



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Scuola di
Scienze Matematiche
Fisiche e Naturali

Corso di Laurea Magistrale in
Biologia
Curriculum Ambientale

Le RegISTRAZIONI Audio dei Canti degli Uccelli come Strumento Ricontrollabile
di Definizione della Biodiversità delle Foreste Temperate

Audio Recordings of Birds Songs as a Tool to Assess
Biodiversity in Temperate Forests

Relatore

Prof. Giacomo Santini

Correlatore

Prof. Guido Tellini Florenzano

Candidato

Antonio Bennati

Anno Accademico 2014/2015

INDICE

Abstract	2
1. INTRODUZIONE	3
2. AREA DI STUDIO	6
3. MATERIALI E METODI	9
3.1. Principali metodi di censimento	9
3.2. Acquisizione dei dati	11
3.3. La strumentazione utilizzata	13
3.3.1. Correlazione tra la struttura del canto e l'habitat.....	15
3.4. Analisi delle registrazioni	17
3.4.1. Sonogrammi di registrazione	20
3.5. Parametri ornitici.....	25
3.6. Le misure di correlazione.....	27
3.7. Analisi statistica dei dati	32
3.8. Distribuzioni statistiche delle variabili ornitiche	33
4. RISULTATI	37
4.1. Risultati del censimento.....	37
4.2. Risultati delle analisi statistiche.....	39
5. DISCUSSIONE	50
6. CONCLUSIONI	54
7. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	56
8. APPENDICI	61
8.1. Tabella riassuntiva delle specie censite	61
8.2. Schede illustrative.....	62

Abstract

Lo studio è stato condotto con l'obiettivo di censire le comunità ornitiche con la metodologia delle stazioni puntiformi di registrazione come metodo di point-count innovativo rispetto ai classici punti d'ascolto. Abbiamo ricavato, dalla replicazione dei rilievi in ciascun punto, indici descrittivi affidabili di definizione della biodiversità, in modo da individuare quegli indici che permettono anche di considerare affidabili rilievi eseguiti solo una volta. Lo studio è stato condotto nelle abetine della Riserva naturale biogenetica di Camaldoli, (SIC IT5180018 Foreste di Camaldoli e Badia Prataglia), sul versante toscano del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi. In zone di "schianto" dove le abetine sono stata colpite dal vento nel novembre 2013 e nel marzo 2015 (un secondo fortunale ha ampliato gli schianti anche in fasce di bosco non interessate in precedenza); e in aree di confronto con piante in piedi non interessate dall'evento atmosferico.

Nella stagione riproduttiva 2015 con l'utilizzo di un registratore audio digitale stereo panoramico posizionato su cavalletto per macchina fotografica, sono state effettuate 89 stazioni di ascolto distanti 250-300 m, per una durata di registrazione di 10 minuti nelle prime quattro ore dopo l'alba in giornate caratterizzate da buone condizioni meteo. Ciascuna stazione è stata visitata per due volte, la prima dal 20 maggio al 2 giugno, la seconda dal 4 al 12 giugno 2015. Con l'utilizzo del software Audacity sono stati analizzati i sonogrammi di registrazione, che rappresentano l'output per l'analisi. Gli indici descrittivi utilizzati per la definizione della biodiversità ornitica sono: ricchezza specifica, numero di vocalizzazioni totali, di canti e di richiami, indici di diversità (Shannon e Simpson), presenza e attività delle specie più frequenti. Questi valori sono stati elaborati con differenti misure di associazione: coefficienti di correlazione di Pearson e di Spearman, $dCor$ (distanza di correlazione) e MIC (coefficiente di massima informazione); tutti i calcoli statistici sono stati effettuati con il software R. Dai risultati del censimento è emersa la presenza di specie di notevole importanza per la conservazione; mentre tra gli indici descrittivi il più affidabile è risultato quello che misura l'attività di canto. Analizzando i risultati di questo studio possiamo affermare che il metodo di ricerca utilizzato, a partire dal censimento, fino ad arrivare alle analisi statistiche, si sia rivelato informativo, corretto ed efficace. Pertanto, in un'ottica gestionale rivolta al mantenimento e all'incremento della biodiversità, si ritiene necessario porre attenzione alla conservazione delle abetine attivando opportune misure gestionali.

1. INTRODUZIONE

Questo studio è stato condotto a partire da un censimento della comunità ornitica all'interno delle abetine, nella Riserva Naturale Biogenetica di Camaldoli, sul versante toscano del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna, utilizzando stazioni puntiformi di registrazione sonora, come metodo di point-count innovativo rispetto ad altri metodi di raccolta dei dati ornitici. In particolare, lo studio ha lo scopo di individuare indici descrittivi affidabili di definizione della biodiversità che permettano anche di considerare affidabili rilievi eseguiti solo una volta, ottenendo delle stime accurate sui popolamenti ornitici come bioindicatori dell'area protetta.

L'uso di bioindicatori è usato spesso nell'ottica mirata alla conservazione delle comunità e degli ecosistemi. Gli uccelli sono spesso utilizzati come indicatori dello stato di salute degli habitat (Pienkowski, 1991) sia per ragioni biologiche che pratiche, vista la loro presenza diffusa, la sensibilità che mostrano verso i fattori ambientali e le loro modificazioni, e la maggiore semplicità di censimento. Il monitoraggio di medio e lungo periodo delle popolazioni ornitiche fornisce indicazioni sullo stato dei sistemi ambientali (Voříšek *et al.*, 2010) e sull'evoluzione del paesaggio (Preiss *et al.*, 1997) e pertanto, può costituire un valido ausilio per la gestione territoriale, in particolare all'interno di aree protette. Disporre di indici affidabili rende questa valutazione più efficace.

Il Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna, istituito con D.P.R. del 12 luglio 1993 comprende un'area di 36.843 ha, quasi equamente ripartita fra le regioni Emilia Romagna e Toscana. Il Parco si articola lungo il crinale appenninico tosco-romagnolo, ed è compreso in tre province: Forlì-Cesena, Arezzo e Firenze. Il Parco comprende una serie di Siti di Interesse Comunitario (SIC), che ne coprono la superficie, e fanno parte di un sistema di aree protette a livello europeo, chiamato Rete Natura 2000, che

nasce con l'obiettivo di tutelare una serie di zone nel territorio dell'UE, caratterizzate dalla presenza di habitat e specie di flora e fauna di notevole importanza per la tutela della biodiversità europea. Questa rete comprende le Zone di Protezione Speciale (ZPS) individuate dalla "Direttiva Uccelli" 79/409/CE ed i Siti di Importanza Comunitaria (SIC), individuati dalla "Direttiva Habitat" 92/43/CE. In particolare, con la delibera della giunta regionale toscana n.1223 del 15 dicembre 2015 sono state approvate le misure di conservazione per i SIC, quale adempimento a quanto previsto all'articolo 2 del DM 17/10/2007 ai fini della designazione con specifico decreto ministeriale dei SIC quali Zone Speciali di Conservazione (ZSC). L'elemento ambientale più importante è costituito dalle foreste che coprono oltre l'80% dell'intera superficie del Parco e sono considerate come una delle aree forestali più pregiate d'Europa, articolate attorno al nucleo storico delle Foreste Demaniali Casentinesi. Le foreste sono sistemi ecologici riconosciuti come fondamentali serbatoi di biodiversità ed efficienti accumulatori di carbonio (Davis *et al.*, 2003; Bautista-Cruz & Del Castillo 2005, Alberti *et al.*, 2006) e forniscono servizi ecosistemici fondamentali (Nasi *et al.*, 2002). Le Foreste Casentinesi hanno una lunghissima storia di gestione selvicolturale (Padula, 1983; Borch, 1989) che ha contribuito in modo determinante a plasmare ambienti e paesaggi. In particolare, da secoli, l'abetina, costituita da piantagioni di abete bianco *Abies alba* Mill. occupa una porzione significativa e caratteristica del Parco e riveste una notevole importanza per la fauna (Cecchi & Bartolozzi, 1997; Mazzarone *et al.*, 2000) ed in particolare per le specie ornitiche nidificanti (Lapini & Tellini, 1990). L'abete bianco è spontaneo in Casentino (Rovelli, 1995) ma le abetine pure sono boschi artificiali, derivati dall'opera di coltivazione sempre più intensa dei monaci camaldolesi e più di recente dallo Stato (Gabbriellini & Settesoldi, 1977; Padula, 1983). Esse occupano quote comprese tra circa 800 e 1350 m s.l.m., alternandosi alle faggete pure e a boschi misti di abete e faggio. L'abetina si

trova quasi esclusivamente nell' area di contatto con la faggeta, verso l'alto; verso il basso invece, è in contatto principalmente con boschi di cerro e di castagno e talvolta con castagneti da frutto. Il faggio (*Fagus sylvatica*) lungo tutto l'arco appenninico rappresenta la specie caratterizzante l'orizzonte montano ed è considerato tra le più importanti specie forestali italiane, sia come estensione dell'areale che come presenza nelle formazioni boschive (Pignatti, 1998). Tuttavia, gran parte dell'areale occupato dalla specie è il risultato di passate azioni selvicolturali, per la produzione di carbone (Donati, 2013).

Le ricerche si sono svolte nella primavera 2015 nella stagione riproduttiva di molte specie di uccelli nidificanti; lo studio è stato condotto nell'abetina, sia in aree dove erano presenti abeti abbattuti dal vento ("schianti" causati dall'evento atmosferico dell'11 novembre 2013, a cui di recente il 5 marzo 2015 se ne sono aggiunti dei nuovi), sia in zone di confronto, ossia con piante in piedi. Lo studio aveva come scopo principale la valutazione delle differenze tra le due situazioni (abetina integra e abetina interessata da schianti); questi aspetti però non verranno approfonditi nel corso della tesi, in quanto in parte esulano dall'obiettivo dell'elaborato, che mira a valutare la metodologia e la strumentazione utilizzata nel corso dei rilievi, utilizzando i dati raccolti durante il lavoro di campo.

2. AREA DI STUDIO

Lo studio è stato condotto nei confini della Riserva naturale biogenetica di Camaldoli la cui superficie di 1.110,72 ha è interamente compresa nel comune di Poppi. La Riserva comprende diversi SIC tra cui il SIC (IT5180018 Foresta di Camaldoli e Badia Prataglia), dove è presente il nucleo boschivo di abetina più esteso del Parco (Fig.1). Lo studio è stato svolto esclusivamente nell'abetina di origine artificiale, la quale è essenzialmente di tre tipi (Bottacci & Padula, 2012): altimontana (96,96 ha per un valore dell'8,90% sulla totale superficie), montana (474,34 ha per un valore del 43,55%) e di sottoquota (104,11 ha per un valore di 9,56%). La foresta di abete bianco, nel corso degli anni è stata gestita e utilizzata dai monaci camaldolesi che arrivarono ad impiantare boschi puri per il commercio di legname, inoltre la regola monastica prevedeva precise norme di taglio e l'obbligo di un reimpianto annuale di alcuni esemplari, questa serie di disposizioni erano riunite nel cosiddetto "Codice Forestale Camaldolese". Nel 1866 con la soppressione degli ordini religiosi le foreste furono riunite nel complesso delle Foreste Demaniali Casentinesi, e di nuovo sfruttate nel periodo delle due guerre mondiali (Donati, 2013). Solo negli ultimi decenni si sono interrotti gli interventi di coltivazione ed utilizzazione del bosco e si è intrapreso un percorso di gestione esclusivamente conservativa (Bottacci, 2012). Oggi le abetine sono in gran parte mature, con poco sottobosco e con piante di grandi dimensioni in altezza e diametro, quest'ultimo mediamente superiore ai 30 cm, con l'età delle piante spesso maggiore di 80 anni; sono scarse le abetine giovani (Tellini Florenzano, 2004a). Il bosco spesso è in stato vegetativo precario, per la diffusione di fitopatie che ne causano il deperimento (Tiberi & Capretti, 1993). Le porzioni boschive dove sono stati condotti i rilievi si suddividono in due parti: gli "Schianti" (Aree di bosco dove si presentano piante abbattute dal vento nel novembre 2013) (Fig. 2), e zone di confronto

con piante in piedi non interessate dall'evento atmosferico (Fig.3). Nel marzo 2015 un secondo fortunale ha ampliato gli "Schianti" anche in fasce di abetina non interessate nel 2013.

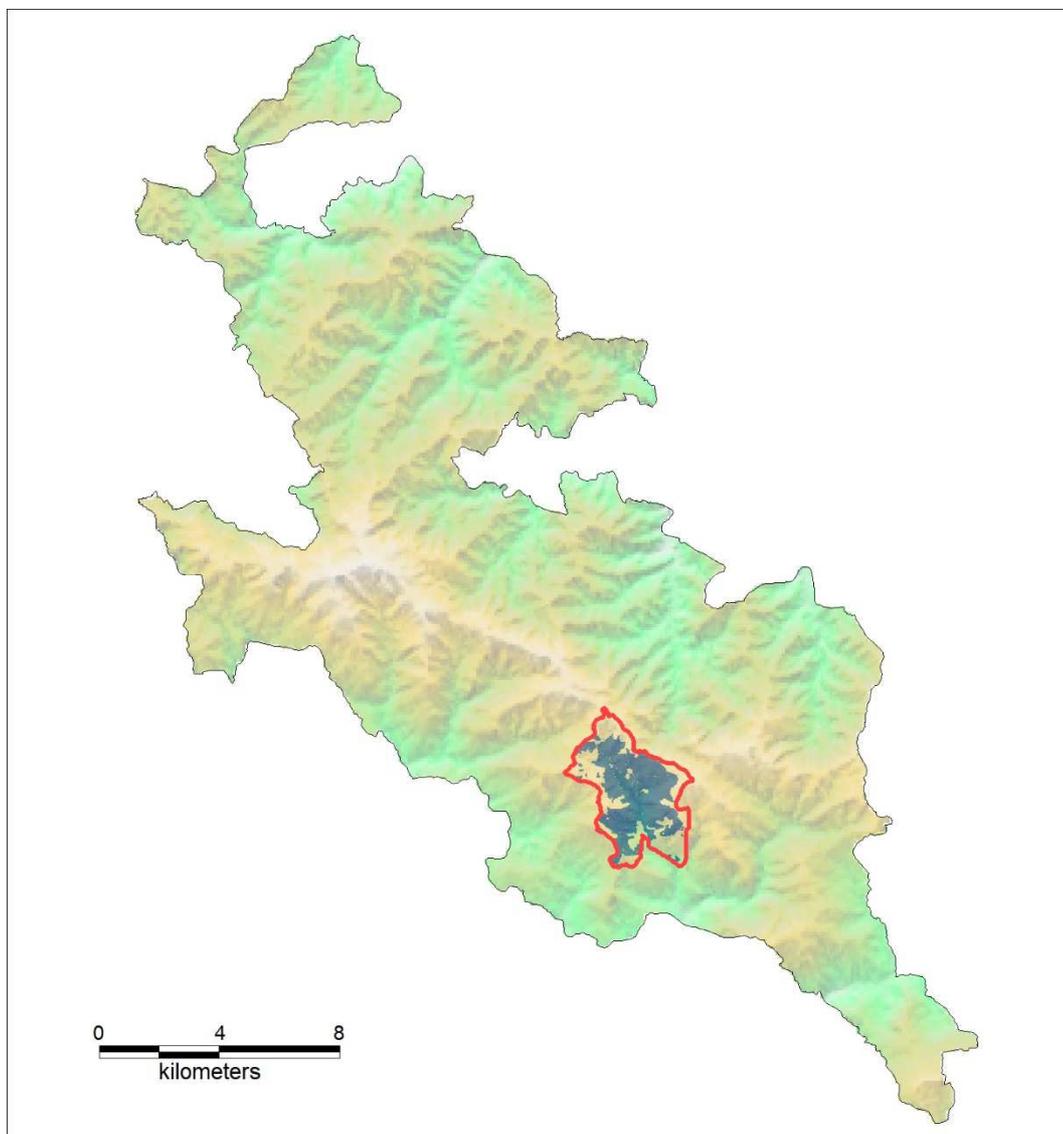


Figura 1. Carta del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, con evidenziata (in rosso) la Riserva Naturale Biogenetica di Camaldoli e, in azzurro, le abetine ivi comprese.



Figura 2. Un esempio di area di “schianto”, in primo piano la strumentazione utilizzata.



Figura 3. Un esempio di area di confronto.

3. MATERIALI E METODI

3.1. Principali metodi di censimento

Un censimento consiste nel conteggio diretto o indiretto di membri di una popolazione in campioni del loro areale e può essere usato per estrapolare una stima statistica della dimensione dell'intera popolazione a partire dal campione censito. I censimenti però possono essere utilizzati anche come metodo di monitoraggio delle popolazioni, senza la necessità di ottenere stime globali (Bibby *et al.*, 2000). I censimenti sono utili perché forniscono l'abbondanza e le densità delle specie presenti e possono essere suddivisi in: completi (conteggio di tutti gli animali presenti in una zona), a campione (conteggio completo, ma limitati all'area campione) o mediante indici standardizzati. Un metodo molto utilizzato è quello dei punti fissi (*point counts*); un secondo metodo è quello che si avvale dei transetti lineari, in questo l'osservatore si muove e registra gli uccelli che vede o che sente lungo il tragitto. Segue il metodo del mappaggio, soprattutto per il rilevamento di uccelli canori. Consiste nel contattare su mappe di campagna i singoli uccelli canori, combinando il rilevamento di tutti i segnali (vocalizzazioni, osservazioni dirette, tracce) che ne consentono l'individuazione, questo metodo è applicabile solo a specie territoriali e durante il periodo riproduttivo. Un altro metodo applicato è l'utilizzo di richiami registrati (Castorani, 2013).

La metodologia dei conteggi puntiformi (*point-count method*), originariamente descritta da Blondel *et al.* (1970), è diventata uno standard comune a livello europeo (Bibby *et al.*, 1992) poiché fornisce dati qualitativi e quantitativi anche su vaste aree di studio. Si tratta di un conteggio di durata prefissata realizzato da postazioni fisse. Le distanze possono venir registrate in termini di zone concentriche attorno al punto fino al limite in cui gli animali non sono identificabili, però questo metodo è particolarmente sensibile agli errori di stima delle distanze. In questo tipo di monitoraggio vengono

conteggiati tutti gli individui sentiti, ma anche osservati. È particolarmente adatta al monitoraggio di specie canore; meno si adatta a specie particolarmente elusive, con questa metodologia si ottengono stime di abbondanza relativa delle specie e valori di densità assoluta, se viene applicata la stima della distanza che può essere a raggio fisso, o illimitata (Gagliardi & Tosi, 2012). Generalmente la durata di rilevamento può variare tra 3 e 20 minuti; una durata compresa tra 5 e 10 minuti, a seconda dell'ambiente in cui viene effettuato, risulta in genere preferibile (Fuller & Langslow, 1984). Il metodo che è stato utilizzato nei rilievi consiste in punti d'ascolto mediante stazioni di registrazione, questo metodo è risultato efficiente rispetto al classico point-count method quando le attività canore sono elevate, come durante le prime ore dell'alba e in ambienti con alta ricchezza specifica di uccelli canori. Risultando essere un valido strumento di indagine in particolari condizioni (Haselmayer & Quinn, 2000). Con questa metodologia si possono eliminare i problemi connessi ai tradizionali punti d'ascolto: la raccolta dei dati non dipende dal livello di abilità dell'osservatore e i registratori possono essere lasciati incustoditi per lunghi periodi di tempo, riducendo le restrizioni temporali (Hobson *et al.*, 2002; Tegeler *et al.*, 2012). In questo modo si permette a più esperti di ascoltare le registrazioni successivamente, e soprattutto gli consente di non partecipare attivamente al rilievo, evitando l'attrattiva per alcune specie a scapito di altre (Bye *et al.*, 2001). Inoltre questo metodo permette di ridurre il numero degli ascoltatori qualificati, in modo da permettere agli esperti di concentrarsi su altri studi durante la stagione riproduttiva (Brian *et al.*, 2015). Un'altra difficoltà sull'identificazione delle specie è che le informazioni possono non essere correttamente registrate a causa del disturbo arrecato dalla presenza del rilevatore sugli individui, rispetto alla strumentazione che meglio si conforma con l'ambiente non influenzando in maniera preponderante sul comportamento degli uccelli (Bibby *et al.*, 2000). Rispetto ad altri gruppi di uccelli, poca

ricerca è stata condotta sulla comunicazione acustica dei picchi (Stark *et al.*, 1998), le funzioni della maggior parte dei segnali acustici utilizzati dalle specie non sono pienamente compresi, e la variazione nel loro comportamento acustico ha ricevuto poca attenzione (Tremain *et al.*, 2008). I picchi hanno tipicamente territori più grandi e vocalizzano meno frequentemente rispetto alla maggior parte degli uccelli canori (Blackburn *et al.*, 1998; Farnsworth *et al.*, 2002). L'utilizzo delle registrazioni permette il riconoscimento dei richiami o del drumming (tambureggiamento) specie specifico, non di facile identificazione in foresta. Rispetto ai classici point-count come difetto vi è la mancanza della componente visiva di indagine, rendendo più complessa la rilevazione di specie localmente criptiche e riducendo l'affidabilità delle stime di abbondanza delle specie.

