, cristallino e insolubile. Negli uccelli fitofagi questo impasto forma un sottile cappuccio bianco sulle feci. Le specie carnivore

invece eliminano feci liquide, comunque composte prevalentemente di acido urico [Westheide & Rieger, 2011].

2.6 La migrazione

Insieme ai mammiferi, ad alcuni anfibi e a numerosi pesci e insetti, gli uccelli sono gli animali maggiormente interessati dalle migrazioni, che infatti sono state studiate soprattutto in questo gruppo [Westheide & Rieger, 2011].

In autunno numerose specie intraprendono lunghe migrazioni spostandosi dalle latitudini settentrionali e intermedie a quelle temperate, ai subtropici o ai tropici. In primavera, dopo il periodo di svernamento, faranno ritorno alle zone di riproduzione. Non tutte le specie migrano, molte sono stanziali o, nel caso di alcune popolazioni, migrano solamente parte degli individui (migratori parziali) [Westheide & Rieger, 2011].

La maggior parte degli uccelli migratori vive in luoghi caratterizzati da stagioni, che si alternano insieme ai cicli produttivi. Le aree favorevoli e ricche di cibo in inverno, non lo sono d'estate e viceversa. È per questo che i migratori percorrono migliaia di chilometri: per evitare caldo o freddo estremo, trovare le condizioni ideali alla riproduzione, e avere il cibo necessario per sè e la prole [Buoninconti, 2019].

La migrazione non è un fenomeno che si definisce in base alla distanza percorsa o al tempo impiegato nello spostamento, è invece un fenomeno stagionale e ciclico da un'area di riproduzione ad una di svernamento [Buoninconti, 2019].

Fondamentale è quindi l'orientamento: gli uccelli migratori devono infatti scegliere la giusta direzione di migrazione e la giusta distanza. Quest'ultima risulta proporzionale all'irrequietezza migratoria, ed esprime la disponibilità endogena di un uccello a migrare [Westheide & Rieger, 2011]. Tutto questo è regolato da orologi circadiani e circannuali interni. I principali strumenti di orientamento usati dagli uccelli sono la bussola solare e quella stellare, e se la visibilità risulta compromessa viene usata una bussola magnetica interna. Influiscono inoltre il riconoscimento di determinate morfologie del paesaggio, la percezione di infrasuoni e la percezione olfattiva [Westheide & Rieger, 2011].

Tutti questi meccanismi sono ancora però un mistero per scienziati e ornitologi, che stanno studiando questi viaggi che spesso coprono migliaia di chilometri.

L'inanellamento (insieme a radiocollari e altre tecniche elettroniche recenti) è uno degli strumenti principali usati per lo studio delle rotte migratorie e degli spostamenti delle varie specie durante i vari periodi dell'anno.

3- MATERIALI E METODI

3.1 Area di indagine

La Riserva Naturale Palude Brusà è una zona umida collocata all'interno del territorio vallivo del comune di Cerea, in provincia di Verona, sulla riva destra del fiume Menago. È proprio sul paleoalveo di questo antico corso d'acqua che si genera la palude: una fascia di territorio più bassa rispetto al circostante piano di campagna, che si estende per 117 ettari. Tale area è attraversata nel suo centro dallo scolo Fossà. Lungo la scarpata sinistra del paleoalveo è stato incanalato l'attuale corso del fiume Menago; sulla scarpata destra invece troviamo lo scolo Canossa, che risulta pensile rispetto al fondovalle. Oltre ai corsi d'acqua sopra citati troviamo anche la seriola Bosco, la fossa Boldiera e lo scolo Drizzagno.

Il fiume principale che ha originato la zona umida rimane però il Menago, fiume di risorgiva che nasce nei pressi di Cà di David (VR), nell'alta pianura veronese, e che a Cerea ha creato questa zona di alto interesse naturalistico.

La vegetazione presente è stata influenzata sia da fattori naturali (clima, posizione geografica, suolo, disponibilità di acqua, fattori biologici) che antropici (raccolta di piante palustri, pratica della bruciatura dei canneti, riprofilazione dei canali, regolazione dei livelli idrici). Si riscontra infatti la presenza di due ambienti principali: il "bosco igrofilo" e il "canneto". Nel primo troviamo principalmente alberi (*Acer campestre, Ulmus minor, Salix* sp.pl., *Alnus glutinosa, Populus* sp. pl.) e arbusti (*Cornus sanguinea, Sambucus nigra, Crataegus sp., Salix cinerea*). Il secondo è invece dominato dalla canna palustre (*Phragmites australis*), dalla Mazzasorda (*Typha latifolia, T. angustifolia*) e secondariamente dalla carice (*Carex* sp.pl.).

Associata alla rigogliosa vegetazione, troviamo una fauna molto biodiversa, tipicamente legata agli ambienti umidi.

Il presente lavoro concentra l'attenzione in particolare sull'avifauna, oggetto di un'attività di ricerca denominata "cattura e inanellamento degli uccelli a scopo scientifico" intrapresa da alcuni ornitologi dell'Associazione Naturalistica Valle Brusà già dal 1989 e proseguita ininterrottamente fino ai giorni nostri.

La Riserva Naturale Palude Brusà presenta, come molte zone umide, alcune criticità, legate principalmente all'avanzare della vegetazione boschiva a scapito del canneto. La conseguenza diretta è la perdita di ecosistemi e specie di ambienti palustri, ormai rari nella Pianura Padana, quasi interamente bonificata.

3.2 Protocollo e analisi

3.2.1 Standardizzazione

Fondamentale per questo tipo di studi è l'utilizzo di protocolli di raccolta dati e analisi standardizzati, che possano eliminare il più possibile gli errori e rendere i dati elaborabili e confrontabili con altri studi.

La metodologia viene dettata dalle linee guida europee dell'EURING e ulteriormente standardizzata a livello italiano dall'ISPRA, che le esprime e trasmette attraverso il progetto MonITring [ISPRA, Circolare n. 0028506]. Tale progetto, attivo dal 2015, è stato introdotto per esigenze di monitoraggio scaturite dalla normativa italiana. Fondamentale è infatti arrivare ad una migliore conoscenza del ruolo dell'Italia per l'avifauna europea nel corso dell'intero ciclo annuale.

Gli obbiettivi del progetto sono:

- Ottenere una sequenza regolare di "istantanee", su base geografica ed ambientale quanto più possibile ampie, della situazione del popolamento ornitico in Italia quale descritta attraverso attività di monitoraggio basato sull'uso standardizzato di reti mist-nets.
- Produrre descrizioni dettagliate, attraverso indici ecologici, della variabilità stagionale nella struttura delle comunità ornitiche presenti nei singoli siti di questa rete nazionale di monitoraggio.
- Porre in relazione tali indici ecologici di comunità con variabili geografiche, climatiche e vegetazionali a scale diverse.
- Per un gruppo di specie ampiamente diffuse su scala geografica, monitorare il possibile utilizzo di tipologie ambientali diverse nel corso dell'anno.

Va ricordato che l'Italia è, oltre ad un'area di nidificazione di una ricca avifauna, una regione di transito e sosta di numerose specie di uccelli europei. Per molte popolazioni di uccelli nidificanti in Europa, e più in generale nel Paleartico, l'Italia costituisce area di preparazione alla partenza verso l'Africa in autunno e di prima sosta per i migratori provenienti dall'Africa in primavera. La ricchezza avifaunistica risulta quindi ampiamente variabile nel corso dell'anno. Per studiarla è quindi necessaria una rete di siti di inanellamento che lavorano in modo stagionalmente coordinato, utilizzando protocolli di campo condivisi e comuni.

Il progetto MonITRing basa quindi le sessioni di inanellamento su un approccio coordinato su base stagionale, geografica e metodologica.

Il metodo operativo descritto, e applicato anche dalla stazione ornitologica della Riserva Naturale Palude Brusà, è il seguente:

- Stagionalità: i periodi di inanellamento sono stabiliti dall'ISPRA, si può infatti partecipare tramite una copertura annuale o parziale, garantendo almeno una giornata per decade. Per aderire al progetto è inoltre necessaria la copertura di almeno 75% delle sessioni previste. La stazione di inanellamento della Riserva Palude Brusà partecipa attualmente operando nel periodo ottobre-maggio.
- Durata della sessione: possibilmente dall'alba al tramonto; in alternativa si possono realizzare sessioni di 6 ore a partire dall'alba. Nella nostra stazione è stata scelta quest'ultima formula con qualche eccezione in inverno: spesso nel primo mattino le reti risultano congelate e quindi è impossibile aprirle senza danneggiarle. In questi casi le reti vengono aperte nel pomeriggio.
- Reti: per aderire al progetto è necessario l'utilizzo di reti mist-net (reti nebbia) adatte alla cattura in prevalenza di passeriformi, con maglia di 16 mm e con 4 sacche. Tali reti sono costituite da sottili fili di nylon e sono state progettate appositamente perché risultino mimetiche ed allo stesso tempo non pericolose per la vita dell'animale catturato. Nell'area di studio sono state installate 10 reti per una lunghezza totale di 100 metri, distribuite in vari transetti in ambiente di bosco e di canneto, mantenendo pressochè equilibrato il numero di metri di rete nei due ambienti. L'area totale in cui sono distribuite è di circa 3 ettari.

  Tali reti risultano essere selettive principalmente per i passeriformi proprio per le proprie caratteristiche strutturali. Rapaci notturni, ardeidi, anatidi e altri ordini tendono essere esclusi, in quanto la conformazione della rete non ne consente la cattura.

