



REGIONE SICILIANA
ASSESSORATO REGIONALE DELLE RISORSE AGRICOLE E ALIMENTARI
DIPARTIMENTO REGIONALE AZIENDA REGIONALE FORESTE DEMANIALI

Azione A4
Report
Impiego degli uccelli come degli indicatori dello stato delle foreste
Individuazione degli indicatori più efficienti delle condizioni di degrado
e del rischio di desertificazione

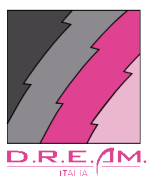
Contributo tecnico D.R.E.Am. Italia

Supervisione obiettivi RESILFORMED
Coordinamento
Ornitologi

Marcello Miozzo
Guido Tellini Florenzano

Guglielmo Londi, Guido Tellini
Florenzano, Tommaso Campedelli,
Simonetta Cutini

gennaio 2014



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PALERMO



Sommario

1.Introduzione.....	4
2.Impostazione della ricerca.....	5
3.Materiali e metodi.....	7
3.1.Definizione delle aree di rilievo.....	7
3.2.Censimenti degli uccelli.....	8
3.3.Analisi preliminari.....	9
3.4.Analisi per la definizione degli indicatori.....	10
4.Risultati.....	13
4.1.Analisi preliminari.....	13
4.1.1.Selezione preliminare delle unità di campionamento.....	13
4.1.2.Categorie forestali.....	13
4.1.3.Rischio di desertificazione.....	14
4.1.4.Selezione delle specie.....	15
4.2.Gli indicatori.....	18
4.2.1.Risultati generali.....	18
4.2.2.Indici di comunità.....	19
4.2.3.Specie.....	22
5.Conclusioni.....	36
6.Bibliografia.....	38
Appendice 1.....	41

1. Introduzione

L'obiettivo di questo studio è quello di utilizzare l'avifauna, ed in particolare gli uccelli nidificanti, per individuare indicatori dei rischi di desertificazione nei boschi mediterranei. Il principio base di questo lavoro si può riassumere nel fatto che ambienti forestali diversi ospitano comunità di uccelli nidificanti differenti e che queste differenze sono in grado di identificare condizioni, anche potenziali, di rischio di degrado. Il lavoro è basato sull'assunto che gli uccelli rispondono agli stessi fattori che determinano il rischio di desertificazione.

L'importanza dei fattori climatici nel determinare la distribuzione degli uccelli, tradizionalmente riconosciuta (Voous 1960), è stata recentemente oggetto di numerosi studi anche in relazione alle problematiche legate ai possibili effetti del *global change* e su piante e animali (Root *et al.* 2003; Thomas *et al.* 2004). I fattori climatici influenzano in maniera diretta sia la distribuzione di molte specie di uccelli (Forsman & Mönkkönen 2003, Huntley *et al.* 2007) sia gli andamenti di popolazione (Rainio *et al.* 2006; Jiguet *et al.* 2009 e 2010; Cox 2010, Moller *et al.* 2010). Questo stretto legame degli uccelli con i fattori climatici, ne fa, almeno potenzialmente, ottimi indicatori per studiare l'evoluzione degli ambienti in relazione ai cambiamenti climatici (Jetz *et al.* 2007; Gregory *et al.* 2009), e, nello specifico, essendo il clima, com'è ovvio, anche uno dei fattori più importanti nel determinare il rischio di desertificazione, proprio per lo studio di quest'ultimo fenomeno.

La composizione e la struttura dei popolamenti ornitici forestali dipende inoltre da una serie complessa di fattori ambientali (Hynsley *et al.* 1995). Tra questi ultimi un ruolo importante per gli uccelli hanno i fattori legati struttura del soprassuolo (MacArthur & MacArthur 1961; Ferry & Frochot 1970), struttura che è essa stessa sia un fattore che influisce direttamente sul rischio di desertificazione sia una caratteristica derivata anche da altri fattori a loro volta determinanti per il rischio di desertificazione, come ad esempio le condizioni del suolo. Un altro aspetto che influenza in maniera determinante le caratteristiche delle comunità di uccelli forestali è quello legato al "paesaggio" in cui si inserisce il bosco stesso (Hanowski *et al.* 1997; Chamberlain & Wilson 2002), paesaggio che riassume tutta una serie di caratteristiche, come ad esempio la frammentazione (Andren 1994), che hanno anche un ruolo decisivo nel definire il rischio di desertificazione. Tutti questi fattori, che nell'ambito di un paesaggio culturale com'è quello mediterraneo sono peraltro fortemente, se non totalmente, dipendenti dall'attività umana (Grove & Rackham 2003), hanno quindi un legame sia con il rischio di desertificazione sia con le caratteristiche della comunità ornitica permettendo di ipotizzare come questa o almeno una parte di questa, possa essere un indicatore efficiente appunto del rischio desertificazione.

2. Impostazione della ricerca

I concetti sopra elencati hanno un valore generale: anche in Sicilia la distribuzione della fauna nel suo complesso, e degli uccelli in particolare, è infatti molto influenzata dal clima, in particolare dall'escursione termica annua, dall'evapotraspirazione potenziale e dall'indice di aridità (Sarà *et al.* 2011), confermando quindi le potenzialità di utilizzare gli uccelli come indicatori in questo senso. Tuttavia, poiché le caratteristiche di un popolamento di uccelli è determinato anche da fattori zoogeografici (Blondel 1988) la definizione pratica di indicatori deve necessariamente tener conto non solo delle peculiarità dell'ambiente mediterraneo nel suo complesso (Blondel & Aronson 1999) ma anche di quelle proprie di un ambiente insulare come quello della Sicilia.