3.2. Acquisizione dei dati

Per acquisire i dati sono stati individuati 89 punti, distanti tra loro 250-300 m e distribuiti in modo per quanto possibile uniforme nelle abetine dell'area di studio (Fig. 4). I rilevamenti sono consistiti in stazioni puntiformi di ascolto di 10 minuti nelle prime quattro ore dopo l'alba (circa 05:30-09:30 h), momento durante il quale è massima l'attività canora della gran parte delle specie.

Ciascuna stazione è stata visitata per due volte nella stagione riproduttiva 2015, la prima nel periodo 20 maggio-2 giugno e la seconda nel periodo 4-12 giugno, in giornate caratterizzate da buone condizioni meteo, con vento inferiore al grado 4 della scala di Beaufort e in assenza di precipitazioni, in quanto la pioggia e il vento forte modificano il normale regime di attività degli uccelli, non garantendo una corretta raccolta dei dati ed inficiando il risultato finale del censimento (Bibby *et al.*, 1992, Gilbert *et al.*, 1998). Inoltre la visita alle stazioni nel secondo rilievo è stata ripetuta in maniera random senza rispettare l'ordine del primo rilievo. I contatti uditivi con gli uccelli sono stati

acquisti mediante registrazioni audio digitali (Haselmayer & Quinn, 2000) realizzate con registratore stereo panoramico, e dimostratesi un metodo efficiente ampiamente testato a livello internazionale (Acevedo, Villanuova-Rivera, 2006; Celis-Murillo *et al.* 2009), e in contesti forestali della Toscana simili all'area di studio (Mini, 2004; Peranzi, 2005; Tellini Florenzano *et al.*, 2006). Per ogni stazione è stata registrata la posizione con un GPS, e ogni volta che è stata visitata sono state annotate data e orario corrispondenti. Infine 50 di queste stazioni sono state individuate in aree “schiantate”, ovvero con chiarie causate da schianti di abeti per opera del vento. La localizzazione di queste chiarie è stata fornita, in ambiente GIS, dall'Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Pratovecchio (Fig. 5).

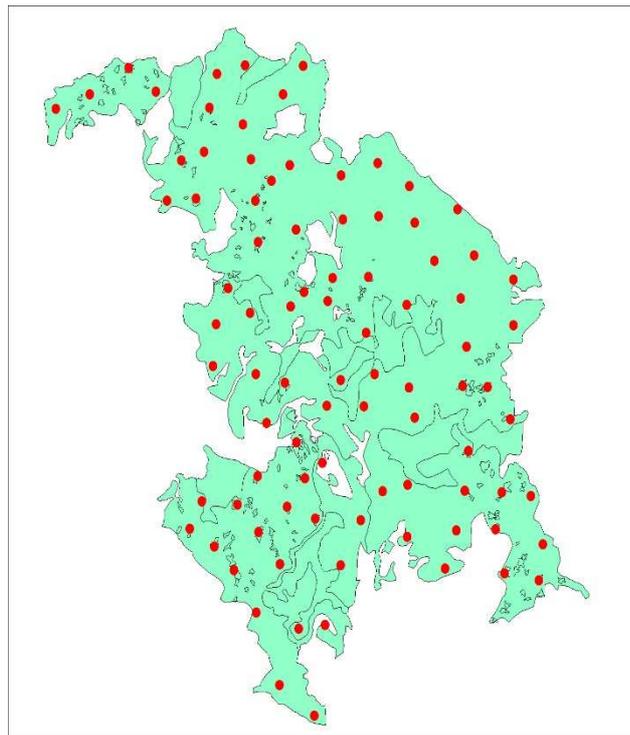


Figura 4. Gli 89 punti individuati nell'area di studio, in celeste l'estensione dell'abetina di Camaldoli.

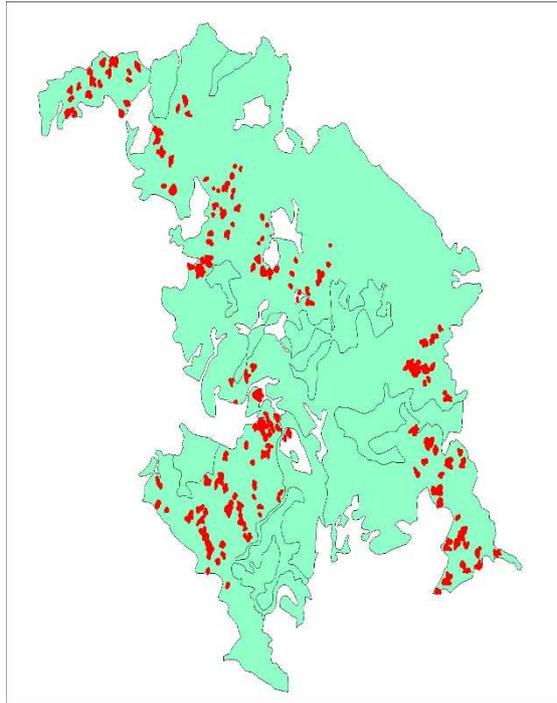


Figura 5. Chiarie da schianto (in rosso) nell'area di studio.

3.3. La strumentazione utilizzata

Da sempre il canto degli uccelli è stato oggetto di interesse per poeti, letterati e musicisti, ma le prime registrazioni in assoluto del canto fu effettuata nel 1889 in Germania da Ludwig Kock. Nel 1898 un biologo, Sylvester Judd, effettuò la prima registrazione americana. Fu solo nel 1912 che alcuni ricercatori della Cornell University, diretti da Arthur Allen, perfezionarono le tecniche e le attrezzature necessarie per gli studi. Questo tipo di studio rientrava nell'ambito di una nuova scienza, la bioacustica, che si occupa dei fenomeni sonori in vari ambiti della zoologia (www.scriciolo.com/eurosongs/canti.htm).

Uno dei maggiori fautori della moderna bioacustica è William Thorpe che si è occupato della comunicazione animale con particolare attenzione al canto degli uccelli nelle sue varie forme, la sua opera principale è *Bird song: the*

biology of vocal communication and expression in birds (1961). Dove nel primo capitolo descrive “il canto degli uccelli come musica e come linguaggio e i metodi per studiarlo”. Le vocalizzazioni delle specie registrate venivano trascritte come note musicali o in modo onomatopeico (sillabe che imitano il suono) (www.treccani.it/enciclopedia/william-homan-thorpe).

Dal punto di vista acustico, ogni specie emette dei suoni propri, ciò consente una comunicazione diretta tra individui della stessa specie; i suoni emessi nella comunicazione intraspecifica pur essendo percepiti dalle altre specie, hanno significato soltanto per un conspecifico. Si evitano così interferenze che potrebbero generare confusioni tra individui; mentre altri tipi di suoni sono usati per la comunicazione interspecifica. Si possono individuare una decina di significati dei vari tipi di canto: dal richiamo di allarme per le situazioni di pericolo a quello per la difesa del territorio, e nell'ambito riproduttivo. L'estensione delle frequenze utilizzate per la comunicazione umana va da 80 a 5000 Hz circa, mentre le frequenze di canto degli uccelli spaziano dai 150 ai 15.000 Hz, arrivando in alcuni casi a 20.000 Hz. Poiché i canti sono costituiti da frasi ritmico-melodiche estremamente acute e veloci, il loro studio può essere svolto anche dopo averli ricondotti a velocità ed altezze più facilmente percepibili dall'orecchio umano. Tale ricostruzione è ottenuta per lo più tramite la registrazione dei canti ed il loro successivo rallentamento. Il primo elemento che appare dall'analisi è il loro essere costituiti da glissandi, cioè da suoni oscillanti, e non da altezze distinte e separate tra loro. L'analisi si avvale del sonogramma, rappresentazione grafica del suono con l'asse delle ordinate che indica le altezze espresse in Hz e quello delle ascisse il tempo. Questo modo di rappresentare l'evento permette una immediata individuazione degli elementi che lo costituiscono, nonché la possibilità di confronto con altri eventi sonori (www-3.unipv.it/iscr/programmi_dispense_04_05).

I registratori audio digitali a microfono panoramico sono particolarmente adatti in ambiente forestale. La strumentazione sostenuta da dei cavalletti per

macchina fotografica ad un'altezza di circa un metro (Fig. 6), permette di raccogliere in modo uniforme i suoni emessi in tutte le direzioni dello spazio. Questi raccolgono i dati in modo diverso dai microfoni direzionali, che non sono idonei a studi di intere comunità, ma vengono utilizzati in maniera efficiente per il censimento di singole specie territoriali o di grossa taglia, di facile localizzazione, ad esempio in cavità di alberi, o in grandi nidi.

I registratori audio digitali hanno quasi completamente sostituito quelli analogici, utilizzati nei primi studi di registrazione; sono strumenti che registrano e riproducono i segnali con grande precisione, e con un basso livello di rumore di fondo. Il registratore impiegato nel nostro studio registrava su scheda di memoria flash compatta per fotocamera digitale, rendendo facile l'archiviazione dei dati. Un altro vantaggio di questi strumenti è che sono tascabili e poco ingombranti, dettaglio importante per le ricerche in campo (www.unipv.it/cibra).

3.3.1. Correlazione tra la struttura del canto e l'habitat

Gene Morton e Claude Chappuis furono i primi ricercatori a dimostrare una correlazione tra la struttura del canto e l'habitat, in particolare la differenza tra i canti delle specie che vivono in ambienti forestali rispetto a specie che frequentano zone aperte con alberi radi o esigui. Nel 1979 Mac Hunter e John Krebs, registrarono i canti territoriali della cinciallegra in due ambienti molto diversi: nella boscaglia aperta con prati e poche zone alberate, e nella foresta fitta. Indipendentemente dalla località geografica (le registrazioni furono effettuate in diversi paesi a diversa latitudine), il canto degli uccelli che occupano ambienti aperti presenta frequenze massime più elevate con una gamma di note più ampie, rispetto a quelli forestali. Le conclusioni furono date da Wiley e Richards, che proposero che i due ambienti differirebbero non per l'attenuazione ma per la distorsione del suono, che in ambiente boschivo

sarebbe dovuta a echi o risonanze prodotte da rami e foglie; negli ambienti aperti con meno essenze arboree, a mascherare il suono sarebbero le fluttuazioni del vento. Questo spiega i risultati ottenuti dalle ricerche che evidenziano come tali differenze si riscontrano nei due habitat sia per specie diverse che per individui appartenenti alla stessa specie (Krebs & Davis, 2002). La metodologia di censire le popolazioni ornitiche con registratori audio digitali e analizzare i sonogrammi, permette anche di ampliare le conoscenze sul comportamento delle specie contattate, in relazione all'ambiente che frequentano, contribuendo a migliorare la gestione forestale.



Figura. 6. Il registratore audio utilizzato per i rilievi e, sulla destra, il cavalletto dove veniva montato.

3.4. Analisi delle registrazioni

L'analisi del suono permette di visualizzare le caratteristiche dei segnali graficamente, e quindi il riconoscimento della specie, e dedurre il comportamento nel contesto in cui è stato emesso il segnale. La rappresentazione spettrografica dei fenomeni bioacustici è stata ampiamente utilizzata a partire da strumenti analogici impiegati nella ricerca acustica militare; la trasformazione nel dominio digitale consente un nuovo approccio nella gestione dei dati, facilitando le operazioni di archiviazione e di analisi in relazione all'ascolto e alla visualizzazione dei segnali. Il programma Audacity che è stato impiegato per lo studio, è un editor di file multimediale, che consente la visualizzazione di grafiche semplici come l'oscillogramma, che mostra la forma d'onda e l'ampiezza del segnale in funzione del tempo. Tuttavia l'analisi più significativa è quella spettrale che permette di visualizzare la composizione in frequenza di un breve segmento, mentre la rappresentazione di più spettri è calcolata su segmenti consecutivi o sovrapposti e ne rappresenta l'evoluzione nel tempo della struttura, graficamente questo si ottiene con una serie temporale ordinata di spettri su diagramma assonometrico tridimensionale (www.unipv.it/cibra). Nonostante la complessità delle vocalizzazioni, solo piccoli frammenti di segnale sono sufficienti a consentire l'identificazione, anche se le variazioni interindividuali complicano l'interpretazione dei risultati (McLaren & Cadman, 1999). Il programma oltre che amplificare la traccia di un segnale, permette di migliorare una registrazione apportando delle opportune modifiche in caso di eccessivo rumore di fondo. L'uso del sonogramma è soprattutto indispensabile per riconoscere specie che cantano in modo simile, difficilmente identificabili dal solo ascolto audio soprattutto per le varianti locali (dialetti) (Szewczak & Morrison, 2010). Le registrazioni sono state ascoltate dall'esperto Guido

Tellini Florenzano, che ha riconosciuto canti e richiami di ogni specie in modo da creare poi un archivio. L'ascolto delle registrazioni determina, rispetto al censimento diretto sul campo, delle specificità proprie. Da un lato è pressoché impossibile, ad eccezione di rari casi, determinare il numero di uccelli della stessa specie che vengono registrati, ma d'altra parte è possibile conteggiare accuratamente la quantità di emissioni sonore registrate (ad esempio le frasi di canto emesse), ottenendo una stima indiretta di abbondanza. I dati di registrazione, poi, possono essere ascoltati ad libitum, anche da esperti diversi, per giungere ad una migliore e validata definizione della comunità ornitica presente. Nel nostro caso, per ogni specie e per ogni minuto di registrazione, abbiamo registrato il numero di frasi (di canto e di richiamo). Nel paragrafo che segue sono riportati alcuni sonogrammi di registrazione, che costituiscono l'output standard dell'analisi. Sono stati ascoltati 178 file (89 punti per due repliche), la successione temporale di ascolto è stata rigorosamente casuale. Altamente importante e auspicabile può essere la creazione di un ampio archivio di sonogrammi, per l'individuazione di peculiarità comuni nello spettro dei canti o dei richiami della zona, da utilizzare nel corso degli anni per la medesima area di studio (Szewczak & Morrison, 2010).

Figura 7. (pagina successiva). Un esempio di scheda di ascolto compilata. Per ogni specie (definita con una sigla) sono indicate le frasi di canto (simboli “+”) e quelle di richiamo (“<”) registrate. Simboli delle specie: Cp (Capinera), Sc (Scricciolo), G (Ghiandaia), Fi (Fiorrancino), P (Pettirosso), Cmo (Cincia mora), F (Fringuello), Pmu (Picchio muratore), Rc (Rondone comune), Ralp (Rampichino alpestre), Prm (Picchio rosso maggiore), Lup (Lui piccolo).

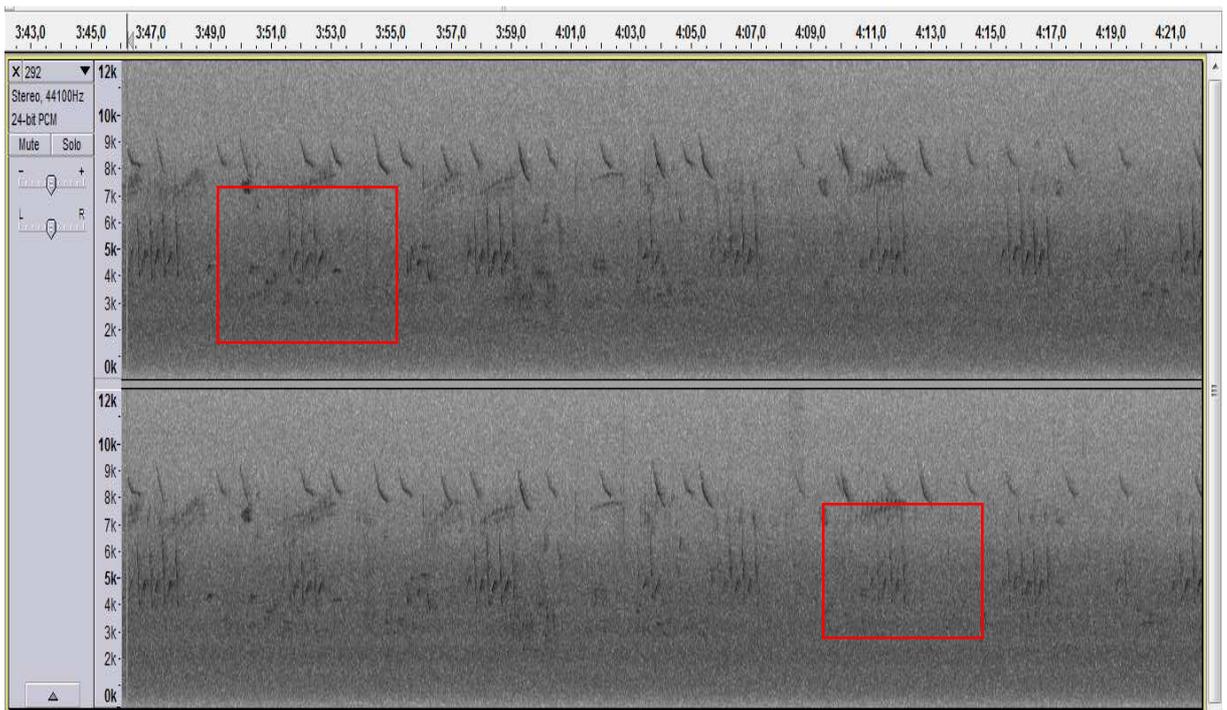
279 (II vol IIa)

registrazione	data										punto gps	specie	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			>10
1	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	
2	++	+++++	+++++	+++++	++	+++	++++	++++	++++	++++	++		
3	Lh												
4	+++++	+++	+++	+++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++		
5	+												
6	++++		L		+			+++++	++	+++++			
7	+	+++++	+++	++	+	+++++			+++	+++	+++		
8		L											
9			L	LLLL	LLL	L	LL			L			
10				LLL	LLLLLL	LL+LL	LL						
11					++								
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													

3.4.1. Sonogrammi di registrazione

Di seguito sono riportati alcuni sonogrammi di registrazione dove sono indicate le vocalizzazioni di alcune specie.

Waypoint 292 primo rilievo data 28/05/2015 ora 09:18

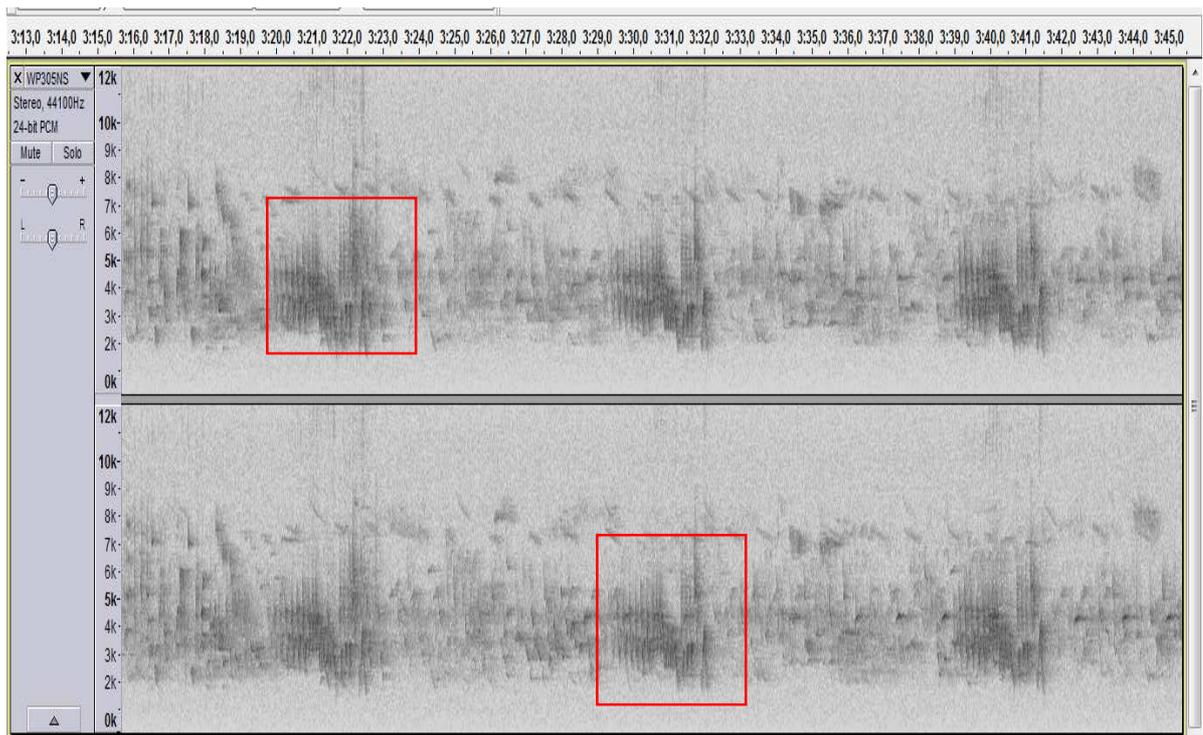


a) Nel sonogramma nei riquadri rossi le vocalizzazioni della Cincia mora *Periparus ater*.