Figura 3.1: A sinistra: Martin pescatore catturato. A destra: reti mist-net aperte. (Foto: V. Rossetti)

Figura 3.2: Disposizione delle reti all'interno della Riserva (Google Maps)

Figura 3.3: Aspetto tipico della Riserva Naturale Palude Brusà, in cui si nota la copresenza di piante di bosco e canneto. (Foto: V. Rossetti)

- Raccolta dati: secondo il protocollo previsto dal CNI (Centro Nazionale Inanellamento) vengono raccolti i dati in questa sequenza:

  -Specie

  -Anello

  -Sesso

  -Corda massima (lunghezza dell'ala misurata come distanza tra la congiunzione carpale e la punta della penna primaria più lunga)

  -Terza remigante (lunghezza della terza penna remigante)

  -Abrasioni sulle penne primarie, secondarie, terziarie e della coda

  -Muta

  -Età

  -Grasso

  -Muscolo

  -Presenza della placca incubatrice

  -Peso

Per alcune specie vengono anche effettuate misure facoltative:

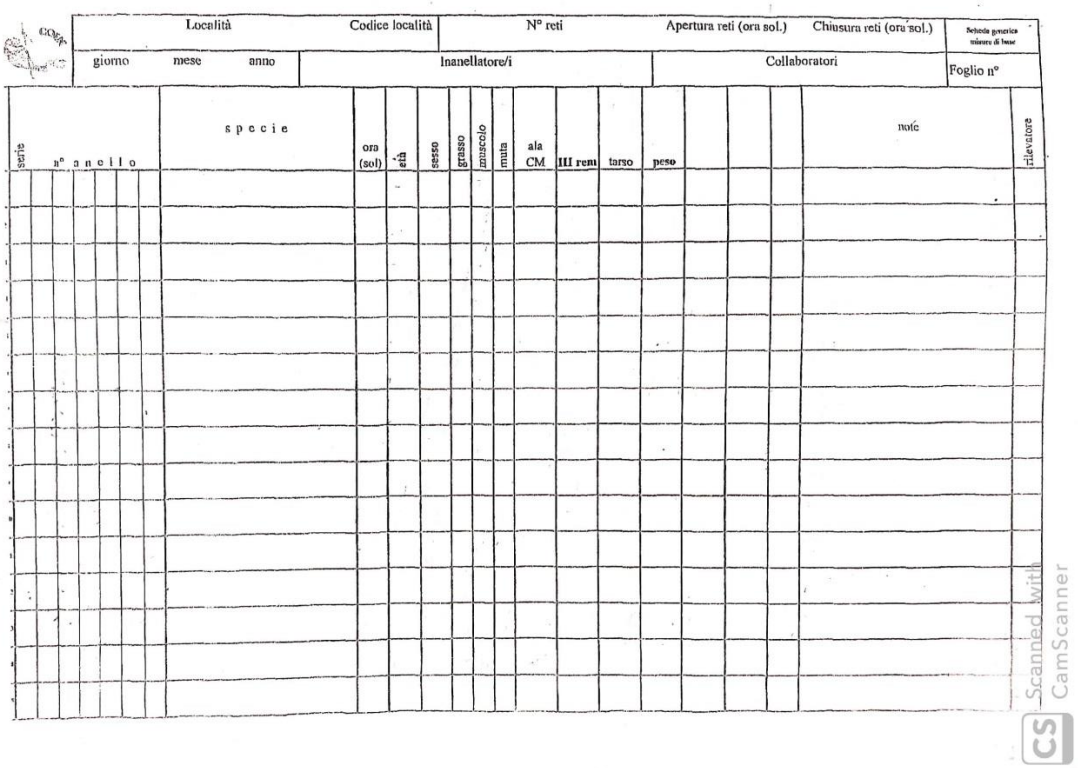
-Altezza del becco

-Lunghezza del becco

-Tarso

-Piede

Figura 3.4: Alcune delle misurazioni effettuate sugli uccelli inanellati. 1: cattura, 2: valutazione delle abrasioni, 3: corda massima, 4: terza remigante, 5: valutazione grasso e muscolo, 6: lunghezza del becco, 7: altezza del becco, 8: valutazione della placca incubatrice, 9: peso.


Località | Codice località | N° reti | Apertura reti (ora sol.) | Chiusura reti (ora sol.) | Scheda generica misure di base

giorno | mese | anno | Inanellatore/i | Collaboratori | Foglio n°

serie | n° anello | specie | ora (sol) | età | sesso | grasso | muscolo | muta | ala CM | III rem | tarso | peso | | | | note | rilevatore

Scanned with CamScanner

Figura 3.5: Scheda per la raccolta dati sul campo

- Strumentazione: per apporre anelli ed effettuare le misure biometriche è necessario l'utilizzo di strumentazione adeguata e dedicata, costituita da pinze, righelli, calibro, dinamometri e bilance di precisione, schede.

Figura 3.6: Alcuni degli strumenti utilizzati per l'inanellamento e il rilievo delle misure biometriche (Foto: M. Rossini)

- Gli anelli, forniti dall'ISPRA, sono molto leggeri e sono dotati di codice alfanumerico per il riconoscimento individuale degli uccelli. Ne esistono di diverse misure e peso, specifici per ciascuna specie.

I dati sono successivamente inseriti tramite computer nell'archivio digitale "Nisoria", e trasmessi con cadenza semestrale all'ISPRA.
Per elaborare i dati raccolti in questa ricerca abbiamo usato i seguenti programmi: Microsoft Word, Microsoft Excell, PAST, Apache Open Office, Primer.

3.2.2 Parametri di comunità

- Ricchezza in specie (S_{tot}): conteggio del numero di specie presenti nella comunità
- Abbondanza relativa (p_i): contributo di ogni specie al numero totale di individui di tutte le specie della comunità. Calcolata come:

$$p_i = n_i/N$$

dove p_i è la proporzione di individui nella comunità appartenenti alla specie i, n_i è il numero di individui della specie i ed N è il numero totale di individui di tutte le specie della comunità. Una specie viene definita dominante quando la sua $p_i > 0.05$ [Turcek,1956].

- Diversità (H') ottenuta tramite l'indice di Shannon [Shannon & Weaver,1963] calcolata con la formula:

$$H' = -\Sigma (p_i) (\ln p_i)$$

dove p_i è la proporzione di individui della comunità, appartenenti alla specie i-esima sul totale degli individui di tutte le specie, e ln è il logaritmo naturale in base 2. In assenza di diversità, quando è presente una sola specie nella comunità, il valore di H' è 0. Il valore massimo dell'indice, che si ottiene quando tutte le specie sono presenti con lo stesso numero di individui, è Hmax = lnS, dove S è la ricchezza in specie.

- Equiripartizione (J') o uniformità in specie (evenness): indica la distribuzione degli individui tra le diverse specie. Il valore massimo dell'indice di Shannon (Hmax) può essere utilizzato per calcolare questo indice di equiripartizione con la formula: J'= H/Hmax quindi J' = H/lnS [Lloyd & Ghelardi, 1964; Pielou, 1966]. La massima uniformità si verifica se ogni specie della comunità presenta lo stesso numero di individui, quindi la stessa abbondanza relativa.
- Indice di similarità di Sørensen (S'): tale indice viene utilizzato per confrontare tra loro due comunità, e si basa sulla presenza o assenza delle specie [Sørensen, 1948]. L'indice si calcola come:

$$S' = 2c / (a + b)$$

Dove "c" è il numero di specie comuni alle due comunità, mentre "a" e "b" corrispondono al numero di specie delle rispettive comunità. Sono state assegnate ad una comunità le specie catturate almeno due volte in quella comunità durante l'intero periodo di studio.

Il valore dell'indice varia da 0, caso in cui le due comunità non hanno alcuna specie in comune, a 1, caso in cui la composizione in specie delle due comunità è identica (tutte le specie sono in comune).

- Test del χ^2: questo test statistico confronta la ripartizione dei soggetti nelle varie categorie con l'ipotesi nulla della distribuzione attesa [Fowler & Cohen, 1987]. Questo test si utilizza quando si ha a che fare con delle variabili qualitative (categoriche), e risente molto della dimensione del campione, infatti risulta privo di significato se le frequenze attese sono inferiori al valore 5. Il test si calcola tramite la seguente formula (considerando che $\Delta_{OA} = O_i - A_i / A_i$ è lo scostamento dall'atteso per ogni categoria):

  $$\chi^2 = \Sigma (O_i - A_i)^2 / A_i$$

  Dove O_i è il valore osservato dell'i-esima categoria, ed A_i è il valore atteso dell'i-esima categoria.

  Il valore di χ^2 ottenuto andrà poi ricercato nelle apposite tabelle di distribuzione, tenendo conto dei gradi di libertà (N-1, dove N è il numero di categorie) e della correzione di Yates effettuata automaticamente dal programma Primer quando c'è un solo grado di libertà. Se il p-value restituito risulta essere < 0,01 il test può essere considerato significativo.

Per esprimere graficamente i risultati ed evidenziare utili considerazioni e conclusioni, sono stati utilizzati i diagrammi rango-abbondanza [Magurran, 2004]: che sintetizzano gli andamenti delle abbondanze relative delle specie all'interno di una comunità. Sull'asse delle ascisse sono indicate le specie in base al rango o grado di importanza della specie, dalla più abbondante a quella meno abbondante. Sull'asse delle ordinate vengono invece indicate le rispettive abbondanze relative utilizzando una scala logaritmica ($\log_{10}$).
Confrontando la pendenza delle curve rango-abbondanza di due diverse comunità, è possibile ricavare il livello di "naturalità" e "maturità" di un ambiente, oppure il suo "stato di degrado" o stress causati da eventi naturali o all'azione di disturbo da parte dell'uomo [Magurran 2004].

3.2.3 Struttura di una sessione di inanellamento

Tenendo presente la metodologia standardizzata sopra descritta, una tipica giornata di inanellamento nell'area di studio prevede l'apertura delle reti prima dell'alba. In questo modo gli uccelli posatisi durante la notte e spostandosi alle prime luci dell'alba, tenderanno più facilmente a finire nelle reti. È quindi necessaria una prima visita alle reti al buio, durante la quale vengono slegate ed aperte.