Cincia mora

Waypoint 305 primo rilievo data 30/05/2015 ora 07:35

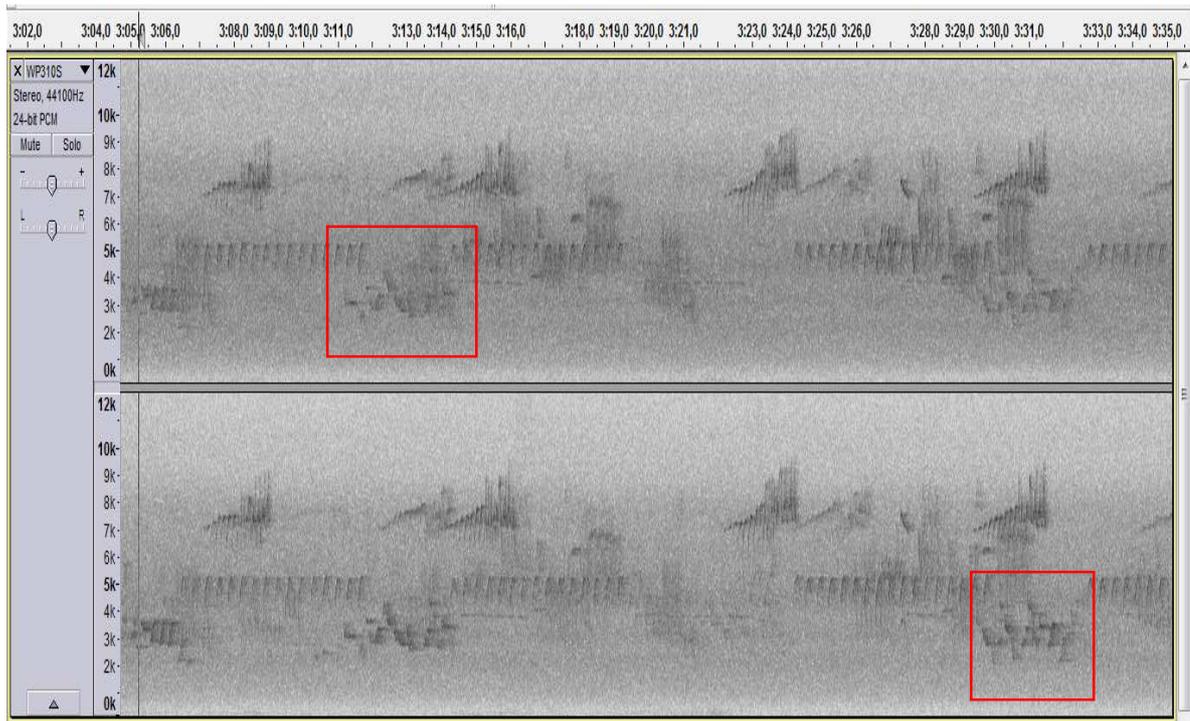


b) Nel sonogramma nei riquadri rossi le vocalizzazioni del Fringuello *Fringilla coelebs*.



Fringuello

Waypoint 310 primo rilievo data 30/05/2015 ora 09:21



c) Nel sonogramma nei riquadri rossi le vocalizzazioni della Capinera *Sylvia atricapilla*.



Capinera

Waypoint 310 primo rilievo data 30/05/2015 ora 09:21

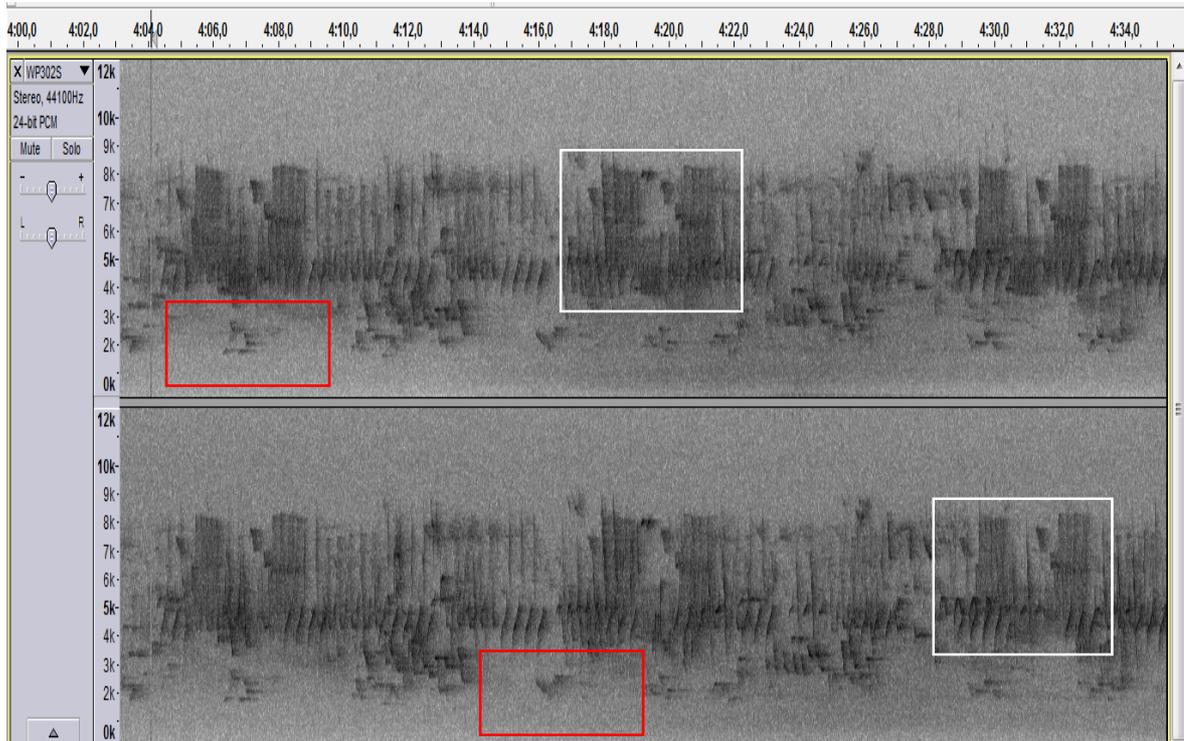


d) Nel sonogramma nei riquadri rossi le vocalizzazioni del Fiorrancino *Regulus ignicapillus*.



Fiorrancino

Waypoint 302 secondo rilievo data 07/06/2015 ora 05:46



e) Nel sonogramma nei riquadri rossi le vocalizzazioni del Merlo *Turdus merula*, nei riquadri bianchi le vocalizzazioni dello Scricciolo *Troglodytes troglodytes*.



Merlo



Scricciolo

3.5. Parametri ornitici

I vari parametri considerati nello studio sono stati ottenuti prima direttamente dalle schede di rilevamento e poi informatizzati tramite l'uso del software Microsoft Excel.

I dati derivanti dall'ascolto, riuniti come detto in schede (Fig. 7) sono stati archiviati in un unico database contenente, per ciascuna riga, la specificazione del punto, della replica di censimento, della specie e del numero di frasi (di canto o di richiamo). A partire da questo archivio di base, abbiamo calcolato, per ciascun punto e per ciascuna delle due repliche:

Parametro	Descrizione
S_TOT_PT	Ricchezza di specie per punto, ossia l'insieme di tutte le specie identificate all'ascolto delle due repliche di censimento.
INVSIMPS	Indice (inverso) di diversità secondo Simpson, ottenuto dall'insieme delle frasi (canti e richiami) delle due repliche di censimento.
SHANNON	Indice di diversità secondo Shannon, ottenuto dall'insieme delle frasi (canti e richiami) delle due repliche di censimento.
AT_TOT_PT	Numero complessivo di frasi (canti e richiami) nelle due repliche di censimento.
AC_TOT_PT	Numero complessivo di frasi di canto nelle due repliche di censimento.
AR_TOT_PT	Numero complessivo di richiami nelle due repliche di censimento.
SXXXXXT_T	Numero complessivo di frasi (canti e richiami) nelle due repliche di censimento, di ciascuna delle 14 specie più frequenti (vedi oltre).

Innanzitutto, per poter estrapolare questi parametri, sono stati creati tre archivi differenti: uno in cui ci sono tutti i dati riportati dalle schede dei rilievi, un secondo in cui ci sono tutti i dati che rientrano nei canonici 10 minuti di registrazione e l'ultimo archivio in cui ci sono i dati contenuti nei minuti "interi" di registrazione (in alcune registrazioni che durano tra i 9 e i 10 minuti

sono stati eliminati i dati appartenenti al decimo minuto). I parametri S_TOT_PT, INVSIMPS, SHANNON, SXXXXXT_T, sono stati ricavati dal secondo archivio, mentre AT_TOT_PT, AC_TOT_PT, AR_TOT_PT, per una maggiore confrontabilità dei risultati, sono stati ricavati dal terzo archivio. Il primo archivio è stato conservato solo per motivi di conoscenza faunistica di base.

Tra le 37 specie identificate complessivamente, per 14 di esse è stato possibile effettuare analisi specie specifiche, a causa della loro notevole diffusione e/o abbondanza nell'area di studio:

S10660T_T	Scricciolo
S10990T_T	Pettirosso
S11870T_T	Merlo
S12000T_T	Tordo bottaccio
S12020T_T	Tordela
S12770T_T	Capinera
S13110T_T	Lù piccolo
S13140T_T	Regolo
S13150T_T	Fiorrancino
S14610T_T	Cincia mora
S14620T_T	Cinciarella
S14860T_T	Rampichino alpestre
S14870T_T	Rampichino comune
S16360T_T	Fringuello

3.6. Le misure di correlazione

Uno degli obiettivi della tesi oltre al censimento del popolamento ornitico, era di ricavare dai dati raccolti indici affidabili di descrizione della biodiversità, ossia indici che siano caratteristici del punto al quale si riferiscono, e invece siano poco influenzati dalle particolari condizioni della giornata e dell'orario ai quali si riferisce uno specifico rilevamento. Il fatto di disporre di due replicazioni vicine nel tempo e riferite alla stessa fase fenologica (la riproduzione) permette di individuare, tra le misure possibili, quella o quelle che rimangono maggiormente inalterate tra le due replicazioni stesse. Queste misure, pertanto, saranno quelle più affidabili come descrittori della biodiversità ornitica del sito.

Per ottenere questo risultato occorre valutare il grado di associazione tra le coppie di valori della stessa variabile, ottenute dai dati raccolti nelle due replicazioni di censimento. Per procedere al calcolo si possono usare delle misure di correlazione. Storicamente gli indici di associazione più usati (sino a poco tempo fa anche gli unici) erano: il coefficiente di correlazione di Pearson, r , e il corrispettivo coefficiente di correlazione per ranghi di Spearman, ρ , che si basa su valori ordinati in ranghi piuttosto che su valori reali.

Di recente sono state sviluppate due nuove misure di associazione: la $dCor$ e il MIC. La $dCor$ (Székely *et al.*, 2007; Székely & Rizzo, 2009) misura la “distanza di correlazione” tra due variabili casuali, utilizza la distanza di covarianza divisa per la distanza del prodotto delle deviazioni standard delle variabili sotto radice quadrata, con questa relazione si ottiene la misura di associazione.

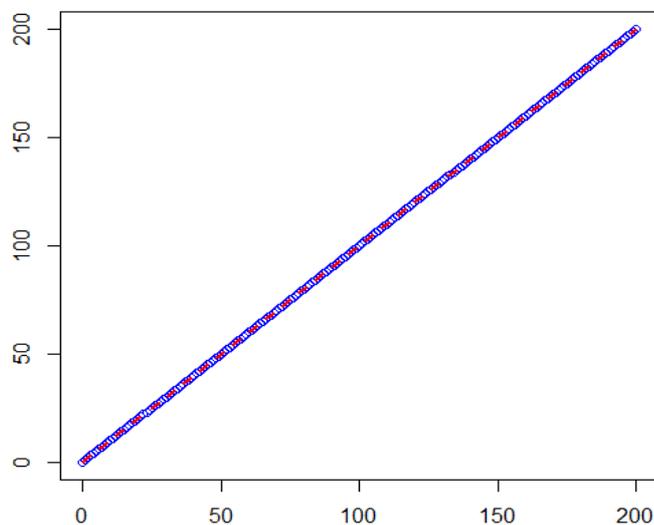
L'indice MIC (massimo coefficiente di informazione) (Reshef *et al.*, 2011), si basa sui principi della teoria dell'informazione. In particolare l'informazione reciproca; date due variabili x , y l'indice MIC fornisce una misura della

quantità di informazione che una variabile ha in comune con l'altra, secondo la relazione: $(x, y) = y(y, x)$ (Clark, 2013).

Sia $dCor$ sia MIC forniscono risultati diversi da zero anche per relazioni curvilinee e, in genere, per relazioni che non prevedono né incrementi, né decrementi reciproci delle due variabili.

Per illustrare meglio le differenze tra le diverse misure di associazione e per rivelarne il comportamento, abbiamo predisposto una serie di esempi, partendo da dati simulati. Per ciascuno di essi presentiamo le quattro misure di associazione descritte in precedenza, con i rispettivi (ove possibile) livelli di significatività, dopo la presentazione grafica dei dati. Tutti i campioni esaminati sono formati da 200 coppie di dati fittizi.

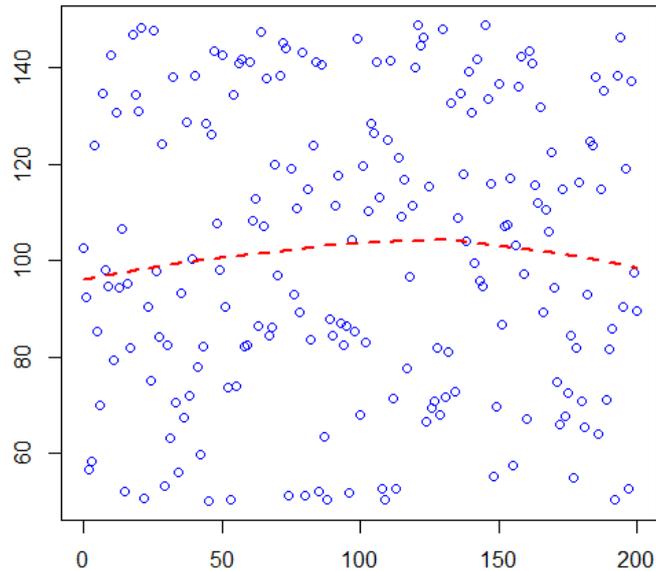
Il primo esempio che presentiamo è una serie di punti localizzati su di una retta (tutti i grafici mostrati hanno i simboli dei dati in blu e una linea di lowess in rosso, illustrativa):



Coefficiente	Valore	Significatività
r	1	0.000
ρ	1	0.000
$dCor$	1	0.005
MIC	1	

In questo caso non sorprende affatto che tutte le misure concordino, e che il livello di significatività sia elevatissimo.

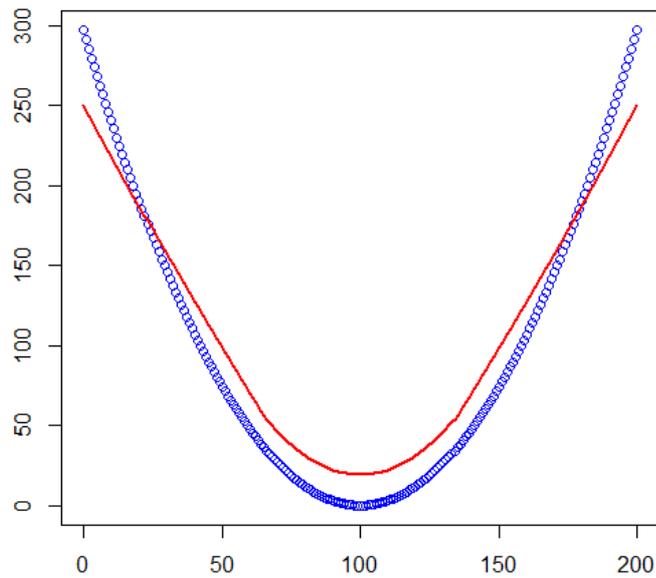
Risultati altrettanto prevedibili si ottengono se si prendono in considerazione valori generati casualmente:



Coefficiente	Valore	Significatività
r	0.03	0.64
ρ	0.03	0.70
$dCor$	0.09	0.70
MIC	0.19	

Anche in questo caso si ottiene un risultato prevedibile ed atteso, nessuna correlazione ha valori elevati, né tantomeno è significativa.

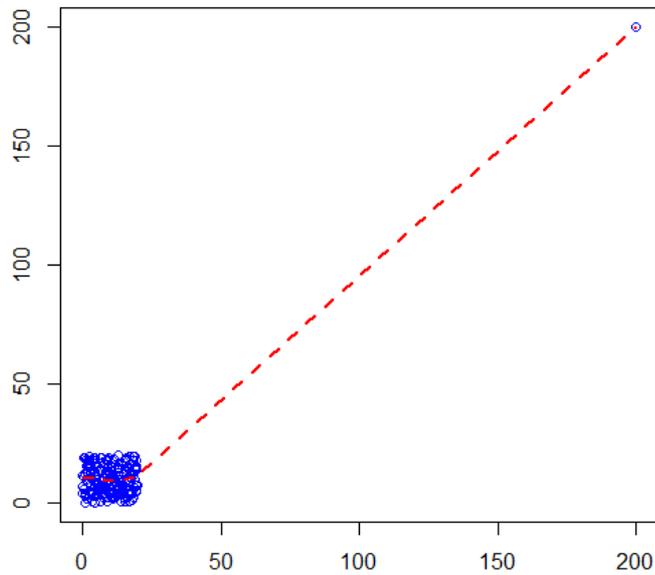
Differente e più interessante è il caso di relazioni curvilinee, l'esempio che segue riguarda una parabola:



Coefficiente	Valore	Significatività
r	0	1
ρ	0	1
$dCor$	0.49	0.005
MIC	1	

In questo caso, vista la natura della funzione parabolica che non porta né ad un incremento né ad un decremento netto, i coefficienti di Pearson e di Spearman valgono esattamente 0, ma dato che l'ordinata è determinata dall'ascissa in modo univoco, il contenuto in informazione (MIC) viene pari all'unità, esattamente come accadeva per la retta. Il caso di $dCor$ è intermedio, con un valore di circa 0.5, altamente significativo. Quest'ultima misura pare tener conto quindi della natura non lineare della relazione, penalizzando il valore rispetto ad una relazione lineare.

E' infine estremamente interessante esaminare il caso di un insieme di dati comprendente 199 coppie di valori perfettamente casuali, ed un solo valore molto elevato, sia per l'ascissa sia per l'ordinata. Siamo pertanto in presenza di una distribuzione di dati fortemente asimmetrica. In questo caso abbiamo:



Coefficiente	Valore	Significatività
r	0.87	0.85
ρ	0.01	0.87
$dCor$	0.42	0.005
MIC	0.22	

I valori elevati di r e $dCor$ sono evidentemente fuorvianti, è ragionevole immaginare che non abbia molto senso dare così grande importanza ad un solo valore. Soprattutto il valore di r si comporta assai problematicamente, anche se va detto che anche la correlazione di Pearson non è affatto significativa. Il MIC, infine, sembra fotografare abbastanza correttamente la situazione, pesando, rispetto alla distribuzione totalmente casuale, un piccolo incremento (da 0.19 a 0.22).

Volendo riassumere brevemente il significato di questi esempi, possiamo affermare:

- Il valore di correlazione di Pearson, essendo basato sui postulati della distribuzione gaussiana, è da usare solo nei pochi casi nei quali questi sono verificati;

- il coefficiente di Spearman, basato com'è sui ranghi, è robusto e affidabile per relazioni di associazione lineare, ma non fornisce risultati in caso di relazioni non lineari;
- il valore di $dCor$ pesa il “livello di linearità” delle relazioni, e in caso di relazioni non lineari fornisce valori più bassi, ma non nulli. Sembra anche molto sensibile alle deviazioni dalla normalità, o quantomeno all'effetto di disturbo dovuto alla presenza di outliers, comportandosi in sostanza in modo simile al coefficiente di Pearson;
- il MIC, infine, non fa distinzioni tra relazioni lineari e non, e non sembra molto sensibile alla presenza di outliers.

In sostanza, se si è interessati alla presenza di associazione tra variabili, indipendentemente dalla natura di queste, il coefficiente MIC pare il più indicato (la sua significatività statistica può essere testata con metodi di ricampionamento); se si è interessati anche alla natura dell'associazione, sembra più efficiente $dCor$, avendo però cura di verificare la presenza di outliers; anche questo coefficiente può però essere calcolato sui ranghi, riducendo il problema, ma inserendo difficoltà nel valutare la natura di relazioni non lineari.