Successivamente si dovrà attendere almeno mezz'ora per permettere agli uccelli di finirvi intrappolati, anche se i tempi di attesa variano molto in base alle condizioni atmosferiche. Se ad esempio ci si trova in condizioni di pioggia o freddo intensi, è indicata una frequenza di visita maggiore, per evitare che gli animali catturati soffrano.

Per l'estrazione degli uccelli dalle reti è necessaria una particolare cura e precisione per evitare danni all'esemplare: esistono infatti delle tecniche apposite per l'estrazione, che nella maggior parte dei casi prevedono prima la liberazione delle zampe e successivamente del resto del corpo, partendo dalle ali e dirigendosi verso la testa. Gli uccelli così liberati sono temporaneamente inseriti in sacchetti di stoffa e portati alla postazione di raccolta dati. Una volta controllate tutte le reti si procederà all'analisi degli animali: gli inanellatori autorizzati maneggeranno gli uccelli tramite prese specifiche che garantiscono il minor stress possibile, mentre un collaboratore registrerà tutti i dati su una apposita scheda. Verranno subito annotate data, ora di cattura e rete nella quale il singolo uccello è stato preso. Successivamente si procederà con l'identificazione della specie (ad ognuna corrisponde un particolare codice numerico, detto Codice EURING) e l'applicazione dell'anello seguita da tutte le altre misurazioni e registrazioni. Una volta analizzati tutti gli esemplari, e trascorsa circa un'altra mezz'ora o al massimo 45 minuti, si procederà con un nuovo giro di perlustrazione delle reti. Questa routine si ripete per circa 6 ore dall'apertura delle reti, che verranno alla fine arrotolate e quindi chiuse, per evitare che gli animali vengano intrappolati in assenza degli inanellatori. Il numero di catture di una singola giornata varia notevolmente in base al periodo dell'anno: in stagione migratoria e riproduttiva gli esemplari catturati sono solitamente più numerosi, invece durante la stagione invernale tendono ad essere in numero inferiore.

Per questa indagine abbiamo scelto di elaborare i dati raccolti nel periodo 15 marzo-30 giugno degli anni 2018 e 2019. Questo periodo dell'anno coincide infatti con la stagione della migrazione primaverile e della nidificazione degli uccelli [Lambertini, 1987]; quest'ultimo periodo è il più importante da indagare, in quanto rappresenta proprio il momento in cui gli uccelli hanno il legame più forte con un determinato tipo di ambiente.

3.3 Le specie inanellate nelle stagioni riproduttive 2018 e 2019

3.3.1 Informazioni generali

Per stabilire la fenologia delle varie specie, gli uccelli possono essere divisi in 6 categorie in base alle loro abitudini di spostamento/ permanenza in una determinata area [Brichetti & Fracasso,2003]:

- **Nidificante**: specie di cui sono stati sentiti maschi in canto durante l'intera stagione riproduttiva oppure sono stati osservati corteggiamento, costruzione di nidi, parate nuziali o di distrazione per la difesa del nido o dei giovani; trasporto di cibo, giovani appena involati; nidi con uova, presenza di pulcini.
- **Sedentaria**: specie o popolazione legata per tutto il corso dell'anno ad un determinato territorio, dove viene normalmente portato a termine il ciclo riproduttivo; può compiere erratismi stagionali di breve portata, generalmente in autunno-inverno e a seguito di particolari situazioni ambientali e metereologiche.
- **Migratrice**: specie o popolazione che compie annualmente spostamenti dalle aree di nidificazione verso i quartieri di svernamento. Una specie è considerata solo con il termine migratrice in una determinata area quando vi transita senza nidificare o svernare. Può essere migratrice regolare se la presenza nel territorio nel periodo delle migrazioni è costante nel corso degli anni, irregolare se la presenza è saltuaria. Le specie migratrici nidificanti sono denominate "estive".
- **Estivante**: specie o popolazione migratrice che si trattiene in un determinato territorio durante il periodo estivo o buona parte di esso, senza portare a termine il ciclo riproduttivo.
- **Svernante**: specie o popolazione migratrice che si sofferma a passare l'inverno o buona parte di esso in un determinato territorio, ripartendo in primavera verso le aree di nidificazione.
- **Accidentale**: specie che si osserva raramente in un'area, in genere con individui singoli o in numero molto limitato.

I termini svernante, sedentaria e migratrice sono accompagnati talvolta dal termine "parziale" per indicare specie in cui, popolazioni diverse e persino individui diversi della stessa popolazione, mostrano differenze nel comportamento migratorio [Fasola et.al., 1984].

3.3.2. Check-list delle specie inanellate durante il periodo di studio

- Tarabusino *(Ixobrychus minutus)*: piccolo ardeide color camoscio, con macchie brune su capo, dorso e ali. Solitamente si stabilisce nell'area da metà aprile e riparte per l'Africa alla fine dell'estate, considerato quindi estivo e nidificante. Nel 2019 vi è stato un caso di ricattura di un individuo durante l'inverno, evento molto raro, che suggerisce qualche ipotesi sui cambiamenti climatici in atto. In generale però, negli ultimi anni, si è notata una diminuzione del numero di esemplari, probabilmente a causa del degrado del canneto. Categoria Red List IUCN: Vulnerabile (VU). Categoria SPEC: 3.

- Martin pescatore *(Alcedo atthis):* specie dotata di piumaggio blu-azzurro sul dorso, con petto rosso-arancione. Molto legato all'acqua in quanto si nutre di piccoli pesci e nidifica in gallerie scavate lungo gli argini o nel terriccio trattenuto dalle radici di alberi caduti. Sedentario. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: 3.

- Picchio verde *(Picus viridis):* picchio con dorso verde, testa rossa e groppone giallo. Emette un canto tipico simile ad una risata. Sedentario. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: Non-SPEC.

- Picchio rosso maggiore *(Dendrocopos major):* presenta una livrea bianca e nera con una grossa macchia rossa sul ventre. Riconoscibile per il tipico volo ondulato. Sedentario. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: Non-SPEC.

- Ghiandaia *(Garrulus glandarius):* corvide con corpo bruno-rosato; sulle ali presenta una grande macchia bianca, le copritrici alari sono barrate di nero e blu. Sedentaria. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: Non-SPEC.

- Cinciarella *(Cyanistes caeruleus):* piccola cincia con cappuccio azzurro, con due tonalità diverse nel maschio e nella femmina. Migratrice parziale. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: Non-SPEC.

- Cinciallegra *(Parus major*): cincia dalla testa nera, parti inferiori gialle e striscia nera sul ventre. Nidifica nelle cavità di vecchi salici e pioppi, spesso sfruttando i fori fatti dal Picchio rosso maggiore. Sedentaria. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: Non-SPEC.

- Forapaglie*(Acrocephalus schoenobaenus):*si distingue dal Forapaglie castagnolo per la colorazione d'insieme più chiara e striata. Migratore. Categoria Red List IUCN: In Pericolo Critico (CR). Categoria SPEC: Non-SPEC.

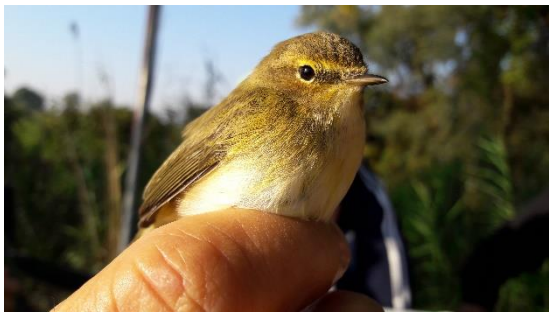
- Cannaiola verdognola *(Acrocephalus palustris):* simile alla cannaiola ma con groppone marrone-verdastro. Carattere discriminante per distinguerlo dalla Cannaiola comune è la misura del piede, inoltre possiede un canto caratteristico, intercalato da fischi e imitazioni di altri uccelli. Migratrice, estiva, nidificante. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: Non-SPEC.

- Cannaiola comune *(Acrocephalus scirpaceus*): si distingue dalla Cannaiola verdognola per il groppone rossiccio e le tinte camoscio sui fianchi. Costruisce il nido in aree con acqua poco profonda (2-5 cm) intrecciandolo su 3-4 canne all'altezza media di un metro dalla superficie dell'acqua. I tassi di ricattura annuale sono elevati, indicando una forte fedeltà al luogo di nidificazione [Pollo et al.,2018a]. Migratrice, estiva e nidificante. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: Non-SPEC.

- Cannareccione *(Acrocephalus arundinaceus):* simile alla cannaiola ma molto più grande, con sopracciglio chiaro pronunciato. Per la nidificazione predilige aree con canne più robuste e acque più profonde rispetto alla Cannaiola comune. Migratore regolare ed estivo nidificante. Categoria Red List IUCN: Quasi Minacciata (NT). Categoria SPEC: Non-SPEC.

- Rondine *(Hirundo rustica):* caratterizzata da piumaggio blu metallico, faccia rossa e coda lunga e biforcuta. Nidifica in edifici rurali vicini alla riserva e sotto i ponti lungo il Menago. Migrante regolare ed estiva. Categoria Red List IUCN: Quasi Minacciata (NC). Categoria SPEC: 3

- Luì piccolo *(Phylloscopus collybita):* molto comune nella Riserva, si distingue dal Luì verde per le zampe nerastre e l'assenza di giallo sulla gola e sul petto. Migratore e svernante. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: Non-SPEC.



- Luì grosso *(Phylloscopus trochilus):* simile al Luì piccolo, ma con tonalità più gialle nel mantello e sulle zampe. Migratore regolare. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: 3

- Usignolo di fiume *(Cettia cetti*): silvide con parti superiori color nocciola scuro, parti inferiori bianco-grigiastre e sopracciglio bianco. Coda ampia e arrotondata che alza e abbassa nervosamente. Nidifica nella vegetazione arbustiva più folta, vicino all'acqua e nei cespugli di rovo, sambuco e sanguinello. Sedentario. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: Non-SPEC.

- Capinera *(Sylvia atricapilla):* dotata di cappuccio terminante sopra l'occhio, nero per il maschio e marrone per la femmina e i giovani. Nidifica nelle macchie di rovo, sanguinello, biancospino e sambuco. Migratrice, parzialmente sedentaria. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: Non-SPEC.

- Beccafico *(Sylvia borin):* Silvide con parti superiori marroncino chiaro e parti inferiori grigio biancastro. Migratore regolare. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: Non-SPEC.

- Sterpazzola *(Sylvia communis):* dotata di ali marroncine, petto leggermente rosato. Migratrice, estiva nidificante. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: Non-SPEC.

- Scricciolo *(Troglodytes troglodytes*): passeriforme molto piccolo con livrea marrone, coda molto corta che tiene costantemente rivolta all'insù. Migratore e svernante. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: Non-SPEC.

- Storno comune (*Sturnus vulgaris*): simile al Merlo, ma con coda più corta. Possiede una livrea invernale nera picchiettata di bianco, mentre quella estiva è nera e verde metallico. Migratore parziale, nidificante. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: 3.

- Tordo bottaccio (*Turdus philomelos*): dotato di dorso marrone e parti inferiori vistosamente macchiate di bruno, con sottoala arancione. Frequenta i boschetti di sambuco, sanguinello e biancospino. Migratore; occasionalmente svernante. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: Non-SPEC.

- Merlo (*Turdus merula*): uccello tipicamente nero se maschio, marrone se femmina. Legato a siepi e boschetti, occasionalmente nidifica anche nei canneti. Nidificante, migratore parziale. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: Non-SPEC.

- Pettirosso (*Erithacus rubecula*): ha il petto arancione e la coda marrone. Frequenta boschi e canneti vicino all'acqua. Migratore e svernante. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: Non-SPEC.

- Usignolo (*Luscinia megarhynchos*): piumaggio marrone uniforme, con coda rosso ruggine. Vive nei boschetti, nidifica nel sottobosco. Migratore regolare ed estivo nidificante. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: Non-SPEC.

- Codirosso comune (*Phoenicurus phoenicurus*): più chiaro rispetto al Codirosso spazzacamino. Con petto rosso, capo nero con macchietta bianca sulla fronte. Migratore. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: Non-SPEC.

- Passera scopaiola (*Prunella modularis*): presenta capo e petto grigio ardesia, dorso marrone striato di nero. Migratrice e svernante. Categoria Red List IUCN: Minor Preoccupazione (LC). Categoria SPEC: Non-SPEC.

- Migliarino di palude (*Emberiza schoeniclus*): livrea estiva del maschio caratterizzata da collare bianco, testa e pettorina nera. La femmina è marroncina con striature nere. Sesso riconoscibile tramite la forma della macchia nera presente sulle piume del capo: più appuntita nella femmina, più tozza nel maschio. Sono presenti due sottospecie: *Emberiza schoeniclus schoeniclus*, migratrice e svernante, caratterizzata da un becco sottile e conico, ed *Emberiza schoeniclus intermedia*, parzialmente sedentaria e nidificante, caratterizzata da becco più spesso e robusto, dimensioni maggiori e colorazione d'insieme più scura. L'analisi delle ricatture dei soggetti *E.s.schoeniclus* svernanti nell'area di studio ha evidenziato una provenienza geografica dall'Europa nord – orientale. L'area di studio si trova infatti lungo una rotta di migrazione autunnale che interessa Svezia, Finlandia, Paesi Baltici e che attraversa Slovacchia, Boemia, Ungheria, Germania, Austria e Croazia [Pollo et al.,2018b]. L'habitat riproduttivo in cui nidifica la sottospecie *E.s.intermedia* è costituito da cariceti misti a canne palustri, salici e sambuchi, utilizzati come posatoi per il canto e il controllo del territorio. Categoria Red List IUCN: Quasi minacciata (NT). Categoria SPEC: Non-SPEC.

Per ciascuna specie è stata indicata la categoria della Lista Rossa IUCN. Quest'ultima è il più completo inventario del rischio di estinzione delle specie a livello globale. Dal 1994 le valutazioni della Lista Rossa IUCN sono basate su un sistema di categorie e criteri quantitativi e scientificamente rigorosi, la cui ultima versione risale al 2017. Queste categorie e criteri, applicabili a tutte le specie viventi a eccezione dei microorganismi, rappresentano lo standard mondiale per la valutazione del rischio di estinzione. [www.iucn.it]

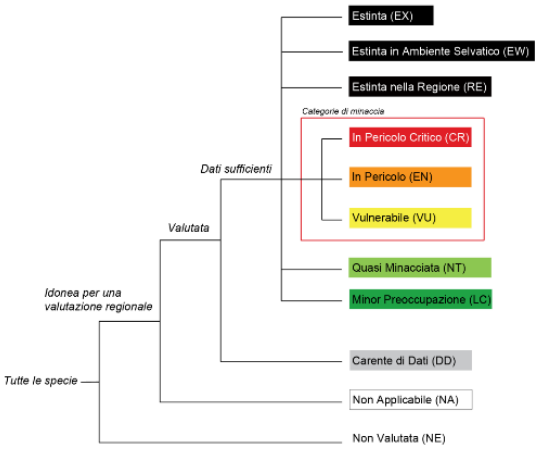


Figura 3.7: Categorie IUCN

Nel 1994 BirdLife International ha istituito il sistema SPEC (Species of European Conservation Concern), cioè Specie Europee di Interesse Conservazionistico, ponendo quindi l'attenzione sulla conservazione a livello europeo. [www.lipu.it]. Questo prevede l'individuazione di 3 principali categorie:

- ✓ SPEC 1: specie presente in Europa e ritenuta di interesse conservazionistico globale, in quanto classificata come gravemente minacciata, minacciata, vulnerabile prossima allo stato di minaccia, o insufficientemente conosciuta secondo i criteri della Lista Rossa IUCN;
- ✓ SPEC 2: specie la cui popolazione globale è concentrata in Europa, dove presenta uno stato di conservazione sfavorevole;
- ✓ SPEC 3: specie la cui popolazione globale non è concentrata in Europa, ma che in Europa presenta uno stato di conservazione sfavorevole.

Oltre a queste tre si aggiunge la categoria Non-SPEC, all'interno della quale ricadono le specie il cui stato della popolazione risulta, per ora, non a rischio. [www.birdlife.org]
Per tutte le specie elencate è stata quindi segnalata la rispettiva categoria.

TABLE 2 Summary of the categories of SPECs and Non-SPECs.

CATEGORY	DESCRIPTION
SPEC 1	European species of global conservation concern, i.e. classified as Critically Endangered, Endangered, Vulnerable or Near Threatened at global level (BirdLife International 2016a).
SPEC 2	Species whose global population is concentrated in Europe, and which is classified as Regionally Extinct, Critically Endangered, Endangered, Vulnerable, Near Threatened, Declining, Depleted or Rare at European level (BirdLife International 2015, Burfield *et al.* submitted).
SPEC 3	Species whose global population is not concentrated in Europe, but which is classified as Regionally Extinct, Critically Endangered, Endangered, Vulnerable, Near Threatened, Declining, Depleted or Rare at European level (BirdLife International 2015, Burfield *et al.* submitted).
Non-SPEC[E]	Species whose global population is concentrated in Europe, but whose European population status is currently considered to be Secure (Burfield *et al.* submitted).
Non-SPEC	Species whose global population is not concentrated in Europe, and whose European population status is currently considered to be Secure (Burfield *et al.* submitted).

Figura 3.8: categorie SPEC

4- RISULTATI

La ricerca svolta nella Riserva Naturale Palude Brusà ha coperto un arco temporale di due anni, 2018 e 2019. In particolare, l'attività di inanellamento si è svolta, con cadenza di un'uscita ogni circa 10 giorni, da ottobre a giugno. In questo modo sono stati coperti il periodo di svernamento, che si estende dall' 1 dicembre al 15 marzo e il periodo riproduttivo, che va dal 15 marzo al 30 giugno [Lambertini, 1987].
Si è valutato però che il periodo più significativo per verificare il legame più stretto degli uccelli con il loro habitat è quello riproduttivo. Inoltre, è in questo lasso di tempo che l'area di studio si popola del maggior numero di specie e individui, e dove gli uccelli già inanellati (ricatture) risultano essere più numerosi. Si è deciso quindi in questo lavoro, di elaborare esclusivamente i dati del periodo 15/3 – 30/6. Questa selezione ci ha garantito un maggior numero di dati e dei risultati più significativi.

Le sessioni di inanellamento nella stagione riproduttiva 2018 sono state 8, mentre quelle in stagione riproduttiva 2019 sono state 10, con un totale di 18 uscite. Il numero diverso di uscite è stato determinato dalle condizioni meteo, non sempre favorevoli.

ANNO	MESE				TOTALE
	Marzo	**Aprile**	**Maggio**	**Giugno**	
2018	2	2	3	1	8
2019	1	3	3	3	10
2018+2019	3	5	6	4	18

Tabella 4.1: Sessioni di inanellamento nelle stagioni riproduttive 2018-2019.