3.7. Analisi statistica dei dati

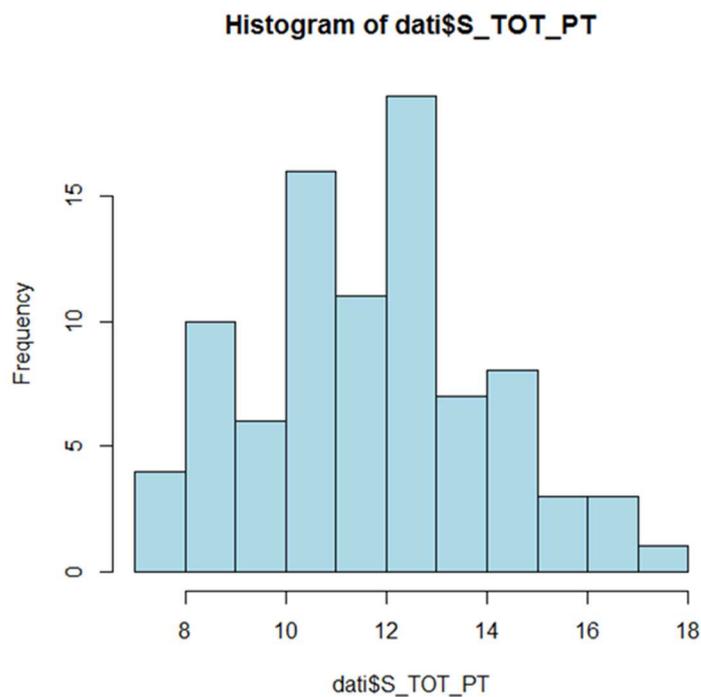
Richiamando lo scopo di questa ricerca, che è quello di individuare, tra quelli usualmente utilizzati, gli indici più stabili e affidabili di biodiversità ornitica, abbiamo verificato, per i parametri ornitici descritti al paragrafo precedente, il livello di associazione esistente tra le due repliche di censimento. Abbiamo pertanto misurato i due coefficienti di correlazione (Pearson e Spearman), la distanza di correlazione ($dCor$) e il massimo coefficiente di informazione

(MIC), effettuando, per i primi tre valori, le corrispondenti valutazioni di significatività statistica.

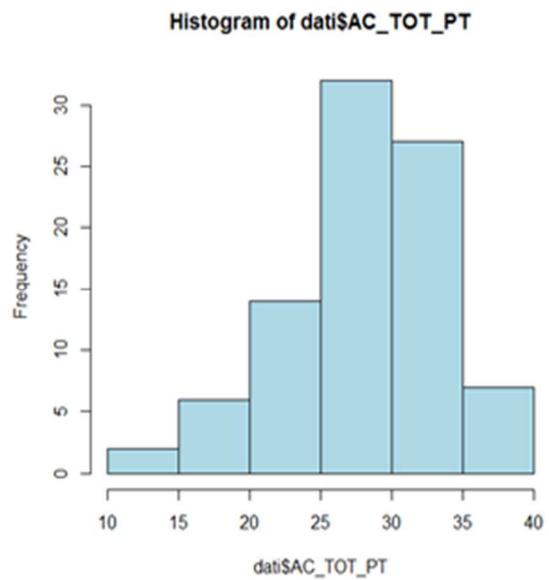
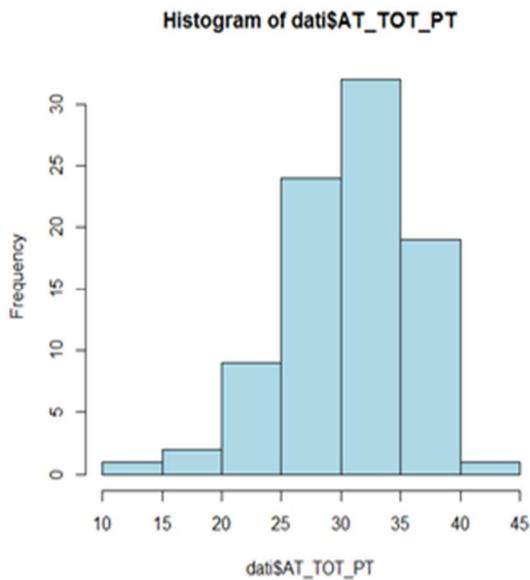
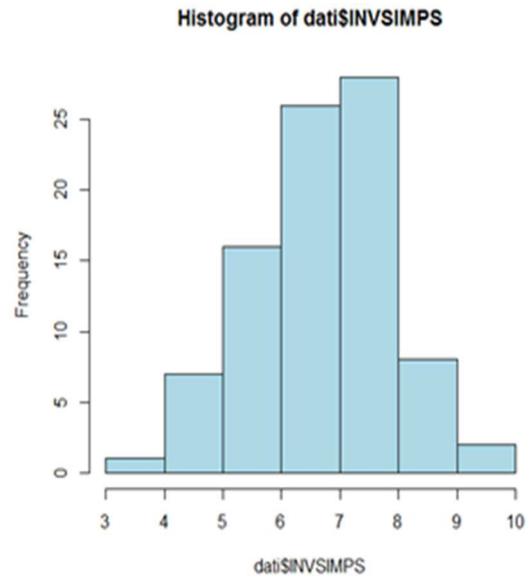
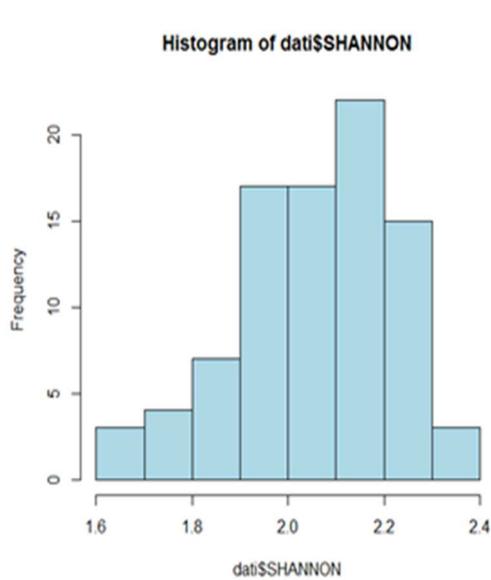
3.8. Distribuzioni statistiche delle variabili ornitiche

A scopo puramente illustrativo, presentiamo le distribuzioni di frequenza dei parametri ornitici considerati. Le variabili ornitiche sono grossolanamente raggruppabili in tre tipologie:

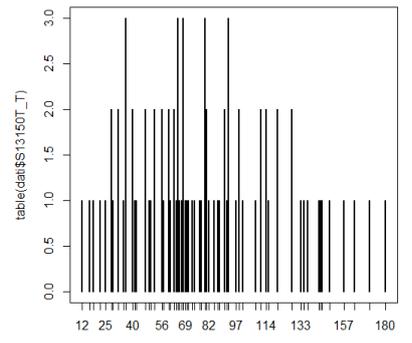
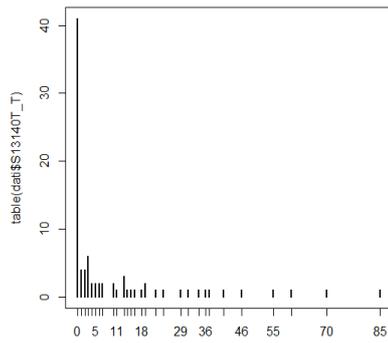
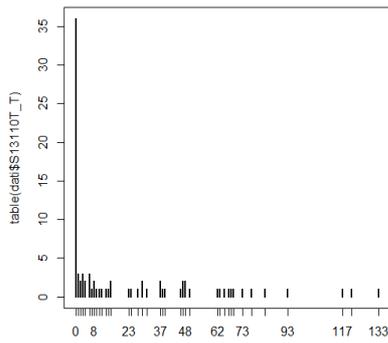
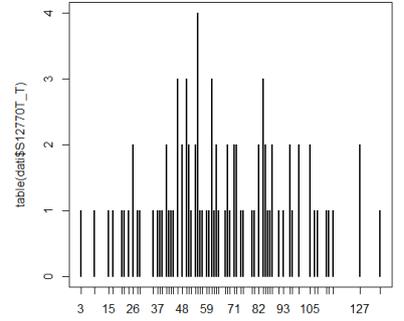
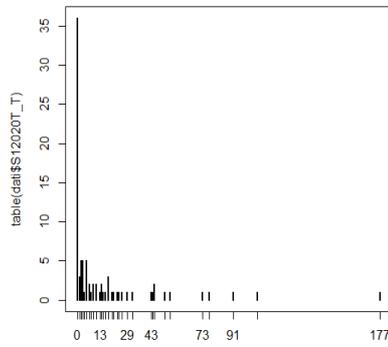
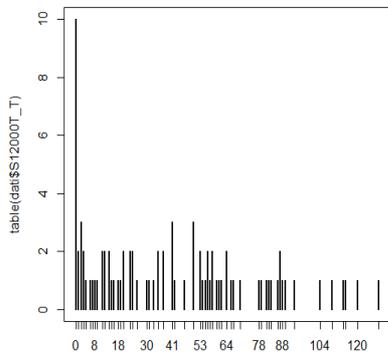
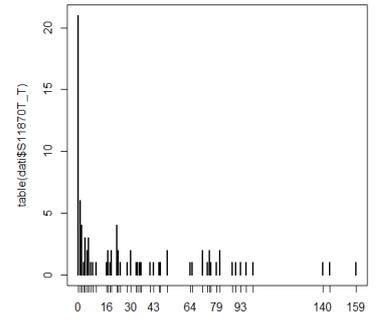
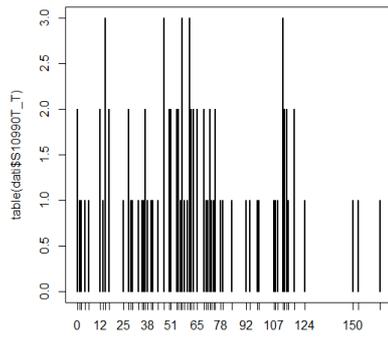
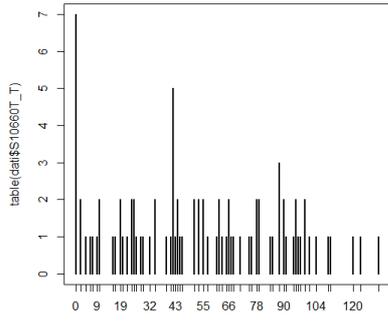
1. Conteggi: ricchezza, ossia S_TOT_PT. Il grafico che segue la illustra.

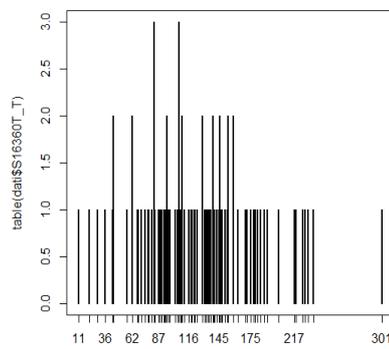
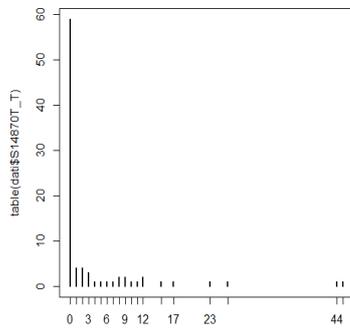
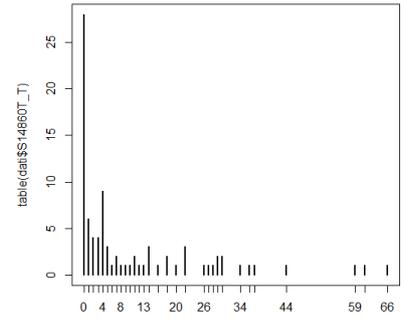
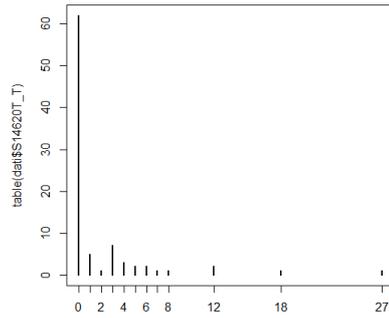
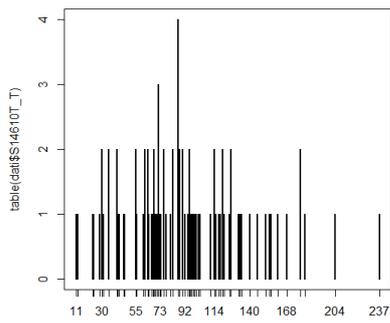


2. Variabili continue con assenza di valori nulli: INVSIMPS, SHANNON, AT_TOT_PT, AC_TOT_PT, I grafici che seguono le illustrano.



3. Conteggi con possibile presenza di numerosi valori nulli: le 14 specie considerate. Nei grafici che seguono sono tutte presentate, e dai grafici stessi è possibile rilevare le specie con abbondanza di valori nulli.





Tutte le analisi statistiche sono state svolte con il software R (R Core Team, 2015), versione 3.2.3, con i pacchetti “energy” (Rizzo & Székely, 2014) e “minerva” (Filosi *et al.*, 2014).

4. RISULTATI

4.1. Risultati del censimento

Il censimento portato avanti nell'abetina nella stagione riproduttiva 2015 ha permesso di raccogliere una notevole mole di dati, e prima di tutto di caratterizzare la composizione e la struttura della comunità ornitica. Nella Tabella che segue è riportato l'elenco delle 37 specie contattate, corredato per ciascuna dal numero di punti nei quali è stata rinvenuta.

Specie	N. punti	Specie	N.punti
Astore	1	Lù piccolo	54
Sparviere	2	Regolo	47
Poiana	1	Fiorrancino	89
Colombaccio	5	Pigliamosche	1
Cuculo	7	Codibugnolo	1
Rondone comune	6	Cincia bigia	17
Picchio verde	3	Cincia mora	89
Picchio nero	2	Cinciarella	26
Picchio rosso maggiore	16	Cinciallegra	12
Ballerina gialla	4	Picchio muratore	21
Merlo acquaiolo	1	Rampichino alpestre	60
Scricciolo	82	Rampichino comune	29
Pettirosso	87	Ghiandaia	16
Codiroso comune	3	Cornacchia grigia	3
Merlo	68	Fringuello	89
Tordo bottaccio	79	Verdone	6
Tordela	52	Crociere	3
Capinera	89	Ciuffolotto	6
Lù verde	6		

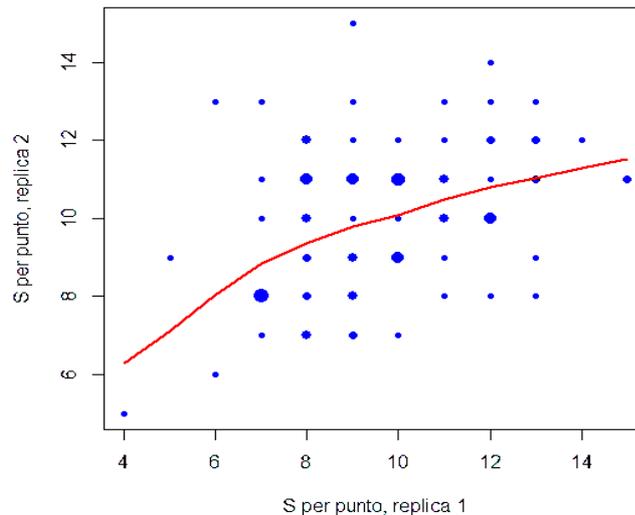
Si confermano le presenze, e la relativa abbondanza, di specie di interesse per la conservazione, come Picchio nero, Rampichino alpestre e Regolo. Di un certo interesse anche la presenza di due specie di rapaci. Rispetto ai lavori svolti nello stesso ambiente in passato (Lapini & Tellini, 1990; Tellini Florenzano *et al.*, 2006) si nota l'ingresso di alcune specie nuove per l'area: il citato Picchio nero, il Colombaccio e il Codirosso comune. Pare invece scomparsa la Passera scopaiola. Questo può essere dovuto un po' ai cicli riproduttivi delle specie differenti, un po' a causa di fattori climatici diversi durante le due repliche di rilievi.

Successivamente, dall'archivio generale sono stati calcolati i valori dei parametri ornitici utilizzati per le analisi di associazione, che sono descritti nei metodi.

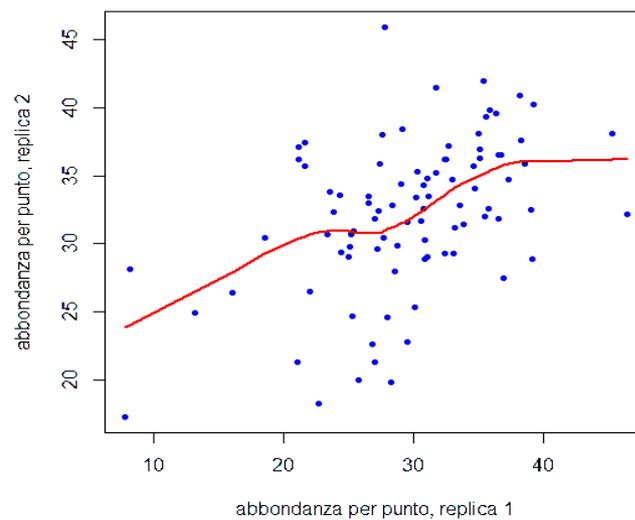
Le specie rilevate in entrambi i giri sono, come detto, 37, tutte forestali e "prevedibili", senza grandi "sorprese", come specie esclusivamente da quote basse o di passaggio o adatte ad habitat aperti. Le più frequenti, rilevate in tutti gli 89 punti, sono il fringuello (con un totale di 10802 vocalizzazioni), la cinciamora (con 7951 vocalizzazioni), il fiorrancino (con 6909 vocalizzazioni) e la capinera (con 5678 vocalizzazioni). Seguono il pettirosso, rilevato in 87 punti e lo scricciolo in 82. In termini di rilevamento delle specie, è stato molto utile fare il secondo giro di raccolta dei dati, poiché questo ha aumentato le probabilità di rilevare su più punti sia specie meno frequenti sia specie importanti a livello conservazionistico, ad esempio picchio nero e astore, sia specie comunque frequenti in abetina ma che semplicemente vocalizzano meno di altre più attive, come i rampichini, il regolo e la tordela, esempi di casi in cui, grazie al secondo giro di rilievi, sono praticamente raddoppiati i punti in cui sono stati rilevati rispetto al primo giro (da 37 punti a un totale di 60 nel caso del rampichino alpestre, da 14 a 29 per il rampichino comune, da 29 a 47 per il regolo, da 27 a 52 per la tordela).

4.2. Risultati delle analisi statistiche

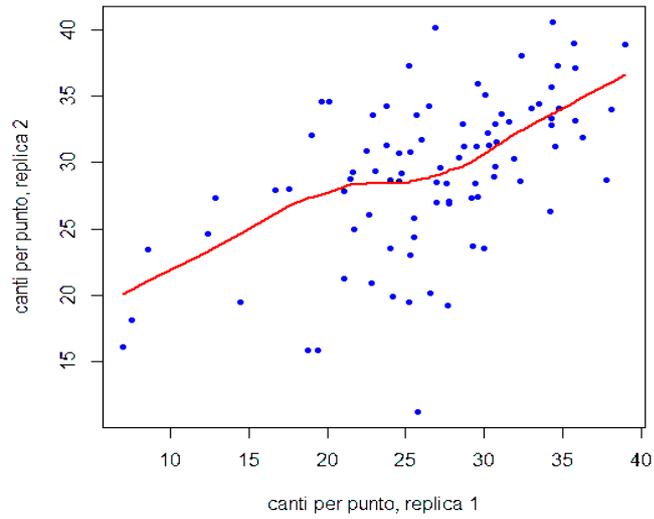
I grafici di seguito riportati illustrano il grado di associazione tra i valori dello stesso parametro ornitico nelle due repliche di censimento. Tutti i grafici sono presentati con, in rosso, una curva di lowess disegnata a solo scopo illustrativo.



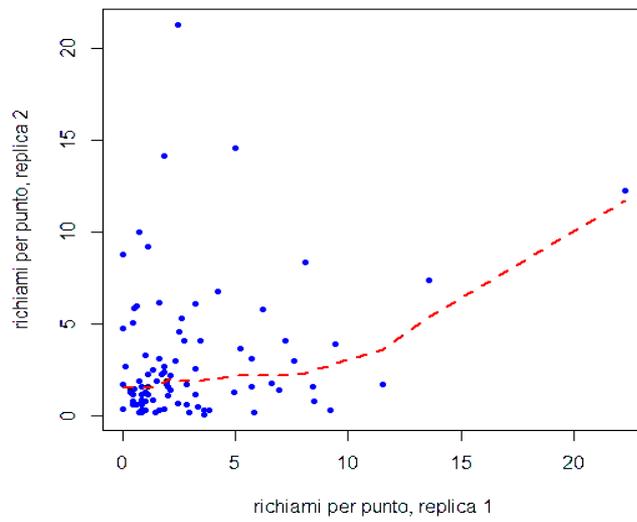
1) Relazione tra i valori di ricchezza specifica rilevati la prima e la seconda replica di censimento.