4.1. Ricchezza in specie (S_{tot})

Il primo step dell'analisi dei dati è stato quello di elencare le specie catturate nelle due stagioni riproduttive 2018 e 2019, seguendo l'ordine sistematico di Fracasso *et al*. 2019

N°	SPECIE	NOME SCIENTIFICO	CODICE EURING
1	Tarabusino	*Ixobrychus minutus*	00980
2	Martin pescatore	*Alcedo atthis*	08310
3	Picchio verde	*Picus viridis*	08560
4	Picchio rosso maggiore	*Dendrocopos major*	08760
5	Ghiandaia	*Garrulus glandarius*	15390
6	Cinciarella	*Cyanistes caeruleus*	14620
7	Cinciallegra	*Parus major*	14640
8	Forapaglie comune	*Acrocephalus schoenobaenus*	12430
9	Cannaiola verdognola	*Acrocephalus palustris*	12500
10	Cannaiola comune	*Acrocephalus scirpaceus*	12510
11	Cannareccione	*Acrocephalus arundinaceus*	12530
12	Rondine	*Hirundo rustica*	09920
13	Luì piccolo	*Phylloscopus collybita*	13110
14	Luì grosso	*Phylloscopus trochilus*	13120
15	Usignolo di fiume	*Cettia cetti*	12200
16	Capinera	*Sylvia atricapilla*	12770
17	Beccafico	*Sylvia borin*	12760
18	Sterpazzola	*Sylvia communis*	12750
19	Scricciolo comune	*Troglodytes troglodytes*	10660
20	Storno comune	*Sturnus vulgaris*	15820
21	Tordo bottaccio	*Turdus philomelos*	12000
22	Merlo comune	*Turdus merula*	11870
23	Pettirosso	*Erithacus rubecula*	10990
24	Usignolo	*Luscinia megarhynchos*	11040
25	Codirosso comune	*Phoenicurus phoenicurus*	11220
26	Passera scopaiola	*Prunella modularis*	10840
27	Migliarino di palude	*Emberiza schoeniclus*	18770

Tabella 4.2: Elenco delle specie in ordine sistematico, con rispettivo codice identificativo EURING

Come si può vedere, la ricchezza in specie (S_{tot}) è di 27, data dal totale di specie catturate nei due anni interessati dallo studio.

Gli ambienti che si individuano all'interno dell'area sono due: il bosco igrofilo e il canneto. La maggior parte delle specie è stata catturata in uno dei due ambienti, preferendolo all'altro probabilmente per la presenza di siti di nidificazione, posatoi per il canto territoriale o ricerca di cibo. Una parte di queste invece è stata catturata in entrambi.

Dalla tabella 4.3 si può notare che la ricchezza in specie (S_{tot}) nell'ambiente di bosco è 20, nel canneto è invece 17.

SPECIE	NOME SCIENTIFICO	CANNETO	BOSCO
Tarabusino	*Ixobrychus minutus*	X	
Martin pescatore	*Alcedo atthis*	X	X
Picchio verde	*Picus viridis*		X
Picchio rosso maggiore	*Dendrocopos major*		X
Ghiandaia	*Garrulus glandarius*		X
Cinciarella	*Cyanistes caeruleus*		X
Cinciallegra	*Parus major*		X
Forapaglie comune	*Acrocephalus schoenobaenus*	X	
Cannaiola verdognola	*Acrocephalus palustris*	X	X
Cannaiola comune	*Acrocephalus scirpaceus*	X	X
Cannareccione	*Acrocephalus arundinaceus*	X	
Rondine	*Hirundo rustica*	X	
Luì piccolo	*Phylloscopus collybita*	X	X
Luì grosso	*Phylloscopus trochilus*		X
Usignolo di fiume	*Cettia cetti*	X	X
Capinera	*Sylvia atricapilla*	X	X
Beccafico	*Sylvia borin*		X
Sterpazzola	*Sylvia communis*		X
Scricciolo comune	*Troglodytes troglodytes*	X	
Storno comune	*Sturnus vulgaris*	X	X
Tordo bottaccio	*Turdus philomelos*		X
Merlo comune	*Turdus merula*	X	X
Pettirosso	*Erithacus rubecula*	X	X
Usignolo	*Luscinia megarhynchos*	X	X
Codirosso comune	*Phoenicurus phoenicurus*	X	
Passera scopaiola	*Prunella modularis*		X
Migliarino di palude	*Emberiza schoeniclus*	X	

Tabella 4.3: Elenco delle specie catturate nelle due stagioni riproduttive 2018-19 con preferenza di habitat

4.2 Abbondanza relativa (Pi)

Sono state calcolate le abbondanze relative delle specie appena descritte, cioè il contributo di ogni specie al numero totale di individui di tutte le specie della comunità secondo la formula:

$$p_i = n_i/N$$

dove p_i è la proporzione di individui nella comunità appartenenti alla specie i, n_i è il numero di individui della specie i ed N è il numero totale di individui di tutte le specie

nella comunità. Una specie viene definita dominante quando la sua $p_i > 0.05$ [Turcek,1956].

Per quanto riguarda il numeratore n_i, sono stati conteggiati gli esemplari catturati nelle due stagioni riproduttive, divisi nei due ambienti, considerando ciascun individuo una sola volta (non le sue ricatture).

INDIVIDUI CATTURATI PER CIASCUNA SPECIE NEL PERIODO 2018- 2019					
SPECIE	**CANNETO**	**BOSCO**	**TOT**	**χ^2**	**p-value**
Tarabusino	3	0	3		
Martin pescatore	14	3	17	2.41	0.121 n.s.
Picchio verde	0	3	3		
Picchio rosso maggiore	0	2	2		
Ghiandaia	0	1	1		
Cinciarella	0	1	1		
Cinciallegra	0	3	3		
Forapaglie comune	1	0	1		
Cannaiola verdognola	7	10	17	1.76	0.184 n.s.
Cannaiola comune	77	13	90	18.66	**<0.001***
Cannareccione	4	0	4		
Rondine	1	0	1		
Luì piccolo	8	1	9		
Luì grosso	0	3	3		
Usignolo di fiume	5	7	12		
Capinera	5	31	36	26.72	**<0.001***
Beccafico	0	1	1		
Sterpazzola	0	3	3		
Scricciolo comune	1	0	1		
Storno comune	62	3	65	28.02	**<0.001***
Tordo bottaccio	0	2	2		
Merlo comune	1	11	12		
Pettirosso	4	14	18	8.78	**0.003***
Usignolo	1	16	17	17.58	**<0.001***
Codirosso comune	1	0	1		
Passera scopaiola	0	2	2		
Migliarino di palude	4	0	4		
TOTALE	199	130	329		

Tabella 4.4: Numero di individui catturati per ogni specie durante le due stagioni riproduttive, nei due ambienti. Test del χ^2 con significatività elevata segnata da asterisco*. n.s = non significativo.

Per quanto riguarda il denominatore N, in base all'ambiente di cattura gli esemplari sono stati divisi in bosco e canneto, e successivamente si sono considerate le ricatture, conteggiando ciascun esemplare ricatturato nella stessa stagione riproduttiva una sola volta.

Tali conteggi sono esplicitati nella tabella 4.5

STAGIONE RIPRODUTTIVA 2018	**CANNETO**	**BOSCO**	**TOTALE**
Uccelli inanellati	135	49	184
Ricatture (contate una sola volta)	20	14	34
Uccelli inanellati + ricatture	155	63	218
STAGIONE RIPRODUTTIVA 2019	**CANNETO**	**BOSCO**	**TOTALE**
Uccelli inanellati	31	50	81
Ricatture (contate una sola volta)	13	17	30
Uccelli inanellati + ricatture	44	67	111

Tabella 4.5: Conteggi degli esemplari catturati e ricatturati nelle due stagioni riproduttive considerate.

A questo punto si è potuto procedere con il calcolo delle abbondanze relative, dividendo il numero di esemplari di ciascuna specie catturati in ciascun ambiente, per il totale di esemplari catturati in ciascun ambiente nelle due stagioni riproduttive, (155+44=199 in canneto e 63+67=130 in bosco).

Le abbondanze relative sono espresse nella tabella 4.6

Esempio di calcolo per il Martin pescatore:

Pi canneto: 14/199= 0.070

Pi bosco: 3/130= 0.015

ABBONDANZE RELATIVE (Pi) STAGIONI RIPRODUTTIVE 2018+2019		
SPECIE	**CANNETO**	**BOSCO**
Tarabusino	0.015	
Martin pescatore	**0.070 ***	0.015
Picchio verde		0.023
Picchio rosso maggiore		0.015
Ghiandaia		0.008
Cinciarella		0.008
Cinciallegra		0.023
Forapaglie comune	0.005	
Cannaiola verdognola	0.035	**0.077 ***
Cannaiola comune	**0.387 ***	**0.100 ***
Cannareccione	0.020	
Rondine	0.005	
Luì piccolo	0.040	0.008
Luì grosso		0.023
Usignolo di fiume	0.025	**0.054 ***
Capinera	0.025	**0.239 ***
Beccafico		0.008
Sterpazzola		0.023
Scricciolo comune	0.005	
Storno comune	**0.312 ***	0.023
Tordo bottaccio		0.015
Merlo comune	0.005	**0.085 ***
Pettirosso	0.020	**0.108 ***
Usignolo	0.005	**0.123 ***
Codirosso comune	0.005	
Passera scopaiola		0.015
Migliarino di palude	0.020	

Tabella 4.6: Abbondanze relative nelle stagioni riproduttive 2018-2019. Le specie dominanti sono indicate con asterisco *

Nella tabella 4.4 si è voluto inoltre valutare la significatività della preferenza di una specie per uno dei due ambienti considerati. Per fare questo è stato applicato il test del χ^2 per le categorie che presentavano più di 15 individui.

4.3 Diversità (H')

Si è proceduto poi con la diversità (H'), ottenuta tramite l'indice di Shannon [Shannon & Weaver,1963] calcolata con la formula dapprima citata:

$$H' = -\Sigma (p_i) (\ln p_i)$$

Dalla tabella 4.4 si può notare che le specie catturate in canneto sono 17, quelle catturate in bosco sono invece 20. Tenendo presenti le abbondanze relative calcolate nella tabella 4.6 è stata così calcolata la Diversità (H'):

	H'	LOWER	UPPER
CANNETO	1.808	1.633	1.966
BOSCO	2.498	2.366	2.634

Tabella 4.7: Valori di H' e limiti fiduciali calcolati con PAST [Ryan *et al*,1995]

I valori restituiti, tabulati nella tabella 4.7, indicano quindi che la diversità nel bosco è maggiore rispetto alla diversità nel canneto.