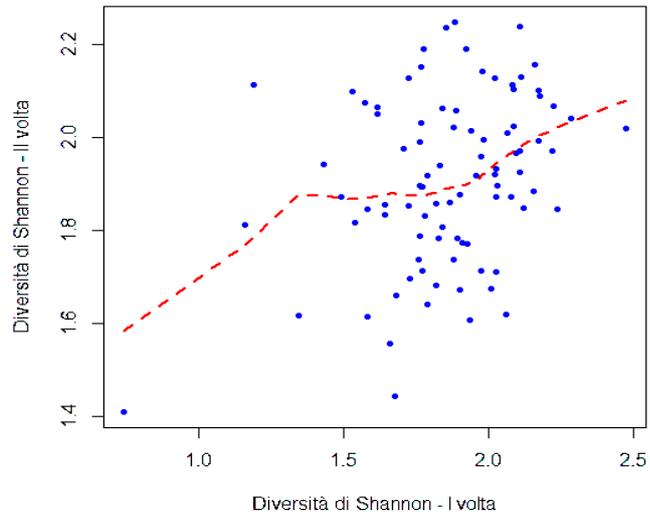
2) Relazione tra le vocalizzazioni (canti e richiami) rilevate la prima e la seconda replica di censimento.



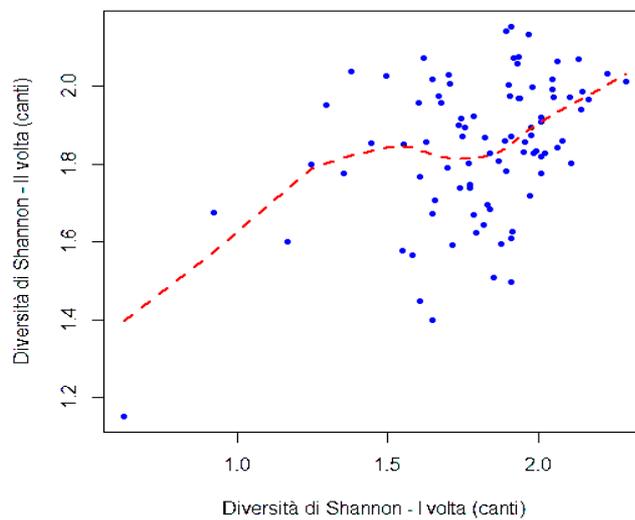
3) Relazione tra i canti rilevati la prima e la seconda replica di censimento.



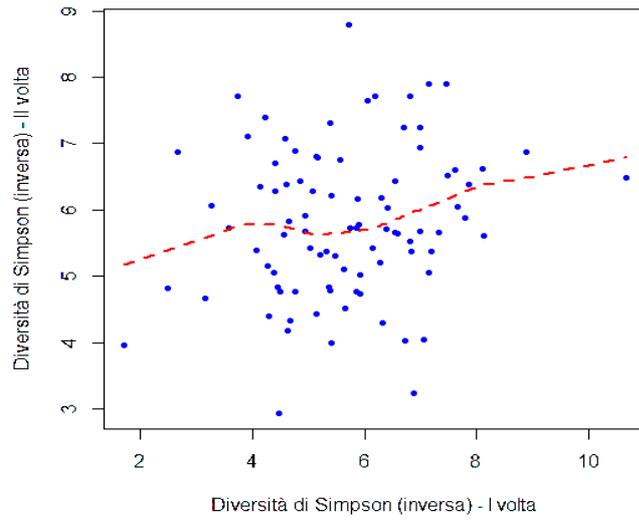
4) Relazione tra i richiami rilevati la prima e la seconda replica di censimento.



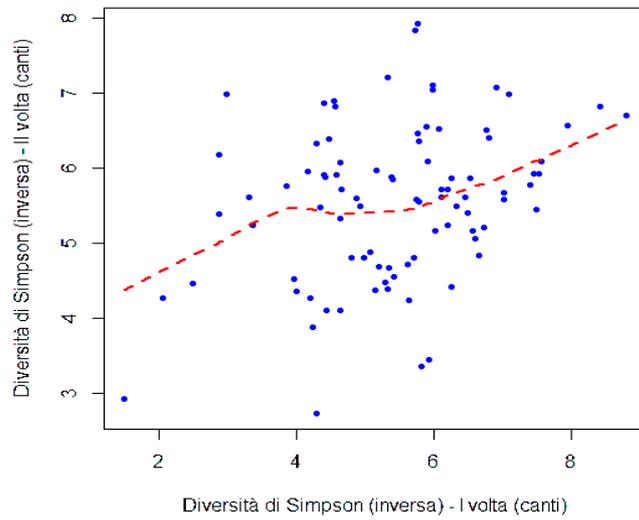
5) Relazione tra i valori dell'indice di diversità di Shannon (vocalizzazioni) rilevati la prima e la seconda replica di censimento.



6) Relazione tra i valori dell'indice di diversità di Shannon (canti) rilevati la prima e la seconda replica di censimento.

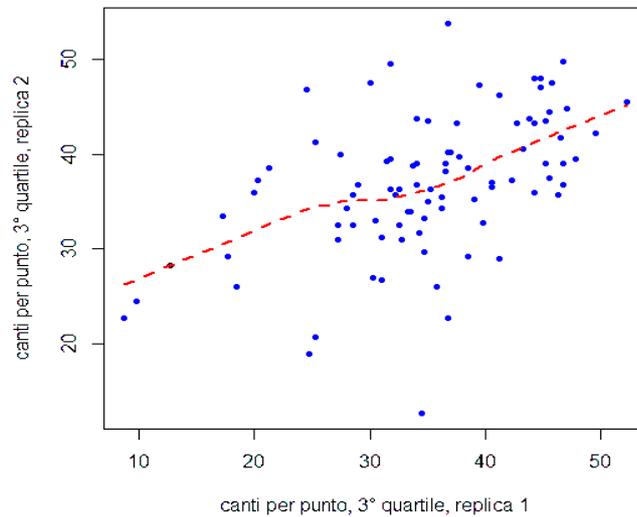


7) Relazione tra i valori dell'indice di diversità di Simpson (vocalizzazioni) rilevati la prima e la seconda replica di censimento.

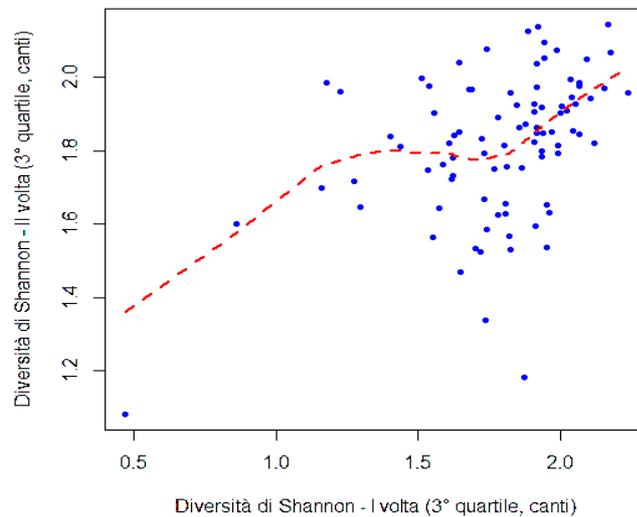


8) Relazione tra i valori dell'indice di diversità di Simpson (canti) rilevati la prima e la seconda replica di censimento.

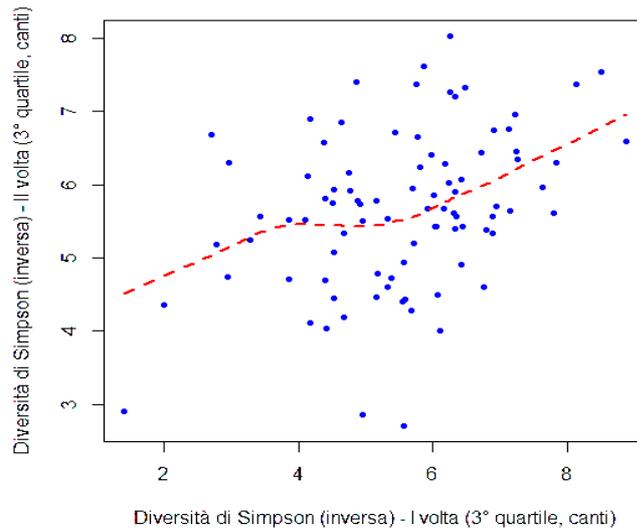
Partendo dai risultati delle prime analisi svolte e da una valutazione empirica dei dati abbiamo anche provato a calcolare alcuni degli indici eliminando i valori più bassi. Per ottenere questo abbiamo calcolato il valore del terzo quartile dei seguenti parametri: canti, Shannon dei canti, Simpson dei canti.



9) Relazione tra i valori dei canti (valori del terzo quartile) rilevati la prima e la seconda replica di censimento.



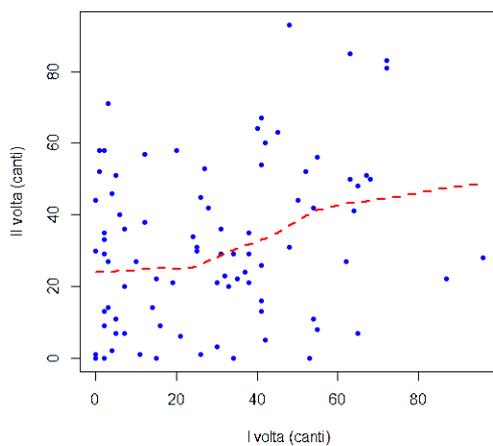
10) Relazione tra i valori dell'indice di diversità di Shannon (canti, valori del terzo quartile) rilevati la prima e la seconda replica di censimento.



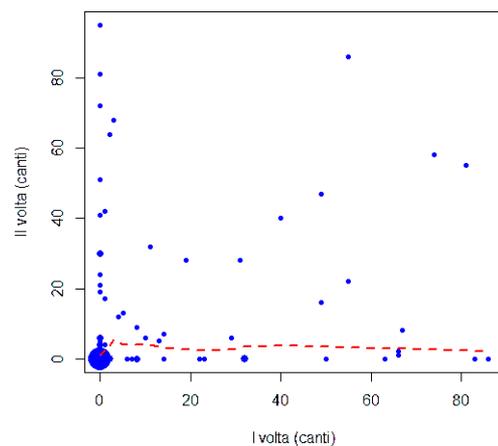
11) Relazione tra i valori dell'indice di diversità di Simpson (canti, valori del terzo quartile) rilevati la prima e la seconda replica di censimento.

Per quanto concerne le 14 specie testate, qui di seguito sono presentati i grafici di confronto sulle numerosità dei canti per 11 di esse, mentre per tre specie, poco canore (cinciarella, rampichino alpestre e rampichino comune) i confronti presentati riguardano l'insieme delle vocalizzazioni (canti e richiami).

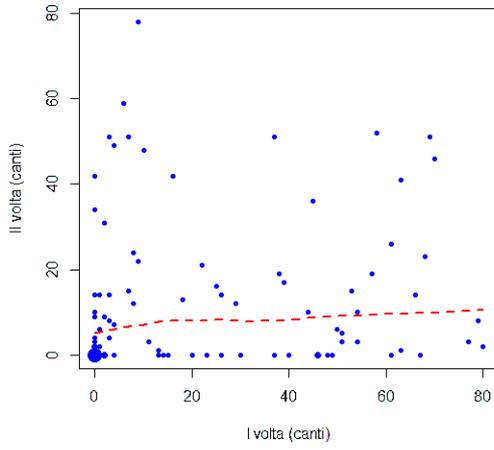
Pettirosso



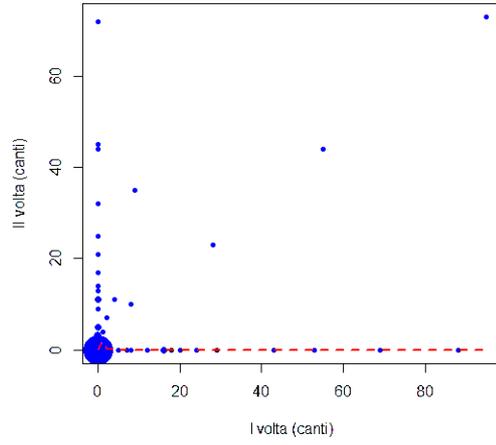
Merlo



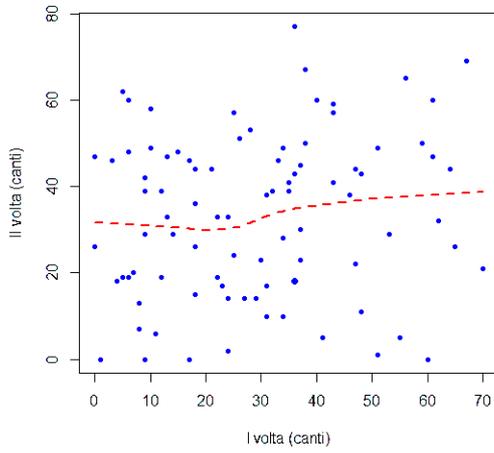
Tordo bottaccio



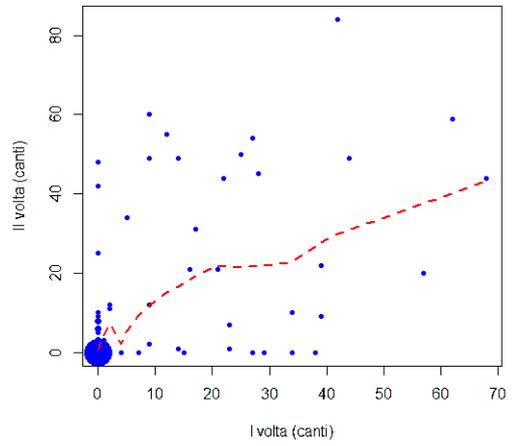
Tordela



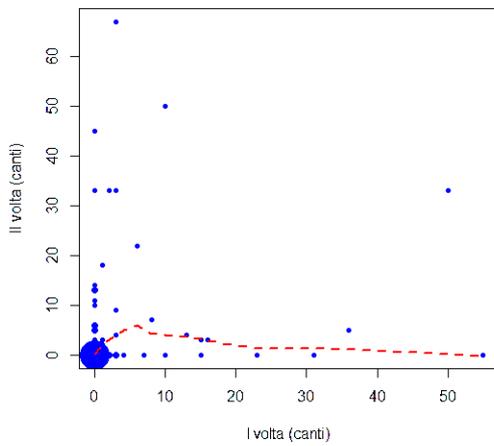
Capinera



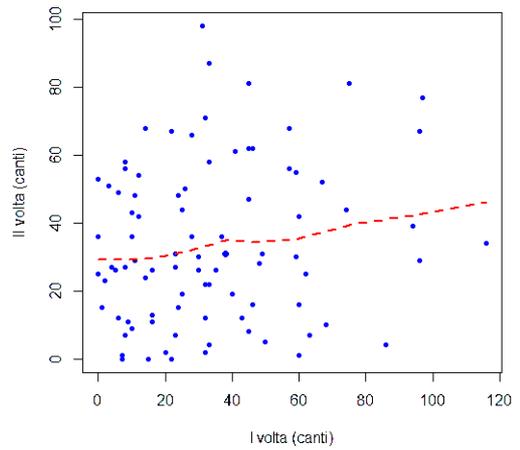
Luì piccolo



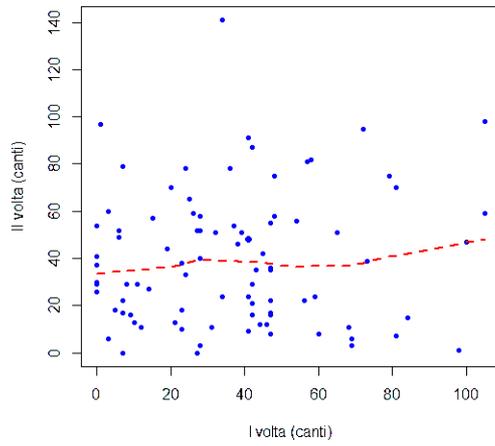
Regolo



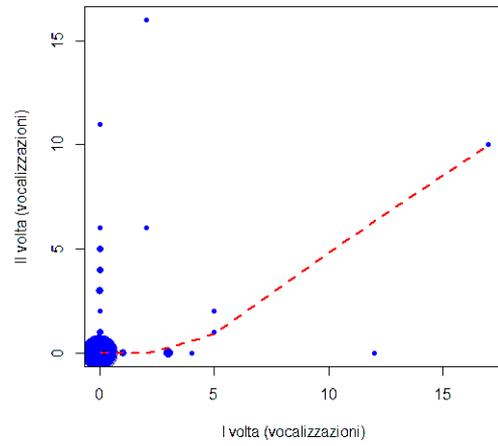
Fiorrancino



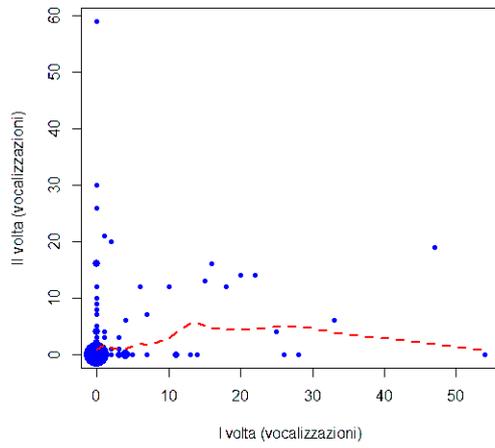
Cincia mora



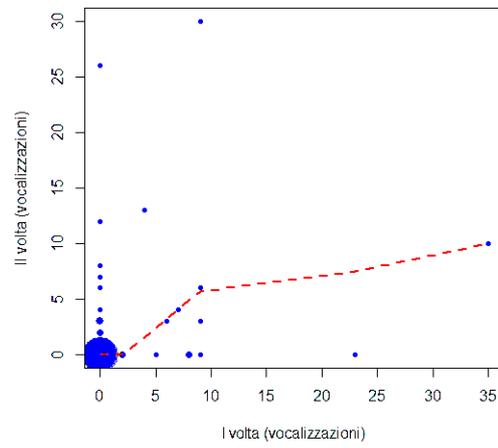
Cinciarella



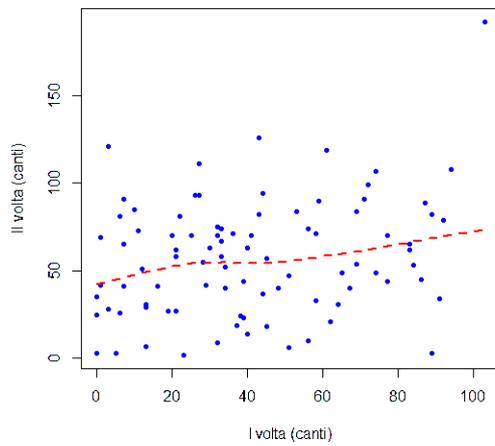
Rampichino alpestre



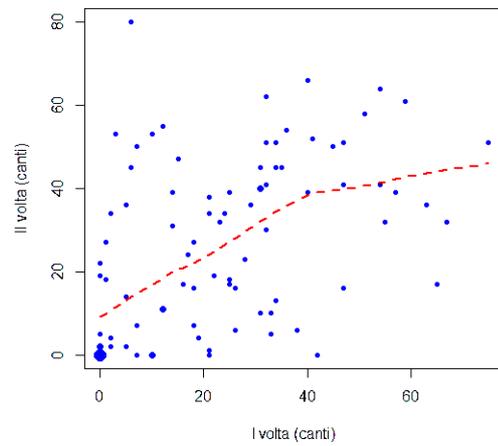
Rampichino comune



Fringuello



Scricciolo



Le analisi statistiche hanno portato i seguenti risultati, riassunti in forma tabulare come segue:

a) Ricchezza specifica

Misura di correlazione	Valore di correlazione	Livello di significatività
Spearman	0.36	0.000
Pearson	0.38	0.000
<i>dCor</i>	0.36	0.005
MIC	0.13	

b) Vocalizzazioni (canti e richiami)

Misura di correlazione	Valore di correlazione	Livello di significatività
Spearman	0.45	0.000
Pearson	0.47	0.000
<i>dCor</i>	0.46	0.005
MIC	0.37	

c) Canti

Misura di correlazione	Valore di correlazione	Livello di significatività
Spearman	0.53	0.000
Pearson	0.55	0.000
<i>dCor</i>	0.52	0.005
MIC	0.37	

d) Richiami

Misura di correlazione	Valore di correlazione	Livello di significatività
Spearman	0.15	0.174
Pearson	0.24	0.024
<i>dCor</i>	0.24	0.040
MIC	0.23	

e) Indice di diversità di Shannon calcolato sulle vocalizzazioni

Misura di correlazione	Valore di correlazione	Livello di significatività
Spearman	0.29	0.005
Pearson	0.34	0.001
<i>dCor</i>	0.31	0.010
MIC	0.25	

f) Indice di diversità di Simpson calcolato sulle vocalizzazioni

Misura di correlazione	Valore di correlazione	Livello di significatività
Spearman	0.16	0.129
Pearson	0.19	0.080
<i>dCor</i>	0.22	0.200
MIC	0.25	

g) Indice di diversità di Shannon calcolato sui canti

Misura di correlazione	Valore di correlazione	Livello di significatività
Spearman	0.34	0.001
Pearson	0.43	0.000
<i>dCor</i>	0.37	0.005
MIC	0.28	

h) Indice di diversità di Simpson calcolato sui canti

Misura di correlazione	Valore di correlazione	Livello di significatività
Spearman	0.27	0.010
Pearson	0.32	0.002
<i>dCor</i>	0.31	0.005
MIC	0.30	

i) Canti (dati solo del terzo quartile)

Misura di correlazione	Valore di correlazione	Livello di significatività
Spearman	0.51	0.000
Pearson	0.50	0.000
<i>dCor</i>	0.51	0.005
MIC	0.37	

l) Indice di diversità di Shannon calcolato sui canti (dati solo del terzo quartile)

Misura di correlazione	Valore di correlazione	Livello di significatività
Spearman	0.40	0.001
Pearson	0.42	0.000
<i>dCor</i>	0.39	0.005
MIC	0.39	

m) Indice di diversità di Simpson calcolato sui canti (dati solo del terzo quartile)

Misura di correlazione	Valore di correlazione	Livello di significatività
Spearman	0.35	0.001
Pearson	0.37	0.003
<i>dCor</i>	0.35	0.005
MIC	0.45	

Nella tabella che segue sono riassunte le misure di associazione ottenute dai confronti tra le due repliche di censimento, per quanto concerne le specie prese singolarmente.

Specie	Spearman	P	Pearson	P	<i>dCor</i>	P	MIC
Scricciolo (canti)	0.50	0.000	0.45	0.000	0.47	0.005	0.13
Pettirosso (canti)	0.28	0.008	0.31	0.003	0.30	0.020	0.23
Merlo (canti)	0.17	0.117	0.14	0.188	0.18	0.140	0.18
Tordo bottaccio (canti)	0.19	0.071	0.07	0.506	0.14	0.440	0.27
Tordela (canti)	0.02	0.839	0.29	0.006	0.25	0.050	0.12
Capinera (canti)	0.14	0.191	0.14	0.194	0.17	0.470	0.19
Lui piccolo (canti)	0.57	0.000	0.54	0.000	0.54	0.005	0.39
Regolo (canti)	0.27	0.009	0.13	0.220	0.21	0.110	0.23
Fiorrancino (canti)	0.15	0.164	0.16	0.124	0.18	0.335	0.20
Cincia mora (canti)	0.02	0.832	0.08	0.436	0.17	0.505	0.19
Cinciarella (vocalizzazioni)	0.21	0.053	0.31	0.003	0.31	0.035	0.17
Rampichino alpestre (vocalizzazioni)	0.12	0.261	0.09	0.390	0.24	0.055	0.18
Rampichino comune (vocalizzazioni)	0.30	0.004	0.28	0.009	0.36	0.015	0.15
Fringuello (canti)	0.20	0.058	0.26	0.015	0.23	0.105	0.23

6. DISCUSSIONE

Il confronto tra le due repliche di censimento ha, in generale, dimostrato che esiste, almeno quanto a struttura della comunità, un accordo che si può definire buono tra le due occasioni di censimento, svolte come detto a ridotta distanza di tempo. I valori di associazione rilevati, infatti, dimostrano che il rinvenimento di una determinata struttura di comunità dipende da caratteristiche tipiche del punto, caratteristiche che permangono anche se le condizioni di rilevamento sono variate. A questo proposito conviene ricordare che la seconda replica di censimenti è stata svolta non nella successione temporale (data e orario) seguita durante la prima replica. E' noto che l'intensità del canto degli uccelli varia di molto, in particolare al variare dell'orario, anche entro l'ambito temporale delle prime ore dopo l'alba. Un altro fattore da considerare nell'analizzare i confronti presentati nei risultati è il fatto

che tutte le stazioni di rilevamento hanno interessato un habitat – l'abetina – poco variabile quanto a composizione del bosco (si tratta infatti di piantagioni monospecifiche a fortissima copertura di una sola specie, l'Abete bianco), e, sia pure considerando la presenza degli “schianti”, poco variabile anche in quanto a età del bosco (si tratta esclusivamente di piantagioni di alto fusto con un'età che va – nei suoi estremi – da 70-75 anni fino a 165, mentre mancano totalmente le giovani piantagioni). Sia pure, quindi, in questo ambito di ridotta variabilità ambientale, vi è una importante, generale corrispondenza tra i dati raccolti, nelle stesse localizzazioni, in date diverse e con orari di rilevamento diversi.

La generale corrispondenza tra i valori non è comunque costante ed uguale tra i diversi parametri posti a confronto, ve ne sono alcuni che mostrano un'associazione maggiore, ed altri per i quali la corrispondenza tra le due replicazioni è decisamente inferiore.

In questo contesto prima di tutto occorre sgombrare il campo dal parametro “numero di richiami”; questa variabile è per sua natura estremamente variabile. L'emissione dei richiami, infatti, non è affatto regolare nel corso della giornata e della stagione, ma dipende soprattutto da fattori variabilissimi, quali la presenza di disturbi sulla comunità ornitica, come la presenza o il passaggio di predatori, oppure da particolari e brevissimi momenti nel corso del ciclo riproduttivo di una particolare specie, come l'involo dei nidiacei dal nido, cui segue generalmente una brevissima seppur intensa fase di emissioni di richiami di eccitazione e di contatto tra genitori e prole. Non stupisce affatto, anzi è in qualche modo una conferma della bontà del metodo utilizzato, che il grado di associazione tra le attività di canto registrate nello stesso punto in tempi diversi è estremamente limitato.

Venendo alle altre misure, senz'altro aprioristicamente definibili candidati assai più idonei per descrivere la biodiversità della comunità di uccelli, va notato come la ricchezza specifica, generalmente considerata una buona

misura della struttura del popolamento di uccelli, non si comporta in modo particolarmente efficace rispetto a molti degli altri indici posti a confronto.

Il migliore indice, tra quelli testati in questa sede, si è rivelato l'abbondanza di frasi di canto emesse nell'unità di tempo in ciascun punto, ma si comporta bene, in questo confronto, anche il numero complessivo di vocalizzazioni, sempre nell'unità di tempo. Sempre ricavati dai dati di analisi fine dei file di registrazione audio, vi sono i due indici di diversità, quello di Shannon e quello di Simpson. Il primo che, ricordiamo, dipende molto dal numero delle specie che costituiscono la comunità, non fornisce buoni risultati, rimanendo in linea con i valori registrati per la ricchezza specifica se si considerano tutte le vocalizzazioni, mentre si comporta assai meglio considerando solo i canti, che per loro natura sono più stabili. Rispetto alla ricchezza specifica, la diversità di Shannon sulle vocalizzazioni mostra un valore di correlazione di Spearman inferiore, e un valore di coerenza di informazione (MIC) un po' superiore. Trattiamo in particolare questi due indici perché, in base a quanto affermato nella descrizione dei metodi, paiono quelli più affidabili, sia pure sempre con alcune limitazioni. Ad esempio, se si osservano le distribuzioni dei dati della diversità di Shannon, si nota che la loro forma è caratterizzata da una “coda” verso il basso, ossia con pochi valori particolarmente limitati. Si tratta quindi di distribuzioni ben distanti da quella gaussiana e, abbiamo visto, che in presenza di casi come questi, l'indice MIC può dare risultati fuorvianti, soprattutto se non supportata da nessun tipo di inferenza che ne confermi il valore.

Nel caso della diversità di Simpson, indice che dipende maggiormente dai rapporti di abbondanza esistenti nella comunità, il grado di associazione tra le replicazioni del censimento è anch'esso basso, addirittura molto inferiore, se si considera soprattutto quello calcolato sulle vocalizzazioni, la cui correlazione di Spearman non è nemmeno statisticamente significativamente diversa dalla completa assenza di associazione.

Riassumendo, quindi, la migliore corrispondenza si registra per il numero di canti, seguito dal numero di vocalizzazioni e, infine, dalle due misure di diversità. Tra queste sembra comportarsi meglio l'indice di diversità di Shannon.

L'archivio degli ascolti permette anche di fare molte altre elaborazioni, semplicemente “filtrando” in base a diversi criteri. Tra tutte quelle possibili abbiamo scelto di escludere, in ciascun punto, i minuti caratterizzati da un'attività vocale particolarmente bassa. Abbiamo fatto questa scelta per escludere le situazioni particolari che determinano momenti di temporaneo silenzio nella comunità. Momenti come questi possono dipendere da eventi casuali, quali il transito di potenziali predatori, che potrebbero “sporcare” il rilevamento. Abbiamo pertanto provato a calcolare i “migliori” indici (attività di canto e indici di diversità), anche escludendo dai dati i minuti di minore attività. Per far questo abbiamo calcolato il terzo quartile dei canti per ciascun punto, calcolando gli indici di conseguenza.

Con questo accorgimento si ottengono valori di associazione estremamente più interessanti, soprattutto per quanto riguarda gli indici di diversità. Per entrambi – Shannon e Simpson – abbiamo infatti ottenuto correlazioni molto più elevate, e tutte altamente significative. In seguito all'esito di questo sia pur unico tentativo di selezione dei dati, è possibile ipotizzare che vi potrebbero essere indici ancora più affidabili per ottimizzare il confronto, indici che potrebbero ancora di più essere usati come misure affidabili di biodiversità della comunità ornitica.

Passando a considerare le attività vocali delle specie prese singolarmente, la situazione complessiva è estremamente variegata, con specie la cui attività vocale nelle due replicazioni si è rivelata strettamente correlata, come il Lù piccolo, ed altre, come la Tordela, che si dimostrano pressoché indipendenti nei loro valori tra la prima e la seconda replicazione. In genere, però, da un lato la correlazione esiste, ma questa è abbastanza limitata. Ad esempio, solo

per due specie (Pettirosso e Lù piccolo) la correlazione è statisticamente significativa, e i valori di MIC sono mediamente bassi. In particolare, va notato come il grado di associazione è in genere più basso per le specie prese singolarmente rispetto agli indici complessivi. In altri termini, pare che non si possa surrogare una misura affidabile di diversità complessiva con l'uso di specie particolari, che potrebbero essere utilizzate come indicatori della situazione complessiva.

6. CONCLUSIONI

Il metodo di censimento ornitico utilizzato ha permesso di ottenere alcuni risultati interessanti e nuovi:

- La possibilità di registrare ciascuna vocalizzazione ha permesso di ottenere, a livello di singolo punto, una misura affidabile di abbondanza relativa delle specie, ottenendo misure di densità e di rapporti reciproci tra specie che si sono rivelati stabili nel tempo, e assai più stabili della semplice ricchezza specifica per punto;
- il valore di queste acquisizioni è incrementato dal fatto che i dati analizzati si riferiscono ad un sistema ambientale relativamente omogeneo, e che quindi le differenze tra i punti sono giocoforza limitate;
- le analisi dei dati raccolti possono essere ulteriormente affinate, individuando gli indici più affidabili. La possibilità di disporre di archivi che registrano, per ciascun minuto e per ciascun punto, le attività canore degli uccelli, permette di ottenere indici che tengono conto dei particolari momenti attraversati da ciascun sito, come abbiamo fatto escludendo i minuti di minore attività, affinando pertanto ulteriormente la stima degli indici caratteristici di ciascun sito;
- non bisogna poi dimenticare che il disporre di archivi organizzati e analitici, e anche e soprattutto di file audio che immagazzinano le attività canore

permette potenzialmente di rianalizzare i dati ad libitum per gli scopi più disparati, dalle analisi spettrografiche fini (quali quelle che permettono l'individuazione dei singoli individui come un metodo di marcaggio), alla estrazione di informazioni su diversità e intensità dei segnali sonori, utilizzabili per analisi e confronti di varia natura;

- infine, se per la raccolta dei dati non paiono esservi particolari difficoltà, anzi il metodo delle registrazioni permette di raccogliere dati utili anche da personale non esperto, con attrezzature non particolarmente costose, l'analisi (ascolto) delle registrazioni con la metodologia qui proposta è estremamente complessa, e richiede tempi decisamente lunghi. E' da sperare che individuando indici sintetici su sottoinsiemi temporali dei dati (solo per una parte dei minuti di registrazione si effettuerebbe quindi l'ascolto dettagliato), possa ridurre di molto il lavoro di ascolto delle registrazioni.

7. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- Acevedo M.A. & Villanueva-Rivera L.J.**, 2006. From the Field: Using Automated Digital Recording Systems as Effective Tools for the Monitoring of Birds and Amphibians. *Wildlife Society Bulletin*, 34 (1): 211–214.
- Bautista-Cruz A., Del Castillo R.F.**, 2005. Soil changes during secondary succession in a tropical Mountain Cloud forest area. *Soil Science Society of America Journal* 69: 906914.
- Bibby C.J., Burgess N.D., Hill D.A.**, 1992. *Bird Census Techniques*. British Trust for Ornithology & the Royal Society for the Protection of Birds. London, p. 257.
- Bibby C.J., Burgess N.D., Hill D.A., Mustoe H.S.**, 1992. *Bird census techniques*. Second edition. Academic Press, London, San Diego California.
- Bibby, C., Jones, M., & Marsden, S.**, 2000. Expedition Field Techniques bird surveys (p. 21). Cambridge: Bird Life International. Retrieved September 24, 2013.
- Blackburn T.M., Lawton J.H. & Gaston K.J.**, 1998. Patterns in the geographic ranges of the world's woodpeckers. *Ibis* 140:626–638.
- Blondel J., Ferry C., Frochot B.**, 1970. La méthode des indices ponctuels d'abondance (IPA) ou des relevés d'avifaune par stations d'écoute. *Alauda*, 38: 55-71.
- Borchi S.**, 1989. *Foreste Casentinesi*. D.R.E.Am. Italia, Poppi (Arezzo).
- Bottacci A. & Padula M.**, 2012. La copertura forestale della Riserva naturale biogenetica di Camaldoli. In Bottacci A. (ed.), 2012 – La riserva biogenetica di Camaldoli. 1012-2012. Mille anni di rapporto uomo-foresta. CFS/UTB Pratovecchio, pp. 111-118.
- Bottacci A.**, 2012. Cenni storici sulla Riserva naturale biogenetica di Camaldoli. In Bottacci A. (ed.), 2012 – La riserva biogenetica di Camaldoli. 1012-2012. Mille anni di rapporto uomo-foresta. CFS/UTB Pratovecchio, pp. 27-54.
- Brian T., Klingbeil B. & Willig M. R.**, 2015. Bird biodiversity assessments in temperate forest: the value of point count versus acoustic monitoring protocols, *PeerJ*.
- Bye S.L., Robel R.J., Kemp K.E.**, 2001. Effects of human presence on vocalizations of grassland birds in Kansas. *Prairie Naturalist* 33:249–256.
- Castorani S.**, 2013. *Analisi dell'Avifauna nella Riserva Naturale Regionale dei Calanchi di Atri (TE)*, Tesi di Laurea, Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente, Università degli Studi di Firenze.
- Cecchi B. & Bartolozzi L.**, 1997. I coleotteri xilofagi e sub corticicoli del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna (Insecta Coleoptera) *Boll. Soc. entom. Ital.* 129 (2): 119-139.

- Celis-Murillo A., Deppe J.L. & Allen M.F.**, 2009. Using soundscape recordings to estimate bird species abundance, richness, and composition. *Journal of Field Ornithology* 80: 64–78.
- Clark M.**, 2013. A comparison of correlation measures. Center for Social research, University of Notre Dame, Paris.
- Davis M.R., Allen R.B., Clinton P.W.**, 2003. Carbon storage along a stand development sequence in a New Zealand *Nothofagus* forest. *Forest Ecology and Management* 177: 313-321.
- Donati C.**, 2013. Biodiversità del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi individuazione dei punti di forza e di debolezza attraverso un approccio Multi-Taxa, Tesi di Laurea, Dipartimento di Scienze della Natura e dell’Uomo, Università degli Studi di Firenze.
- Farnsworth G.L., Pollock K.H., Nichols J.D., Simons T.R. Hines J.E., Sauer J.R., Brawn J.**, 2002. A removal model for estimating detection probabilities from point-count surveys. *The Auk* 119:414–425.
- Filosi M., Visintainer R., Albanese D.**, 2014, Minerva maximal information-based nonparametric exploration R package for variable analysis.
- Fuller R.J., Langslow D.R.**, 1984. Estimating numbers of birds by point counts: how long should counts last? *Bird Study*. 31: 195-202.
- Gabrielli A. & Settesoldi E.**, 1977. La storia della Foresta Casentinese nelle carte dell'Archivio dell'Opera del Duomo di Firenze dal secolo XIV al XIX. Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, Collana Verde n. 43, Roma.
- Gagliardi A. & Tosi, G.**, 2012. Monitoraggio di Uccelli e Mammiferi in Lombardia. Tecniche e metodi di rilevamento. Regione Lombardia, Università degli Studi dell’Insubria, Istituto Oikos.
- Gilbert G., Gibbons D.W., Evans J.**, 1998. Bird monitoring methods. A manual of techniques for key UK species. The Royal Society for the protection of Birds, Sandy, UK, p. 464.
- Haselmayer J. & Quinn J. S.**, 2000. A comparison of point counts and sound recording as bird survey methods in Amazonian southeast Perù, *Condor*, 102: 887-893.
- Hernandez P.A., Graham C.H., Master M.M. & Albert D.**, 2006. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modelling methods. *Ecography*, 29: 773-785.
- Hobson K.A., Rempel R.S., Hamilton, Turnbull B., Wilgenburg S.L.V.**, 2002. Acoustic surveys of birds using electronic recordings: new potential from an omnidirectional microphone system. *Wildlife Society Bulletin* 30:709–720.
- Krebs J.R, Davis N.B.**, *Ecologia e Comportamento Animale*, Traduttori: Lorenzi M. C., Messeri P., Blum I., Parr J., Torino, Bollati Boringhieri II ed, pp. 398-402. Titolo originale: *An Introduction to Behavioural Ecology*, III ed, 1993, Oxford, Blackwell Science Ltd.
- Lapini L. & Tellini G.**, 1990. La comunità ornitica nidificante in una fustaia di Abete bianco dell’Appennino Toscano. *Riv. Ital Orn.* 60 (1-2): 64-70.

Le informazioni sulla distribuzione delle specie nella riserva di camaldoli sono state prese da:

Londi G., Campedelli T., Tellini Florenzano G., 2012. Il ruolo dei boschi di abete bianco per l'avifauna. In: Bottacci A. (ed.), 2012. La riserva biogenetica di Camaldoli. 1012-2012. Mille anni di rapporto uomo-foresta. CFS/UTB Pratovecchio, pp. 275-276.

Londi G., Campedelli T., Tellini Florenzano G., 2012. L'avifauna nella riserva biogenetica di Camaldoli. In: Bottacci A. (ed.), 2012. La riserva biogenetica di Camaldoli. 1012-2012. Mille anni di rapporto uomo-foresta. CFS/UTB Pratovecchio, pp. 261-274.

Mazzarone V., Lovari C. & Gualazzi S., 2000. Gli ungulati delle Foreste Casentinesi. Dieci anni di monitoraggio: 1988-1997. Regione Toscana, Giunta Regionale, Firenze.

McLaren, A. A. & Cadman M. D., 1999. Can novice volunteers provide credible data for bird surveys requiring song identification. *Journal of Field Ornithology* 70(4): 481-490.

Mini L., 2004. Gli uccelli delle faggete casentinesi: influenza combinata della struttura del bosco e del paesaggio sul popolamento ornitico, Tesi di Laurea, Dipartimento di Biotecnologie Agrarie, Università degli Studi di Firenze.

Nasi R., Wunder S., Campos Arce J., 2002. Forest ecosystem services: can they pay our way out of deforestation? Discussion paper, GEF - UNFF II (11 March 2002), Costa Rica.

Nomenclatura e Sistematica, **Fracasso G., Baccetti N. & Serra L.** 2009. La lista CISO-COI degli Uccelli italiani, Parte prima: liste A, B, e C. *Avocetta* 33 (1): 5-24.

Padula M., 1983. Storia delle Foreste demaniali Casentinesi nell'Appennino Tosco Romagnolo. Ministero Agricoltura e Foreste, Roma, Collana Verde n.63.

Peranzi C., 2005. Ecologia degli uccelli nidificanti nelle abetine di Vallombrosa, Tesi di Laurea, Dipartimento di Biotecnologie Agrarie, Università degli Studi di Firenze.

Pienkowski M.W., 1991. Using long-term ornithological studies in setting targets for conservation in Britain. *Ibis*, 133 (Suppl. 1): 62-75.

Pignatti S., 1998. I boschi d'Italia. Sinecologia e biodiversità. UTET, Milano.

Preiss E., Martin J.L., Debussche M., 1997. Rural depopulation and recent landscape changes in a Mediterranean region: Consequences to the breeding avifauna. *Landscape Ecology* 12 (1): 51-61.

Reshef, D. N., Reshef, Y. A., Finucane, H. K., Grossman, S. R., McVean, G., Turnbaugh, P. J., Lander, E. S., Mitzenmacher, M. & Sabeti, P. C., 2011. Detecting novel associations in large data sets. *Science*, 334(6062):1518–1524.

Rizzo M. L. & Székely, G. J., 2014. Energy: E-statistics (energy statistics).

Rovelli E., 1995. La distribuzione dell'abete (*Abies alba* Mill.) sull'Appennino. *Monti e Boschi*, 6: 5-13.

Stark R.D., Dodenhoff D.J., Johnson E.V., 1998. A quantitative analysis of woodpecker drumming. *The Condor* 100:350–35.