4.4 Equiripartizione (J')

L' Equiripartizione (J') o uniformità in specie (evenness) indica la distribuzione degli individui tra le diverse specie. Con i valori della tabella 4.7 è stata quindi calcolata l'equiripartizione nei due ambienti di riferimento, ricavando i seguenti risultati, riportati in tabella 4.8.

	J'	LOWER	UPPER
CANNETO	0.3587	0.3117	0.4268
BOSCO	0.6078	0.5325	0.6964

Tabella 4.8: Valori di J' e limiti fiduciali calcolati con PAST

Tali valori indicano che l'equiripartizione è maggiore nel bosco, e in nessuno dei due ambienti le specie sono egualmente abbondanti: se così fosse, il valore restituito dovrebbe essere pari a 1.

4.5 Indice di similarità di Sørensen (S')

Tale indice viene utilizzato per verificare la somiglianza tra due comunità e si basa sulla presenza o assenza delle specie in un determinato ambiente [Sørensen, 1984].
L'indice si calcola come:

$$S' = 2c / (a + b)$$

Sono state assegnate ad una comunità le specie catturate almeno con due individui in quella comunità durante l'intero periodo di studio.
Considerando che:
- c = (n° individui di specie comuni ai due ambienti di bosco e canneto) = 10
- a = (n° individui di specie di canneto) = 17
- b (n° individui di specie di bosco) = 20

Allora:
S'= 2 x 10 / (17+20) = 0.74
Si nota quindi un discreto grado di somiglianza tra le 2 comunità di uccelli.

4.6 Diagrammi rango-abbondanza

I diagrammi rango-abbondanza [Magurran, 2004] costituiscono un metodo classico utilizzato per descrivere graficamente gli andamenti delle abbondanze relative delle specie all'interno delle comunità.
Sull'asse delle ascisse sono indicate le specie in base al rango o grado di importanza della specie, dalla più abbondante a quella meno abbondante. Sull'asse delle ordinate vengono invece indicate le rispettive abbondanze relative utilizzando una scala logaritmica ($\log_{10}$).
Ad ogni specie è stato associato il rispettivo rango e successivamente è stato calcolato il logaritmo in base 10 di ciascuna abbondanza relativa moltiplicata per 1000. Tutto ciò è stato fatto tenendo sempre separati i due ambienti considerati.
I valori sono elencati nella tabella 4.9.

CANNETO		
RANGO	**SPECIE**	**Pi IN SCALA LOG**
1	Cannaiola comune	2.59
2	Storno comune	2.49
3	Martin Pescatore	1.85
4	Luì piccolo	1.60
5	Cannaiola verdognola	1.54
6	Usignolo di fiume	1.40
6	Capinera	1.40
7	Cannareccione	1.30
7	Pettirosso	1.30
7	Migliarino di palude	1.30
8	Tarabusino	1.18
9	Forapaglie comune	0.70
9	Rondine	0.70
9	Scricciolo	0.70
9	Merlo	0.70
9	Usignolo di fiume	0.70
9	Codirosso comune	0.70

BOSCO		
RANGO	**SPECIE**	**Pi IN SCALA LOG**
1	Capinera	2.38
2	Usignolo	2.09
3	Pettirosso	2.03
4	Cannaiola	2.00
5	Merlo	1.93
6	Cannaiola verdognola	1.89
7	Usignolo di fiume	1.73
8	Picchio verde	1.36
8	Cinciallegra	1.36
8	Luì grosso	1.36
8	Sterpazzola	1.36
8	Storno comune	1.36
9	Martin pescatore	1.18
9	Picchio rosso m.	1.18
9	Tordo bottaccio	1.18
9	Passera scopaiola	1.18
10	Ghiandaia	0.90
10	Cinciarella	0.90
10	Luì piccolo	0.90
10	Beccafico	0.90

Tabella 4.9: Elenco delle specie dei due ambienti con rispettivo rango e Pi trasformata in log $_{10}$

A questo punto è stato possibile tracciare le curve rango-abbondanza per i due ambienti (Figura 1).

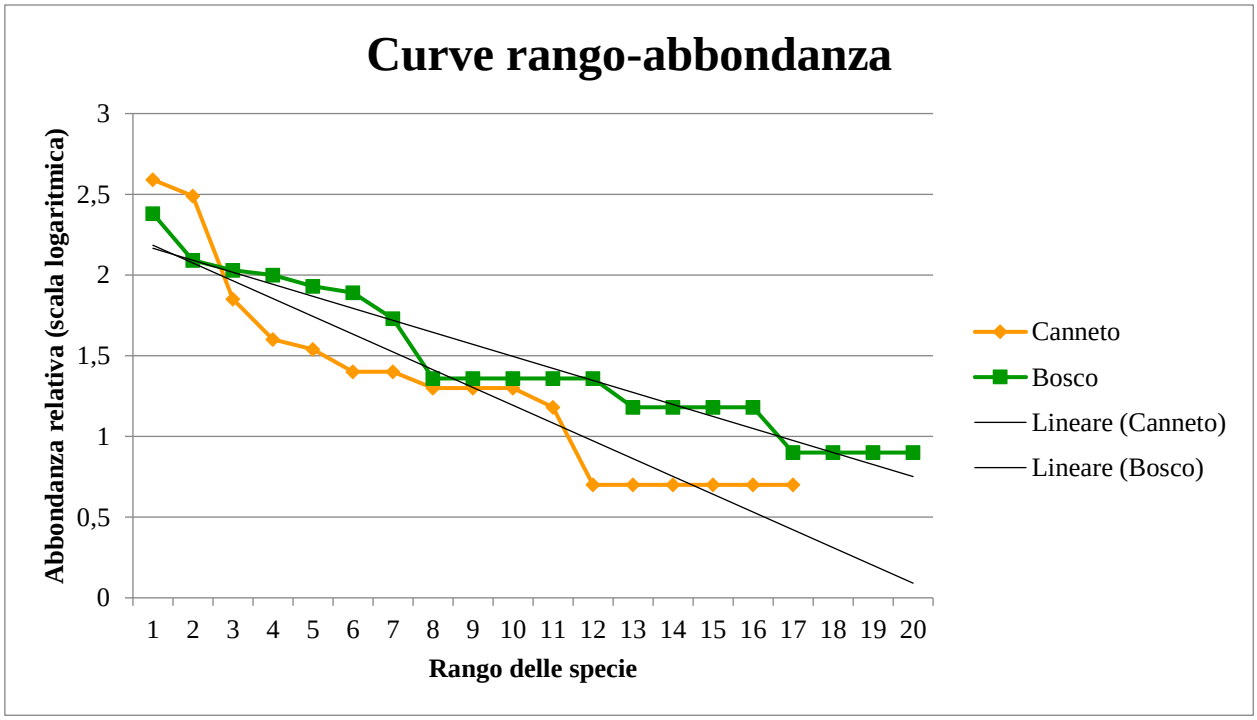


Figura 4.1: Curve rango-abbondanza delle comunità di uccelli negli ambienti bosco e canneto e loro tendenze lineari.

Dal grafico si può notare che si sono ottenute due curve: una relativa alle specie di bosco e una relativa a quelle di canneto. Ciascun punto corrisponde ad una determinata specie, con il suo rango e la sua abbondanza relativa.
La pendenza della curva ci permette di fare delle considerazioni sull'equiripartizione di una comunità, sul suo stato di degrado, "maturità ecologica" e quindi stabilità. In un ambiente con elevato carattere di naturalità, maturo e stabile, si riscontra un maggior equilibrio tra le specie (maggiore equiripartizione), che sono generalmente in numero maggiore. Questo si traduce in una minore pendenza della curva rango-abbondanza, che nel nostro diagramma corrisponde a quella dell'ambiente di bosco. Al contrario, in un ambiente degradato e poco stabile c'è uno squilibrio nelle abbondanze relative e generalmente un numero ridotto di specie. La pendenza della curva sarà quindi maggiore, e questo infatti è ciò che si nota nella curva relativa al canneto.

5- DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

I risultati mostrano che, nelle stagioni riproduttive dei due anni considerati, vi è una maggior ricchezza specifica nell'habitat di bosco (S_{tot} =20), mentre nel canneto è presente un numero minore di specie (Stot =17) (Tabella 4.3). Tale differenza viene confermata dal valore dell'indice di Shannon (H'), che è più alto per il bosco (H'= 2.50), e più basso per il canneto (H'= 1.81). Per quanto concerne l'utilizzo dell'habitat, si è riscontrato che su 27 specie, 10 sono state catturate sia nel bosco che nel canneto; si è quindi voluto verificare se in questo caso, ci fosse una preferenza per uno dei due ambienti, utilizzando il test del χ^2. Tale calcolo è stato effettuato sulle specie che presentavano almeno 15 esemplari catturati totali, in modo che le frequenze attese non risultassero inferiori al valore di 5 [Fowler & Cohen, 1987]; in questo modo si è garantita l'attendibilità del test. I risultati ci hanno permesso di concludere che la Cannaiola comune e lo Storno denotano una preferenza statisticamente significativa per il canneto, mentre Capinera, Usignolo e Pettirosso sono legati in modo altrettanto significativo all'ambiente di bosco. Il test si è potuto applicare anche al Martin pescatore e alla Cannaiola verdognola, che però non hanno evidenziato associazioni significative con uno dei due ambienti considerati.

Nonostante il numero di specie catturate in canneto sia inferiore rispetto a quello delle specie catturate nel bosco, dalla tabella 4.5 si può notare che il numero di individui catturati (considerando le ricatture una sola volta) è invece maggiore. Il canneto è frequentato da poche specie dominanti (3) rappresentate da molti individui; in questo ambiente infatti le cannaiole nidificano formando piccole "colonie" e gli storni in inverno e fino all'inizio della primavera formano "dormitori notturni" appollaiandosi in gruppo sulle canne palustri. La comunità del bosco ha invece un numero maggiore di specie dominanti (7) e ciascuna di esse è rappresentata in generale da un numero inferiore di individui rispetto al canneto.