- Svensson L., Mullarney K., Zetterström D.**, 2012, Guida degli Uccelli d'Europa, Nord Africa e vicino Oriente, Traduttori: Gustin M., Sorace A., Corso A., Talarico M.A, Roma, Ricca Editore, II ed, pp. 108, 112, 214, 220,236, 242, 244, 246, 270, 272, 276, 280, 294, 296, 304, 328, 330, 338, 342, 344,346, 348, 350, 362, 366, 376, 380, 386. Titolo originale: Fågelguiden. Europas och Medelhavsområdets Fåglar i Fält, II ed, 2009, Stoccolma, Bonnier Fakta.
- Székely, G. J. & Rizzo, M. L.**, 2009. Brownian distance covariance. *The Annals of Applied Statistics*, 3(4):1236–1265.
- Székely, G. J., Rizzo, M. L., & Bakirov, N. K.**, 2007. Measuring and testing dependence by correlation of distances. *The Annals of Statistics*, 35(6):2769–2794.
- Szewczak J.M. & Morrison M.L.**, 2010. Bird Species Identification and Population Estimation by Computerized Sound Analysis, Department of Transportation Division of Research and Innovation Office of Materials and Infrastructure Research, Sacramento, California.
- Tegeler A.K., Morrison M.L., Szewczak J.M.**, 2012. Using extended-duration audio recordings to survey avian species. *Wildlife Society Bulletin* 36:21–2.
- Tellini Florenzano G.**, 2004. Gli uccelli nidificanti nel sistema abetina-faggeta. Effetti del passaggio da abetina a boschi misti nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi Sherwood, foreste ed alberi oggi, 98: 23-28.
- Tellini Florenzano G.**, 2004a. Birds as indicators of recent environmental changes in the Apennines (Foreste Casentinesi National Park, central Italy) - *Italian Journal of Zoology*, 71: 317-324.
- Tellini Florenzano G., Cutini S., Campedelli T.**, 2015. Apertura di Piccole Chiarie nel Bosco: Effetti sull'Avifauna Nidificante di alcuni Interventi Selvicolturali, XVIII Convegno Italiano di Ornitologia Caramanico Terme (PE) 17-20 Settembre 2015, Penne (PE), Cogecstre Edizioni, pp. 10.
- Tellini Florenzano G., Guidi C., di Stefano V., Londi G., Mini L & Campedelli T.**, 2006. Effetto dell'Ambiente a Scala di Habitat e di Paesaggio su struttura e composizione della comunità Ornitica delle Abetine Casentinesi (Appennino Settentrionale), *Riv. ital. Om.*, Milano, 76 (1): 151-166, 30-XI.
- Tiberi R. & Capretti P.**, 1993. Atti del convegno "Le avversità delle abetine in Italia", Vallombrosa (Firenze), 25-26 giugno 1992, Università degli studi di Firenze, Istituto di Patologia e Zoologia Forestale e Agraria, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Centro di Studio per la Patologia delle specie legnose montane, Firenze.
- Tremain S.B., Swiston K.A., Mennill D.J.**, 2008. Seasonal variation in acoustic signals of Pileated Woodpeckers. *The Wilson Journal of Ornithology* 120:499–504.
- Voříšek P., Jiguet F., Van Strien A., Škorpiłova J., Klvanova A. & Gregory R.D.**, 2010. Trends in abundance and biomass of widespread European farmland birds: how much have we lost? *BOU Proceedings – Lowland Farmland Birds III*.

SITOGRAFIA

Brichetti P., Aves Topografia Uccello-Ornitologia italiana, [http:// www.aves.it/partiucc.htm](http://www.aves.it/partiucc.htm) (ultimo accesso 17/03/2016).

Foto degli uccelli nelle schede illustrative, Autore: Alchile Foto 1, Ricky71 2, Consonni Flavio 3, Zeffyro 4, Usvardi Fabio 5, 6, Busatto Vittorio 7, 11,17, 22, Maggie 8, Antino 9, Riki 10, Pallotta Luigi Catti Maurizio 12, Pallotta Luigi 13,34, Guerrera Antonio 14, Fortunato Marco 23,33, Cirillo Marco 15,24, Boccani Riccardo 16, Catalani Giovanni 18,29 Valerioc86 19, Gentili Marco 20, Mirfab 21, Auriemma Matteo 25, Abbate Francesco 26, Marchitelli Roberto 27, Carlos 28, Zaino Gian Mario 30, Pelizza Franco 31, Bassani Danilo 32, Carlobay 35, Wells 36, Mazzei Stefano 37, [http:// www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia](http://www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia) (ultimo accesso 17/02/2016).

Instruments & Techniques for Bioacoustics, A short introductory chapter on instruments for sound detection, recording and analysis, Universita' degli Studi di Pavia, [http:// www.unipv.it/cibra](http://www.unipv.it/cibra) (ultimo accesso 05/01/2016).

Nomenclatura e Sistematica, <https://www.wikipedia.org> (ultimo accesso 17/02/2016).

Prigioni C., Uccelli in Città, [http:// www-3.unipv.it/iscr/programmi_dispense_04_05](http://www-3.unipv.it/iscr/programmi_dispense_04_05). File PTT (ultimo accesso 05/01/2016).

Regione Toscana, Biodiversità, misure di conservazione Sic-Zps, D.G.R. n. 123 del 15 dicembre 2015, [http:// www.regione.toscana.it/-/misure-di-conservazione-sic-zps](http://www.regione.toscana.it/-/misure-di-conservazione-sic-zps). File PDF (ultimo accesso 10/03/2016).

Suoni & Canti degli Uccelli d'Europa, [http://www.scricciolo.com/eurosongs/ canti.htm](http://www.scricciolo.com/eurosongs/canti.htm) (ultimo accesso 09/02/2016).

Thorpe, William Homan nell'Enciclopedia Treccani <http://www.treccani.it/enciclopedia/william-homan-thorpe> (ultimo accesso 19/03/2016).

8. APPENDICI

8.1. Tabella riassuntiva delle specie censite

Eurig-Num	Specie	Nome Scientifico
2670	Astore	<i>Accipiter gentilis</i>
2690	Sparviere	<i>Accipiter nisus</i>
2870	Poiana	<i>Buteo buteo</i>
6700	Colombaccio	<i>Columba palumbus</i>
7240	Cuculo	<i>Cuculus canorus</i>
7950	Rondone comune	<i>Apus apus</i>
8560	Picchio verde	<i>Picus viridis</i>
8630	Picchio Nero	<i>Dryocopus martius</i>
8760	Picchio rosso maggiore	<i>Dendrocopos major</i>
10500	Merlo Acquaiolo	<i>Cinclus cinclus</i>
10190	Ballerina gialla	<i>Motacilla cinerea</i>
10660	Scricciolo	<i>Troglodytes troglodytes</i>
10990	Pettiroso	<i>Erithacus rubecula</i>
11220	Codiroso comune	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>
11870	Merlo	<i>Turdus merula</i>
12000	Tordo bottaccio	<i>Turdus philomelos</i>
12020	Tordela	<i>Turdus viscivorus</i>
12770	Capinera	<i>Sylvia atricapilla</i>
13080	Luì verde	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>
13110	Luì piccolo	<i>Phylloscopus collybita</i>
13140	Regolo	<i>Regulus regulus</i>
13150	Fiorrancino	<i>Regulus ignicapilla</i>
13350	Pigliamosche	<i>Muscicapa striata</i>
14370	Codibugnolo	<i>Aegithalos caudatus</i>
14400	Cincia bigia	<i>Poecile palustris</i>
14610	Cincia mora	<i>Periparus ater</i>
14620	Cinciarella	<i>Cyanistes caeruleus</i>
14640	Cinciallegra	<i>Parus major</i>
14790	Picchio muratore	<i>Sitta europaea</i>
14860	Rampichino alpestre	<i>Certhia familiaris</i>
14870	Rampichino comune	<i>Certhia brachydactyla</i>
15390	Ghiandaia	<i>Garrulus glandarius</i>

15673	Cornacchia grigia	<i>Corvus cornix</i>
16360	Fringuello	<i>Fringilla coelebs</i>
16490	Verdone	<i>Carduelis chloris</i>
16660	Crociere	<i>Loxia curvirostra</i>
17100	Ciuffolotto	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>

8.2. Schede illustrative

Le specie ornitiche registrate nel territorio dell'abetina sono molto numerose e sono tutte legate alle caratteristiche del territorio, alcune per i fattori dell'habitat, alcune per fattori paesaggistici, altre per entrambi. Molte specie sono comuni in vari habitat, come i picchi, il fringuello, il pettirosso, la capinera e il merlo, altre sono specie molto legate alle conifere di alta quota, come la cincia mora, il rampichino alpestre, e il fiorrancino, altre ancora sono comuni in boschi di montagna come il regolo, la tordela e il tordo bottaccio (Londi *et al.*, 2012).

Di seguito la descrizione delle singole specie censite.

Picchio muratore (*Sitta europaea*, Linnaeus 1758)



Foto 1. Picchio muratore (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Sittidae
GENERE	Sitta
SPECIE	<i>Sitta europaea</i>

In Italia è migratore irregolare e nidificante esclusa la Sardegna e gran parte della pianura Padana, Sicilia e Puglia.

Lunghezza 12-14,5 cm. Blu-grigio sopra il dorso e più pallido sotto il ventre; possiede una stria oculare nera. Sessi simili, ma il maschio è marrone rossastro più intenso vicino alle zampe. Nidifica in boschi misti e decidui con qualche albero più vetusto, ma anche in grandi parchi o giardini, nido in cavità a forma di coppa rivestita con scaglie di corteccia di conifere (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: relativamente comune (Londi *et al.*, 2012).

Regolo (*Regulus regulus*, Linnaeus 1758)



Foto 2. Regolo (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Regulidae
GENERE	Regulus
SPECIE	<i>Regulus regulus</i>

Parzialmente sedentario e migratore nel suo areale, in Italia è nidificante su Alpi e parte degli Appennini, migratore e svernante regolare.

Lunghezza 8,5-9,5 cm. La livrea e la combinazione del verde chiaro dorsalmente e bianco sporco ventralmente, possiede nel vertice del capo una stria gialla bordata di nero ai lati, nel maschio il giallo tende all'arancione colore che viene sfoggiato in parata; mentre negli immaturi e nelle femmine è assente. Specie che nidifica in foreste di conifere o miste, boschi fitti di abete bianco (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: ben distribuito e presente con discrete densità (Londi *et al.*, 2012).

Fiorrancino (*Regulus ignicapilla*, Temminck 1820)



Foto 3. Fiorrancino (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Regulidae
GENERE	Regulus
SPECIE	<i>Regulus ignicapilla</i>

Migratore a corto raggio, nella penisola iberica e nel Nord-Ovest dell’Africa osservato in sugherete e boschi di faggio. In Italia è parzialmente sedentario, nidificante e svernante regolare.

Lunghezza 9-10 cm. Presenta un appariscente sopracciglio bianco a differenza del regolo, i lati del collo sono giallo-verdastro brillante, tinte di ocre. Ai lati del vertice ha due strie nere che si uniscono sulla fronte. Nidifica in boschi di conifere, ma anche in boschi decidui misti, preferisce foreste a crescita lenta, nido nella parte alta degli alberi soprattutto nelle conifere (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: abbondante poiché legato ai boschi di conifere (Londi *et al.*, 2012).

Cincia mora (*Periparus ater*, Linnaeus 1758)



Foto 4. Cincia mora (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Paridae
GENERE	Periparus
SPECIE	<i>Periparus ater</i>

In Italia è sedentaria, nidificante soprattutto in zone montane, migratrice e svernante regolare, a volte le popolazioni nordiche migrano verso sud.

Lunghezza 10-11,5 cm. Capo nero, larga chiazza bianca sulla guancia e stretta barra alare bianca; parti inferiori grigiastro-camoscio scuro, dorso grigio-blu accanto alla barra alare, sulla punta delle grandi copritrici a una seconda barra con piccole macchie, nidifica in cavità in boschi di conifere (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: abbondante poiché legata ai boschi di conifere (Londi *et al.*, 2012).

Cincia bigia (*Poecile palustris*, Linnaeus 1758)



Foto 5. Cincia bigia (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Paridae
GENERE	Poecile
SPECIE	<i>Poecile palustris</i>

Sedentaria in parte del suo areale, in Italia è migratrice irregolare e dispersiva, nidificante; frequenta zone collinari e montane.

Lunghezza 11,5-13 cm. Piumaggio grigio-marrone e bianco sporco con cappuccio nero lucente e bavaglino nero. Nidifica in boschi decidui, con alberi morti e marcescenti all'interno di cavità (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: meno comune della cincia mora perché più legata a boschi mesofili di latifoglie (Londi *et al.*, 2012).

Cinciallegra (*Parus major*, Linnaeus 1758)



Foto 6. Cinciallegra (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Paridae
GENERE	Parus
SPECIE	<i>Parus major</i>

In Italia è sedentaria, nidificante, migratrice e svernante regolare; frequenta parchi, giardini e aree boschive dove nidifica in cavità su alberi.

Lunghezza 13,5-15 cm. Parte ventrale gialla con banda centrale nera, capo nero lucente con guance bianche, dorso verde musciato e stretta barra alare bianca sull'ala blu grigia. Sessi simili, anche se i maschi mostrano il colore giallo più intenso (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: poco frequente nella Riserva poiché è la meno “forestale” delle cince (Londi *et al.*, 2012).

Cinciarella (*Cyanistes caeruleus*, Linnaeus 1758)



Foto 7. Cinciarella (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Paridae
GENERE	Cyanistes
SPECIE	<i>Cyanistes caeruleus</i>

Popolazioni del Nord Europa talvolta migrano verso sud, in Italia e sedentaria, nidificante, migratrice e svernante regolare.

Lunghezza 10,5-12 cm. Disegno definito del capo, con stria oculare nera e piccolo zucchetto blu, per il resto bianco, parti inferiori gialle con stretta stria centrale nera grigiasta sull'addome, ali bluastre con azzurro luminoso sulle grandi copritrici, sessi simili. Nidifica in cavità in boschi decidui o misti, parchi e giardini (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: diffusa più o meno in tutta la Riserva (Londi *et al.*, 2012).

Rampichino alpestre (*Certhia familiaris*, Linnaeus 1758)



Foto 8. Rampichino alpestre (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Certhiidae
GENERE	<i>Certhia</i>
SPECIE	<i>Certhia familiaris</i>

In Italia è sedentario, nidificante su Alpi e Appennini e migratore irregolare; le popolazioni del Nord ed Est Europa periodicamente erratiche verso sud.

Lunghezza 12-13,5 cm. Becco appuntito ricurvo più corto del rampichino comune, ventre bianco, apici delle ali con margini color bianco sporco.

Nidifica in boschi soprattutto di conifere (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: nell'abetina è molto comune in incremento, così come in tutto il Parco (Londi *et al.*, 2012).

Rampichino comune (*Certhia brachydactyla*, Brehm 1820)



Foto 9. Rampichino comune (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Certhiidae
GENERE	Certhia
SPECIE	<i>Certhia brachydactyla</i>

Abitudini e habitat come il rampichino alpestre, ma è specie più di pianura e di boschi decidui dove nidifica; frequenta anche parchi e giardini con la presenza di grandi alberi.

Lunghezza 12-13,5 cm. Presenta la parte bassa dei fianchi più bruna e il becco più lungo del R. alpestre, ma le variazioni individuali non aiutano al riconoscimento, mentre le differenze vocali sono importanti (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: nell'abetina è meno frequente rispetto al congenere rampichino alpestre (Londi *et al.*, 2012).

Scricciolo (*Troglodytes troglodytes*, Vieillot 1809)



Foto 10. Scricciolo (www.juzaphoto.com/life.php?!=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Troglodytidae
GENERE	Troglodytes
SPECIE	<i>Troglodytes troglodytes</i>

Sedentario in gran parte dell'Europa, in Italia lo è parzialmente, nidificante, migratore e svernante regolare.

Lunghezza 9-10,5 cm. Marrone rossiccio dorsalmente e bruno-bianco sporco con vermicolature scure ventralmente, possiede un sopracciglio marrone chiaro che risalta le caratteristiche del piumaggio, becco lungo e leggermente ricurvo; coda piccola spesso tenuta leggermente sollevata. Nidifica in aree boschive con denso sottobosco e con fitta vegetazione creata dagli alberi sradicati e, da arbusti (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: presente nella Riserva ma considerato in decremento, soprattutto a causa della chiusura del bosco e quindi alla progressiva scomparsa degli arbusti dove nidifica (Londi *et al.*, 2012).

Fringuello (*Fringilla coelebs*, Linnaeus 1758)



Foto 11. Fringuello (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Fringillidae
GENERE	Fringilla
SPECIE	<i>Fringilla coelebs</i>

Sedentario in Europa, nidifica diffusamente in tutta Italia in aree boschive e in parchi.

Lunghezza 14-16 cm. Presenta doppia barra alare bianca, lati della coda bianchi e groppone grigio-verde, dopo la muta i maschi mostrano capo e petto rosso ruggine, vertice e nuca blu grigi; la femmina è grigia verde sopra con sfumature marroni ventralmente, le barre alari sono più strette del maschio. Nido a coppa sugli alberi mimetizzato con muschi e licheni (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: nell'abetina di Camaldoli è tra le specie più comuni (Londi *et al.*, 2012).

Ciuffolotto (*Pyrrhula pyrrhula*, Linnaeus 1758)



Foto 12. Ciuffolotto (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Fringillidae
GENERE	<i>Pyrrhula</i>
SPECIE	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>

Popolazioni nord Europee migrano verso il Centro e Sud Europa, in Italia migratore regolare e svernate, nidificante su Alpi e parte del settore appenninico; frequenta boschi misti e di conifere ai margini di radure dove costruisce il nido.

Lunghezza 15,5-17,5 cm. Corpo con coda lunga, capo con vertice e faccia nera. I sessi si distinguono per il diverso colore delle parti inferiori: rosso-rosato nel maschio, camoscio-grigio nella femmina che ha anche il dorso con il piumaggio grigio-brunastro, gli immaturi hanno la livrea simile alla femmina (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: in decremento soprattutto a causa della progressiva chiusura delle radure (Londi *et al.*, 2012).

Verdone (*Carduelis chloris*, Linnaeus 1758)



Foto 13. Verdone (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Fringillidae
GENERE	Carduelis
SPECIE	<i>Carduelis chloris</i>

Alcuni gruppi del Nord Europa migrano a sud, in Italia sedentario, nidificante, svernante e migratore regolare.

Lunghezza 14-16 cm. Becco rosa pallido, colore verdastro ventralmente con petto verde giallastro, dorsalmente grigio con pannello alare grigio più chiaro, nella femmina grigio opaco, superiormente brunastra con minor giallo su ali e coda. Nidifica presso i margini dei boschi (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: relativamente raro (Londi *et al.*, 2012).

Crociere (*Loxia curvirostra*, Linnaeus 1758)



Foto 14. Crociere (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Fringillidae
GENERE	Loxia
SPECIE	<i>Loxia curvirostra</i>

In Italia migratore regolare e svernante, frequenta boschi soprattutto di abeti dove nidifica nella parte alta degli alberi.

Lunghezza 15-17 cm. Becco lungo con punta ricurva, mandibola inferiore meno alta di quella superiore; nel maschio piumaggio rosso brillante su capo e groppone, con colore verde grigiastro nel resto del corpo, femmina livrea bruno grigiastra con groppone giallo opaco (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: nella Riserva è irregolare (Londi *et al.*, 2012).

Ballerina gialla (*Motacilla cinerea*, Tunstall 1771)



Foto 15. Ballerina gialla (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Motacillidae
GENERE	Motacilla
SPECIE	<i>Motacilla cinerea</i>

In Italia, residente, svernante e migratore regolare, con gruppi migratori che provengono dal Nord Europa tra agosto-ottobre.

Lunghezza 17-20 cm. Coda lunga, ventre giallo chiaro e groppone verde-giallo, dorsalmente grigia con ali nere, terziarie bordate di giallo, capo con distinto sopracciglio chiaro. Nidifica all' interno di rocce e anfratti lungo i corsi d'acqua in zone boschive (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: relativamente comune lungo tutti i corsi d'acqua (Londi *et al.*, 2012).

Pettirosso (*Erithacus rubecula*, Linnaeus 1758)



Foto 16. Pettirosso (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Muscicapidae
GENERE	Erithacus
SPECIE	<i>Erithacus rubecula</i>

Migratore in Nord Europa, in Italia residente, migratore e svernante, frequenta ecotoni forestali con fitta vegetazione alternata a spazi aperti.

Lunghezza 12,5-14 cm. Piumaggio brunastro con macchia rosso ruggine sul petto e la faccia, presenta una stretta barra alare gialla più evidente nei giovani, ha zampe sottili e lunghe; negli individui giovani tutto il piumaggio è finemente macchiettato, manca la chiazza rossa.

Nidifica in giardini, parchi, foreste di conifere con alcune essenze decidue (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: nell'abetina di Camaldoli è tra le specie più comuni (Londi *et al.*, 2012).