Queste considerazioni sono in accordo con i valori di equiripartizione (evenness, J') emersi (Tabella 4.8): il bosco (0.61) presenta un valore maggiore rispetto al canneto (0.36), dimostrando che la sua comunità di uccelli presenta una quantità tendenzialmente più equilibrata di individui per ciascuna specie. Nel canneto invece alcune specie dominanti contano il maggior numero di esemplari, e le restanti ne contano solo una minima parte.

Un sistema per visualizzare in modo sintetico le considerazioni suddette ed evidenziare ulteriori proprietà delle due comunità in studio, è costituito dall'analisi delle curve rango-abbondanza (Figura 4.1) delle comunità. Esse mettono in relazione le abbondanze relative

con il “rango” o grado di importanza delle specie e danno informazioni sulla biodiversità, sull’equilibrio tra le specie e sul degrado dell’ambiente in cui vive una comunità.
La minore pendenza della curva relativa alla comunità del bosco (ben esplicitata grazie alle tendenze lineari) conferma una maggiore equiripartizione tra gli individui delle varie specie. La curva relativa al canneto, mostrando una maggiore pendenza, conferma invece la minore equiripartizione. La pendenza delle curve rango-abbondanza permette di valutare anche l’omogeneità vegetazionale, lo stato di degrado e la stabilità di un determinato ambiente.
E’ noto che le curve rango-abbondanza di comunità tipiche di ambienti con elevato grado di naturalità, alta eterogeneità vegetazionale e stabilità, presentano minore pendenza rispetto a quelle di comunità tipiche di ambienti degradati, stressati da interventi antropici e con bassa eterogeneità [Magurran 2004].
Per quanto riguarda il grado di somiglianza tra le due comunità, si è valutato l’indice di Sørensen, che ha restituito un valore pari a S’= 0.74. Un risultato pari ad 1 corrisponderebbe ad una composizione in specie identica tra le due comunità, mentre 0 sarebbe indice di una totale differenza. Il dato da noi ottenuto indica quindi una discreta somiglianza tra le due comunità di bosco e canneto. I motivi probabilmente risiedono nel fatto che nell’area di studio i canneti in cui erano posizionate le reti non sono molto distanti dalle aree boscate, perciò alcuni individui potevano essere catturati durante i loro movimenti di ricerca di cibo o di difesa territoriale in entrambi gli habitat. Inoltre all’interno e soprattutto ai margini del bosco sono comunque presenti lembi di canneto, che possono aver attratto specie tipiche di quest’ultimo habitat.
L’analisi suddetta può essere estesa in generale, allo stato in cui si trova l’intera Riserva Naturale Palude Brusà: il bosco igrofilo infatti attualmente è in “buona salute” e si sta espandendo sempre di più a scapito dei cariceti e dei i canneti i quali, in passato piuttosto estesi e ben strutturati, oggi si stanno progressivamente degradando e riducendo.
Per confrontare i risultati della nostra ricerca con altri studi analoghi, abbiamo consultato i parametri di comunità rilevati in altri ambienti naturali italiani con caratteristiche vegetazionali simili a quelle presenti nella Riserva Naturale Brusà: Macchia di Capocotta (Lazio) [Trotta, 2017] ambienti ripariali del lago di Montepulciano (SI) [Lambertini, 1987], lago di Cavazzo (Friuli Venezia Giulia) [Rassati, 2009], lago Trasimeno (Umbria) [Muzzatti *et.al.*, 2010]; siepi arboreo-arbustive lungo corsi d’acqua nella pianura cuneo-torinese [Capello & Boano, 2010]; saliceti ripariali nelle golene del fiume Po in provincia

di Piacenza (PC) [Montanari, 1991]; bosco d'impianto in agroecosistema della pianura veronese [Pollo & Balasso, 2019].

AREA DI STUDIO	PERIODO RIPRO.	METODOLOGIA	Stot		H'		J'	
			C	B	C	B	C	B
Lago Trasimeno	1996-2007	Cattura e inanellamento standardizzato	33		1.71			
Macchia di Capocotta	2012	I.K.A. (Indice Kilometrico di Abbondanza)		30		2.85		0.84
Fiume Po (PC)	1989	Mappaggio dei territori		20		2.44		0.81
Lago di Montepulciano	1983	Transetto lineare	21		2.57		0.84	
Lago di Cavazzo	1998-2002	I.P.A. (Indice puntuale di Abbondanza)	12	36	1.31	1.72	0.94	0.95
Pianura cuneo-torinese	2009	I.K.A (Indice Kilometrico di Abbondanza)		20 (S)		2.39 (S)		
Agroecosistema veronese	2013-2019	Transetto lineare		19		2.81		0.95
Presente ricerca	2018-2019	Cattura e inanellamento standardizzato	17	20	1.81	2.50	0.36	0.61

Tabella 5.1. - Confronto tra i parametri di comunità della presente ricerca e quelli di altri studi compiuti in ambienti analoghi. (S = siepi arboreo arbustive).

Nello studio sulle siepi arboreo-arbustive della pianura cuneo-torinese, è stata svolta un'analisi molto simile a quella della Palude Brusà, in quanto sono state confrontate due sottozone con caratteristiche ecologiche leggermente differenziate.

Anche in questo studio una delle due comunità è risultata più ricca, più diversa e più naturale rispetto all'altra, differenze che si ipotizza siano legate al degrado e alla riduzione dell'habitat. In questo studio sono state rilevate 45 specie, in numero maggiore rispetto alla nostra ricerca (27) tuttavia ciò è con ogni probabilità dovuto al diverso metodo di rilevamento, in quanto la cattura con reti mist nets è fortemente selettiva sui passeriformi di piccole o medie dimensioni ed esclude quasi interamente rapaci diurni e notturni, ardeidi, anatidi, rallidi ed altri uccelli acquatici che invece sono conteggiati con il metodo utilizzato in quella ricerca (contatti visivi ed uditivi). I valori di diversità (2.58 e 2.21) sono comunque sovrapponibili al nostro valore riferito al bosco igrofilo (2.50).

Nello studio sul lago Trasimeno la ricchezza specifica del canneto è più elevata (33) rispetto a quella della Palude Brusà (17); questa differenza può essere dovuta alla diversa durata del periodo di rilevamento, che nel Lago Trasimeno è stata di 11 anni ed ha permesso con tutta probabilità di contattare più specie rispetto ai nostri 2 anni di ricerca. Inoltre, il canneto della Palude Brusà attualmente è in fase di degrado e riduzione e ciò ha sicuramente influito nella possibilità di ospitare determinate specie più ecologicamente "esigenti". I valori di equiripartizione e di diversità risultano comunque similari tra le due aree di studio.

Nel lago di Cavazzo, sono stati individuati e confrontati due habitat similari a quelli della Palude Brusà: bosco ripariale e fragmiteto. I parametri ottenuti appaiono molto simili a quelli della nostra ricerca: la ricchezza specifica è maggiore nel bosco rispetto al fragmiteto (rispettivamente 36 e 12), così come la diversità (1.72 e 1.31). Risultati differenti si riscontrano invece per quanto riguarda l'indice di somiglianza, che restituisce un dato di minore similarità tra i due ambienti (0.48). È interessante notare che anche in questo studio si indica come presunto responsabile della scarsa diversità del canneto, proprio la riduzione e degradazione di quest'ultimo.

Lo studio sulla macchia di Capocotta, che è una complessa e matura formazione forestale, mostra una maggiore ricchezza in specie (30) rispetto alla Palude Brusà, ma con equiripartizione e diversità di Shannon piuttosto simili, così come nel saliceto ripariale del fiume Po.

L'importanza dell'ambiente di canneto viene sottolineata anche nello studio sul ciclo annuale condotto sulle rive del Lago di Montepulciano, che ha dimostrato un'elevata quantità di specie presenti durante il periodo di nidificazione. Nonostante i parametri di quest'ultima ricerca siano in generale più elevati rispetto al nostro caso, risultano comunque similari e confrontabili.

Si è rivelato utile anche il confronto fra la comunità di uccelli della Riserva Brusà e il vicino agroecosistema del Bosco del Tartaro-Canal Bianco. Tale studio ha voluto confrontare, tramite osservazioni durate 7 anni, le comunità di tre diversi ambienti: bosco del Tartaro, campi coltivati e siepi arboreo-arbustive sul Canal Bianco.

Anche in questo caso gli ambienti ad elevata naturalità (siepe e bosco), sono risultati più ricchi e biodiversi rispetto ad altri (campi coltivati). Le curve rango-abbondanza delle prime due comunità sono risultate con pendenza minore rispetto a quella dell'ambiente coltivato, confermando le nostre precedenti considerazioni sul grado di naturalità legato all'eterogeneità vegetazionale, oppure al degrado e alla semplificazione ambientale provocata dall'intervento umano. Il confronto tra la comunità del bosco del Tartaro e quella del Brusà è particolarmente interessante, in quanto viene confrontata la comunità di un bosco igrofilo, situato in un'area naturale e protetta, con quella di un bosco d'impianto situato nei pressi di un'area coltivata. Come si nota dalla tabella 5.1 la ricchezza di specie (19 nel bosco del Tartaro e 20 nella palude Brusà) e la diversità (2.81 e 2.50) sono molto simili, mentre l'equiripartizione (0.95 contro 0.61) è maggiore nel bosco del Tartaro, rivelando un maggiore equilibrio tra le specie. Questa differenza è attribuibile molto probabilmente al diverso stadio di maturità e stabilità dei due tipi di habitat; il bosco del

Tartaro è molto più strutturato e maturo mentre il bosco igrofilo del Brusà è più giovane e più semplificato dal punto di vista vegetazionale. Di conseguenza il primo ospita una comunità più equilibrata e più stabile. Questo confronto ci ha permesso di porre l'attenzione sull'importanza di impiantare siepi o boschi lungo i fiumi o tra aree agricole creando "oasi" di naturalità e "corridoi ecologici", fondamentali per salvaguardare la biodiversità. Queste considerazioni valgono in particolare per la bassa pianura veronese, dove gli ambienti naturali sono divenuti ormai rari e il paesaggio, destinato prevalentemente all'agricoltura intensiva, ha subito una trasformazione radicale ad opera dell'uomo.