Pigliamosche (*Muscicapa striata*, Pallas 1764)



Foto 16. Pigliamosche (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Muscicapidae
GENERE	Muscicapa
SPECIE	<i>Muscicapa striata</i>

In Italia nidificante meno comune nel Sud Italia, e migratore, sverna in Africa; frequenta parchi e foreste con piccole radure dove nidifica in nicchie su tronchi o edifici.

Lunghezza 13,5-15 cm. Coda e ali lunghe parte inferiore del corpo snella, superiormente livrea grigio-marrone, ventralmente bianco sporco, presenta una striatura scura che marca il bianco sporco su petto, lati della gola, fronte e anteriore del vertice; sessi simili (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: nella Riserva nidificante regolare, nell'ambiente degli edifici (Londi *et al.*, 2012).

Codirosso comune (*Phoenicurus phoenicurus*, Linnaeus 1758)



Foto 18. Codirosso comune (www.juzaphoto.com/life.php?!=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Muscicapidae
GENERE	Phoenicurus
SPECIE	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>

In Italia nidificante comune, sverna in Africa; frequenta boschi decidui e misti, anche foreste di conifere, dove nidifica all'interno di cavità, presente anche in ambienti boscati in situazioni sinantropiche.

Lunghezza 13-14,5 cm. Il piumaggio del maschio dorsalmente grigio cenere, il petto di color rosso-arancio, gola nera e parte frontale del capo bianca, ventre bianco-camoscio; la femmina è grigia-marrone dorsalmente e bianco-camoscio ventralmente, priva del nero sulla gola (Svensson Lars *et al.*, 2012). Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: nella Riserva nidificante regolare, nei pressi delle abitazioni (Londi *et al.*, 2012).

Capinera (*Sylvia atricapilla*, Linnaeus 1758)



Foto 19. Capinera (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Sylviidae
GENERE	Sylvia
SPECIE	<i>Sylvia atricapilla</i>

Comune in gran parte del Centro e Sud Europa, in Italia e migratrice a corto raggio e nidificante.

Lunghezza 13,5-15,5 cm. Piumaggio grigio sporco dorsalmente e grigio oliva ventralmente, il maschio nel capo ha un piccolo cappuccio nero, mentre nelle femmine è marrone rossastro, nei giovani maschi è un misto tra il nero e marrone. Nidifica in aree boschive ombreggiate con la presenza di cespugliati e alberati (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: molto abbondante (Londi *et al.*, 2012).

Lù piccolo (*Phylloscopus collybita*, Vieillot 1817)



Foto 20. Lù piccolo (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Phylloscopidae
GENERE	Phylloscopus
SPECIE	<i>Phylloscopus collybita</i>

In Italia è parzialmente sedentario, nidificante, migratore e svernante regolare e parzialmente sverna anche a sud del Sahara.

Lunghezza 10-12 cm. Dorsalmente grigio bruno-verde, ventralmente bianco sporco, gola e petto giallo e camoscio, presenta sfumature camoscio-marrone sui lati del petto, becco sottile e scuro. Nidifica in boschi aperti con alberi decidui ad alto fusto ma anche in foreste di conifere, costruendo il nido a terra nascosto tra la vegetazione (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: comune a Camaldoli ma con un trend negativo, causato dall'invecchiamento dei boschi, essendo il lù più adatto agli stadi giovanili (Londi *et al.*, 2012).

Luì verde (*Phylloscopus sibilatrix*, Bechstein 1793)



Foto 21. Luì verde (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Phylloscopidae
GENERE	Phylloscopus
SPECIE	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>

In Italia è nidificante su Alpi e Appennini e migratore regolare, sverna in Africa tropicale; frequenta boschi chiusi soprattutto foreste miste di abete con piante decidue.

Lunghezza 11-12,5 cm. Parte dorsale verde muschio, margini delle remiganti, grandi copritrici giallo verdi, petto giallo limone, sopracciglio giallo, ventre bianco (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: in incremento, soprattutto grazie alla presenza di faggete mature (Londi *et al.*, 2012).

Merlo (*Turdus merula*, Linnaeus 1758)



Foto 22. Merlo (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Turdidae
GENERE	Turdus
SPECIE	<i>Turdus merula</i>

Popolazioni del nord migratrici, svernano a ovest in Europa, in Italia nidificante, residente, svernante e migratore regolare.

Lunghezza 23,5-29 cm. Piumaggio di colore nero, becco giallo e stretto anello periorbitale giallo; coda lunga molto spesso mossa verso l'alto a scatti. Le femmine con livrea marrone-fuliginosa con gola leggermente bianca-brunastra, becco scuro, i giovani sono simili alle femmine. Nidifica in boschi, parchi e giardini in aree ricche di cespugli (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: tra le specie più abbondanti (Londi *et al.*, 2012).

Tordo bottaccio (*Turdus philomelos*, Brehm 1831)



Foto 23. Tordo bottaccio (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Turdidae
GENERE	Turdus
SPECIE	<i>Turdus philomelos</i>

Popolazioni del nord migratrici, svernano a Ovest e Sud Europa, in Italia nidificante, svernante e migratore.

Lunghezza 20-22 cm. Piumaggio marrone, bianco-giallo dorsalmente, e bianco sporco con piccole macchioline nere ventralmente; sottoala camoscio-ruggine a volte percepibile in volo, sessi simili. Nidifica in parchi, giardini, foreste ricche di vegetazione, costruendo un nido a coppa rivestito di muschio all'intero di cespugli o siepi (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: molto abbondante e frequente, proprio per le caratteristiche del bosco di conifere (Londi *et al.*, 2012).

Tordela (*Turdus viscivorus*, Linnaeus 1758)



Foto 24. Tordela (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Turdidae
GENERE	Turdus
SPECIE	<i>Turdus viscivorus</i>

Nel Sud Europa spesso si trova sulle pendici montane nella fascia al limite della vegetazione arborea, in Italia è residente, svernante e migratrice.

Lunghezza 26-29 cm, come il tordo bottaccio ma taglia più grande, forma allungata con coda lunga, lati del capo e del collo grigio marrone chiari; macchioline nere su petto e ventre.

Nidifica in boschi aperti, gruppi di conifere, nell'ecotono tra ambiente erbaceo e bosco, costruendo il nido sugli alberi (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: comune ma meno abbondante del tordo bottaccio (Londi *et al.*, 2012).

Merlo acquaiolo (*Cinclus cinclus*, Linnaeus 1758)



Foto 25. Merlo acquaiolo (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Cinclidae
GENERE	Cinclus
SPECIE	<i>Cinclus cinclus</i>

Le popolazioni del Nord Europa migrano verso sud, in Italia stanziale, diffuso sulle Alpi e parte dei rilievi appenninici.

Lunghezza 17-20 cm. Corpo compatto con zampe robuste e coda corta, piumaggio brunastro con grande bavaglino bianco. Nidifica lungo i corsi d'acqua a scorrimento rapido in aree forestali montane, costruendo un nido caratteristico a cupola con pagliuzze e muschio vicino al corso d'acqua addossato ad una roccia (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: comune e diffuso (Londi *et al.*, 2012).

Ghiandaia (*Garrulus glandarius*, Linnaeus 1758)



Foto 26. Ghiandaia (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Corvidae
GENERE	Garrulus
SPECIE	<i>Garrulus glandarius</i>

Le popolazioni del Nord Europa migrano verso sud, in Italia è sedentaria, nidificante, migratrice regolare e svernante irregolare.

Lunghezza 32-35 cm. Piumaggio grigio-marrone rosato con gola e basso ventre biancastri. Sopra la piega dell'ala, è presente un pannello azzurro, con fine vermicolatura nera; il capo ha ampio mustacchio nero ai lati della gola e vertice bianco macchiettato di nero, in volo è visibile il groppone con larga chiazza bianca, del medesimo colore anche un'ampia banda alare. Nidifica in vari tipi di ambienti boschivi, con la presenza di alcune essenze arboree come: querce, faggi, dove ne ricava le ghiande (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: molto diffusa (Londi *et al.*, 2012).

Cornacchia grigia (*Corvus cornix*, Linnaeus 1758)



Foto 27. Cornacchia grigia (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Corvidae
GENERE	Corvus
SPECIE	<i>Corvus cornix</i>

Sedentaria in gran parte d'Europa, in Italia è sedentaria, nidificante e migratrice regolare.

Lunghezza 44-51 cm. Piumaggio grigio chiaro, ali e coda neri, capo con tinta nera che si estende fino al petto formando un bavaglino. Nidifica in aree boschive aperte, specie molto versatile frequenta vari habitat anche fortemente antropizzati. Specie che si ibridizza con la cornacchia nera in una stretta zona di contatto nelle Alpi, portando alla formazione di ibridi con caratteri variabili (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: nella Riserva è frequente (Londi *et al.*, 2012).

Cuculo (*Cuculus canorus*, Linnaeus 1758)



Foto 28. Cuculo (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Coculiformes
FAMIGLIA	Cuculidae
GENERE	Cuculus
SPECIE	<i>Cuculus canorus</i>

Migratore a lungo raggio sverna in Africa Sub-Sahariana, in Italia migratore, nidificante; si osserva in un'ampia varietà di ambienti.

Lunghezza 32-36 cm. Coda lunga e stretta e ali appuntite e lunghe, il maschio superiormente grigio uniforme compreso capo e petto dove forma una pettorina barrata di nero, anello perioculare, base del becco e zampe gialli. La femmina ha due morfismi, uno grigio come il maschio, l'altro bruno tutto barrato di nero; specie oloparassita, ogni femmina è specializzata ha deporre uova che mimano quelle della specie ospite (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: diffuso (Londi *et al.*, 2012).

Colombaccio (*Columba palumbus*, Linnaeus 1758)



Foto 29. Colombaccio (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Columbiformes
FAMIGLIA	Columbidae
GENERE	Columba
SPECIE	<i>Columba palumbus</i>

In Italia nidificante, svernante e migratore, frequenta aree boschive, giardini e grandi parchi urbani dove nidifica, spesso forma dormitori comuni su filari di conifere.

Lunghezza 38-43 cm. Piumaggio grigio chiaro dorsalmente e sopra-ala, contrastando con i colori del capo, petto e collo che presenta una chiazza bianca identificativa, in volo a volte è percepibile la mezzaluna bianca sull'ala; sessi simili (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: diffuso (Londi *et al.*, 2012).

Picchio rosso maggiore (*Dendrocopos major*, Linnaeus 1758)



Foto 30. Picchio rosso maggiore (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Piciformes
FAMIGLIA	Picidae
GENERE	Dendrocopos
SPECIE	<i>Dendrocopos major</i>

In Italia è stanziale, nidifica in tutti i tipi di bosco, soprattutto in quelli di conifere con la presenza di pini e abeti.

Lunghezza 23-26 cm. Piumaggio nero bianco, petto e ventre bianco sporco, basso ventre rosso; presenta due macchie bianche sulle spalle, ali nere barrate di bianco, il maschio si distingue dalla femmina per il vertice del capo rosso, mentre nella femmina è nero (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: molto comune (Londi *et al.*, 2012).

Picchio verde (*Picus viridis*, Linnaeus 1758)



Foto 31. Picchio Verde (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Piciformes
FAMIGLIA	Picidae
GENERE	Picus
SPECIE	<i>Picus viridis</i>

In Italia stanziale, diffuso lungo tutta la penisola, frequenta boschi aperti, decidui e misti, e zone agricole.

Lunghezza 30-36 cm. Dorsalmente verde con groppone giallo, vertice del capo rosso, il maschio ha il mustacchio nero con il centro rosso, nella femmina è assente, nei giovani la livrea è verde macchiettata di nero e vermicolata di bianco (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: meno comune degli altri picchi soprattutto perché necessita di querceti e aree aperte (Londi *et al.*, 2012).

Picchio nero (*Dryocopus martius*, Linnaeus 1758)



Foto 32. Picchio nero (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Piciformes
FAMIGLIA	Picidae
GENERE	<i>Dryocopus</i>
SPECIE	<i>Dryocopus martius</i>

In Espansione nel Nord-Ovest Europa, in Italia stanziale nelle Alpi e in espansione nel settore appenninico.

Lunghezza 40-46 cm. Collo sottile, capo allungato con nuca angolare, piumaggio nero e vertice del capo tutto rosso nel maschio, mentre nella femmina macchia rossa solo sulla parte posteriore. Nidifica in boschi maturi, di faggio spesso anche di conifere o misti (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: nella Riserva è presente e in aumento anche se non ancora nidificante (Londi *et al.*, 2012).

Rondone (*Apus apus*, Linnaeus 1758)



Foto 33. Rondone (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Apodiformes
FAMIGLIA	Apodidae
GENERE	<i>Apus</i>
SPECIE	<i>Apus apus</i>

Migratore a lungo raggio, sverna in Sud Africa, in Italia nidificante molto diffuso.

Lunghezza 17-18,5 cm. Piumaggio scuro uniforme tranne la gola biancastra, in volo visibili le ali arcuate a falce, vola per lunghe distanze muovendo le ali con frenetici battiti (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: nidifica negli edifici di Camaldoli e dell'ereмо (Londi *et al.*, 2012).

Codibugnolo (*Aegithalos caudatus* 1758)



Foto 34. Codibugnolo (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Passeriformes
FAMIGLIA	Aegithalidae
GENERE	Aegithalos
SPECIE	<i>Aegithalos caudatus</i>

In Italia è nidificante eccetto in Sardegna parte di Puglia e Sicilia, migratore e svernante regolare; frequenta boschi decidui e misti con ricco sottobosco e alberi morti.

Lunghezza 13-15 cm. Corpo piccolo e arrotondato con coda lunga, capo e parti inferiori biancastre, con banda nera dal bordo della fronte all'indietro lungo i lati del vertice, addome marrone-rossastro, dorso nero con scapolari marroni rossastre. Costruisce un nido ovale riempito di muschio e tenuto insieme da ragnatele e corteccia d'albero (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: poco presente nella Riserva (Londi *et al.*, 2012).

Astore (*Accipiter gentilis*, Linnaeus 1758)



Foto 35. Astore (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Accipitriformes
FAMIGLIA	Accipitridae
GENERE	Accipiter
SPECIE	<i>Accipiter gentilis</i>

Sedentario in tutta Europa, in Italia nidificante localizzato, presente in foreste mature dell'Appennino e delle Alpi soprattutto se ricche di alberi di grosse dimensioni.

Lunghezza 58-64 cm la femmina, il maschio più piccolo 49-56 cm. Corpo massiccio ali ampie e coda lunga, dorsalmente il maschio ha un piumaggio grigio- bluastro, mentre nelle femmina è grigio-ardesia, bianco inferiormente, con fini barrature grigie. Sopracciglio bianco che contrastante con auricolari e vertice nerastri. Nidifica sugli alberi in alto costruendo un nido voluminoso rivestito di foglie e ramoscelli (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: nella Riserva è tra i rapaci il più diffuso (Londi *et al.*, 2012).

Poiana (*Buteo buteo*, Linnaeus 1758)



Foto 36. Poiana (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

CLASSE	Aves
ORDINE	Accipitriformes
FAMIGLIA	Accipitridae
GENERE	Buteo
SPECIE	<i>Buteo buteo</i>

Sedentaria in gran parte d'Europa, in Italia sedentaria e diffusa, frequenta una vasta varietà di ambienti che cambia nel corso dell'anno, in inverno presente in zone collinari e di pianura.

Lunghezza 48-56 cm. Corpo compatto, ali ampie coda di media lunghezza meno lunga del falco pecchiaiolo; piumaggio estremamente variabile, la livrea comune è quella scura che presenta la coda bianco sporco con barre scure, disegno a U chiaro nel petto, sottoala con bordo scuro, remiganti bianche con 5-7 barre scure; nido voluminoso sugli alberi rivestito di ramoscelli (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: molto in decremento così come nel Parco (Londi *et al.*, 2012).

Sparviere (*Accipiter nisus*, Linnaeus 1758)



Foto 37. Sparviere (www.juzaphoto.com/life.php?l=it&indice=uccelli_italia).

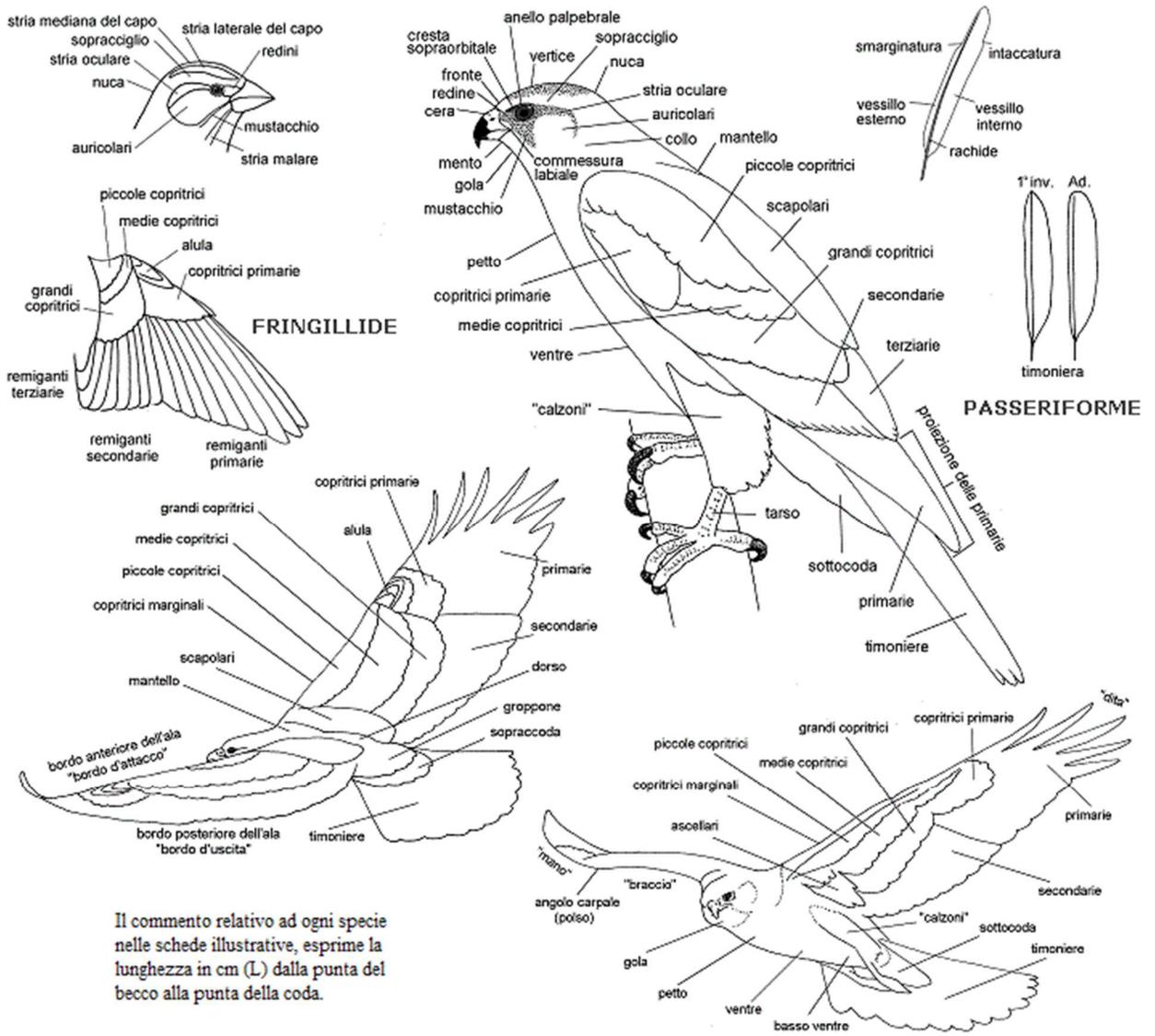
CLASSE	Aves
ORDINE	Accipitriformes
FAMIGLIA	Accipitridae
GENERE	Accipiter
SPECIE	<i>Accipiter nisus</i>

Le popolazioni del Nord Europa migrano verso sud, in Italia nidificante, sedentario o parzialmente sedentario, contingenti migratori arrivano per svernare o stazionare.

Lunghezza femmina 35-41 cm, maschio più piccolo 29-34 cm. Corpo snello ma capo in proporzione più grosso e collo corto, becco piccolo e zampe strette; dorsalmente grigio ardesia, barrature sul corpo grigio-brunastre, con 4-5 barre scure su tutte le timoniere. Frequenta boschi di conifere costruendo il nido sugli alberi alti di abete (Svensson Lars *et al.*, 2012).

Distribuzione nella Riserva di Camaldoli: diffuso, così come nel Parco (Londi *et al.*, 2012).

Topografia di un uccello



www.aves.it/partiucc.htm

E infine.....grazie

Grazie ai compagni d'avventura: Massimo, Giovanni e Caterina per il loro prezioso contributo nei rilevamenti, e alla Soc. Coop. Agr. For. D.R.E.Am. Italia per l'opportunità data per l'attività di ricerca. Grazie a tutti i docenti che mi hanno accompagnato in questi cinque lunghi anni, e a tutti gli amici e colleghi con cui ho trascorso momenti indimenticabili. Un ringraziamento speciale va alla mia famiglia per avermi incoraggiato nei vari momenti della mia carriera da studente.