A proposito della salvaguardia della biodiversità, è importante sottolineare la presenza, nella Riserva Brusà, di alcune specie particolarmente importanti a livello europeo (e globale), in quanto ricadono in categorie SPEC e IUCN di rilevanza conservazionistica: il Tarabusino (SPEC 3, VU), il Martin pescatore (SPEC 3), il Cannareccione (NT), la Rondine comune (SPEC: 3, NC), il Forapaglie (CR), Luì grosso (SPEC 3), lo Storno comune (SPEC 3) e il Migliarino di palude (NT). La presenza di queste specie di interesse conservazionistico sottolinea quanto sia importante il mantenimento di aree umide che diventano sempre più rare, e in particolare le zone dominate dalla canna palustre e dalle carici, habitat preferenziali di molte specie di passeriformi particolarmente vulnerabili.

Lo studio della comunità ornitica della Riserva Naturale Brusà presenta ancora dei limiti; uno di questi è sicuramente la quantità di dati. Lo studio è stato svolto infatti nell'arco di due anni, ma sarebbe interessante valutare le variazioni che la comunità subisce considerando un periodo più lungo, avendo inoltre più catture che garantirebbero una maggiore attendibilità dei dati. Un altro limite consiste nel fatto che, tra le specie catturate durante i due periodi riproduttivi 2018 e 2019, alcune non sono di fatto nidificanti. Il Pettirosso, il Codirosso, lo Scricciolo, il Beccafico, il Tordo bottaccio e la Passera scopaiola, pur essendo stati catturati in periodo potenzialmente riproduttivo, normalmente non si riproducono nell'area del Brusà. Queste specie sono infatti, nella maggior parte dei casi, dei migratori che si sono fermati nell'area di studio per nutrirsi durante le loro soste di migrazione. Quindi, nel caso si volesse condurre uno studio dedicato solo alla comunità di uccelli nidificanti, queste specie non andrebbero considerate.

Lo studio presenta però anche dei punti di forza, quali l'elevata standardizzazione e sperimentazione della metodologia applicata, la costanza nelle sessioni di inanellamento e il tempo di apertura delle reti, la possibilità di marcaggio degli esemplari tramite gli anelli,

la rigorosità nella raccolta dati, l'analisi e il confronto con altri studi analoghi reperiti in bibliografia.

Anche se questo studio attualmente è nella sua fase preliminare, ha comunque grande rilevanza ed importanza per il mantenimento di questa area così fondamentale a livello naturalistico. Esso può suggerire e spronare interventi di tipo conservazionistico, ed aprire la strada a studi futuri sempre più approfonditi e indirizzati. Il nostro obiettivo per i prossimi anni, infatti, sarà quello di continuare e migliorare questa ricerca, operando un vero e proprio monitoraggio della comunità di uccelli nel lungo periodo, ottemperando quindi le indicazioni della Comunità Europea riguardanti la gestione e la salvaguardia delle aree naturali e in particolare delle zone umide.

6- BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- AA.VV., (1983) – *Le zone umide della Pianura Veronese. Quaderno Naturalistico didattico*. Museo Civico di Storia Naturale di Verona e Amm.ne Prov. Verona.
- AA.VV. (2007) – *L'inanellamento per la scienza e la conservazione*. EURING. 1-12
- Brichetti P.& Fracasso G., (2003) - *Ornitologia Italiana. Vol.:* XIV - XV. Alberto Perdisa Editore, Bologna.
- Buoninconti F., (2019) - *Senza confini. Le straordinarie storie degli animali migratori.* Codice Edizioni, Torino. 25-29
- Capello D. & Boano G., (2010) – *Importanza delle siepi arboreo-arbustive come habitat per gli uccelli in una zona a coltivazioni intensive della pianura cuneo-torinese.* Riv. Ital. Orn. 80 (1): 21-34.
- Fasola M. & Brichetti P., (1984*)* - *Proposte per una terminologia ornitologica.* Avocetta, 8: 119-125
- Fowler J.& Cohen L., (1987) – *Statistic for Ornithologists.* BTO Guide 22. British Trust for Ornitology.
- Fracasso G., (2019) – *Lista CISO – COI degli uccelli italiani*. II^ bozza settembre 2019.
- ISPRA (2014). Circolare n. 0028506 del 9/7/ 2014.
- Lambertini M., (1987) – *L'avifauna del Lago di Montepulciano (SI). Ciclo Annuale della comunità*. Avocetta 11: 17-35.
- Lloyd M. & Ghelardi R., (1964) - *A table for calculating the "Equitability" component of species diversity.* J. Anim.Ecol., 33: 217-225.
- Magurran A., (2004) – *Measuring Biological Diversity.* Blackwell Publishing, Malden. 20-91
- Montanari P., (1991) – *Censimento dell'avifauna nidificante in un saliceto ripariale.* Avocetta 15: 55-58.
- Muzzatti M., Chiappini M., Velatta F., & Bonomi M., (2010) - *I passeriformi dell'ambiente ripariale del lago Trasimeno: risultati di undici anni di inanellamento a sforzo costante.* Avocetta 1: 45-55.
- Pielou E.C., (1966) – *The measurement of diversity in different types of biological collections*. Journal of Theoretical Biology. 13: 131-144.

- Pollo R., (1990) - *La Palude Brusà-Vallette. Osservazioni ornitologiche.* Biblioteca Comunale di Cerea. Banca Agricola Popolare di Cerea.
- Pollo R. & Ferrarese A., (2007) – *La Riserva Naturale Palude Brusà-Vallette. Indagine naturalistica e storica sulle valli di Cerea.* CereaBanca 1897.
- Pollo R., & Balasso E., (2019) – *Monitoraggio di una comunità di uccelli nidificanti in un agroecosistema ad elevata eterogeneità ambientale.* Poster presentato al XX Convegno Italiano di Ornitologia. Napoli
- Pollo R., Muzzatti M., Volponi S.,(2018a) - *Estimation of the demographic parameters of Common Reed Warbler Acrocephalus scirpaceus breeding in three wetlands of central and northern Italy through data of Capture-Marking-Recapture (CRM).* Avocetta 42: 21-30.
- Pollo R.,Bazzani L.,Balasso E., Bedoni C., Perazza E.,(2018b) – *Status e movimenti migratori del Migliarino di palude Emberiza schoeniclus nella R. N. Palude Brusà – Vallette (VR).* Picus 44 (86): 102-11.
- Rassati G., (2009) – *Le comunità ornitiche nidificanti e svernanti presso il Lago di Cavazzo (Prealpi Carniche, Friuli-Venezia Giulia).* Picus 67: 7-18.
- Russell P., Wolfe S., Hertz P., Starr C. & McMillan B., (2010) – *Biologia*. EdiSES, Napoli. 692 – 694
- Ryan, P.D., Harper, D.A.T. and Whalley, J.S. (1995) - *PALSTAT, Statistics for palaeontologists.* Chapman & Hall (now Kluwer Academic Publishers).
- Shannon C.E. & Weaver W. (1963) – *Mathematical Theory of Communication*. University Illinois Press, Urbana.
- Smith T., & Smith R., (2017) – *Elementi di ecologia.* Pearson, Milano. 396-514
- Sørensen T., (1948) – *A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons*. Det. Kong. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Skr., 5: 1-34.
- Svensson L., (1992) – *Identification Guide to European Passerines*. B.T.O., Stockholm.
- Trotta M., (2017) – *La comunità ornitica nidificante nella Macchia di Capocotta (Lazio).* Picus 83: 21- 27.
- Turcek F. J., (1956) – *Zur Frage der Dominanze in Vogelpopulationen.* Waldhygiene 8: 249 – 257.

- Westheide W. & Rieger R. (2011) – *Zoologia sistematica. Filogenesi e diversità degli animali.* Zanichelli, Bologna. 836 - 853

SITI

- www.birdlife.org
- www.isprambiente.gov
- www.iucn.it
- www.lipu.it
- www.minambiente.it
- www.oasivallebrusà.it
- www.treccani.it

7- RINGRAZIAMENTI

Ringrazio la mia relatrice, Maria Vallisneri, che mi ha sostenuta nella scelta di questa tesi e ha ascoltato tutti i miei dubbi, consigliandomi sempre nel migliore dei modi.
Un enorme grazie va a Roberto Pollo, correlatore e “maestro di inanellamento”: senza di lui questo studio non sarebbe stato possibile. Con pazienza, disponibilità e professionalità, è stato in grado di trasmettermi tutta la sua passione dal primo giorno di tirocinio, motivandomi a non mollare, anche quando la natura ci metteva in difficoltà.
Un doveroso ringraziamento va anche a tutti i collaboratori e ai volontari della Riserva Naturale Palude Brusà, che oltre ad avermi accolta, mi hanno con pazienza insegnato i segreti degli uccelli. Posso dire con certezza di aver trovato degli amici.
Ringrazio di cuore mamma Monica, papà Stefano, Francesco e tutta la mia famiglia, che mi hanno supportata e sopportata, e senza i quali non avrei potuto fare nemmeno un passo. A loro dedico ogni sacrificio, ogni fatica e ogni vittoria.
Grazie a Matteo, che mi ha sostenuta in ogni momento, mi ha ascoltata e soprattutto condivide con me, ogni giorno, la passione per la natura.
Infine, ringrazio i miei amici, in particolare Federica e le compagne della 5ASS, che nei momenti di difficoltà hanno sempre avuto pronta una parola di conforto, un sorriso e un soffio di leggerezza.