Le comunità di uccelli nelle isole mediterranee possono infatti mostrare adattamenti e modificazioni di nicchia (Blondel *et al.* 1988; Massa 2002): specie legate agli arbusteti hanno in molti casi espanso la loro nicchia ecologica colonizzando anche ambienti più evoluti e stadi forestali maturi, che quindi sono diventati ambienti più ricchi; la stessa cosa non è invece successa con le specie originariamente legate agli stadi maturi del bosco, che tali sono rimaste (Massa 1990; Massa & Lo Valvo 1994). Inoltre, sebbene il grado “insularità” dell'avifauna siciliana risulti poco spinto (Massa & Schenk 1983) alcune peculiarità sono comunque presenti anche sul piano tassonomico, come ad esempio, proprio tra le specie legate al bosco, il codibugnolo *Aegithalos caudatus* e la cincia bigia *Poecile palustris* che sono presenti sull'isola con delle sottospecie ben differenziate che rappresentano importanti endemismi (Iapichino & Massa 1989; Corso 2005).

Sulla base di queste considerazioni l'approccio della ricerca ha quindi previsto, oltre ad una serie di analisi e ricerche basate su materiale bibliografico (oggetto del precedente report), il rilievo diretto sul campo dei dati utili a definire, a seguito dell'analisi dei dati medesimi, indicatori specifici, valutandone l'efficienza nel “riconoscere” i boschi a più elevato rischio di desertificazione.

La diverse specie di uccelli hanno naturalmente preferenze ecologiche più o meno marcate anche rispetto alle tipologie forestali, per cui ci sono specie che si trovano di preferenza nei rimboschimenti, come ad esempio la cincia mora, o specie che invece li evitano come il picchio muratore (Ientile e Massa 2008). Tuttavia, ad eccezione di poche specie molto localizzate come ad esempio la cinciarella algerina *Cyanistes teneriffae*, che nidifica soltanto nelle pinete di pino marittimo di Pantelleria (Allegrì 2000), la cincia bigia *Poecile palustris* che si trova soltanto nelle faggete dei Nebrodi (Sarà 2009), non ci sono in Sicilia specie legate ad una sola tipologia forestale, e anzi ve ne sono molte presenti in diversi tipi di bosco (Massa & Schenk 1983; Ientile & Massa 2008). Per questo motivo è stato possibile utilizzare nelle analisi categorie forestali molto ampie (faggete, querceti, boschi di sclerofille, rimboschimenti, comunque derivate dalla Carta delle Categorie Forestali della Sicilia, Hofmann *et al.* 2011), ed impostare un'analisi complessiva degli indicatori. In questa analisi si è comunque tenuto conto della tipologia forestale come fattore correttivo e si è cercato di evidenziare se vi fossero comunque, all'interno delle diverse tipologie comportamenti diversi da parte dell'indicatore.

Un indicatore, per funzionare bene, oltre che rispondere alle variazioni dei fattori per i quali lo si vuole utilizzare, deve essere sufficientemente diffuso e relativamente facile da rilevare. Per questo motivo la scelta è indirizzata verso le specie più comuni, che presentano oltretutto il vantaggio, almeno per molte di queste, di poter essere censite con lo stesso metodo e in un periodo di tempo relativamente breve (fenologia riproduttiva simile). In questo modo, con uno sforzo di rilievo relativamente ridotto, si possono avere dati su molti indicatori potenziali. Questo aspetto permette ad esempio di “cautelarsi” rispetto ad eventi estranei al fenomeno che si vuole monitorare ma che potrebbero avere comunque un effetto su un solo indicatore scelto che dunque cesserebbe, almeno

momentaneamente, la propria efficacia ma che più difficilmente possono affliggere tutto il set di indicatori (ad esempio un inverno particolarmente freddo che possa determinare un brusco calo nella popolazione di un specie). Inoltre i dati così raccolti permettono anche di costruire indici di comunità che sono in genere più stabili rispetto ad eventi esterni.

L'analisi ha quindi messo in relazione i dati rilevati sul campo (trattati sia in termini di indici di comunità sia in termini di singole specie) con il grado di rischio rispetto alla desertificazione. Per quest'ultimo è stato adottato il rischio definito dalla carta del rischio di desertificazione per la Sicilia (Calvi *et al.* 2011), derivando le informazioni necessarie dalle analisi condotte nell'ambito dell'Azione A1 di questo stesso progetto Life.

In sintesi, in questo lavoro, abbiamo testato le seguenti ipotesi:

- boschi in condizioni di maggior rischio non sono più in grado di ospitare comunità di uccelli ricche e differenziate e soprattutto comunità specializzate in senso appunto forestale, in quanto l'ambiente perde caratteristiche tipicamente forestali (copertura continua, sviluppo in altezza) in favore di altre tipiche di ambienti diversi (interruzione della copertura, presenza maggiore di vegetazione arbustiva);
- viceversa, specie di uccelli tipiche di ambienti pre-forestali (macchie, arbusteti) possono essere presenti in boschi ad elevato grado di rischio di desertificazione proprio per il progressivo comparire, in questi ultimi, di caratteri non forestali in ambienti;
- specie di uccelli specializzate, legate strettamente al bosco e/o adattate a climi freschi, si trovano in densità decrescenti all'aumentare del grado di rischio di desertificazione del bosco.

L'impiego di indicatori anche in senso negativo (quello previsto dal secondo punto), è suggerito proprio dal fatto che specie non forestali mostrano sulle isole minori ampliamenti di nicchia rispetto a specie invece tipiche di ambienti forestali maturi, e quindi possono essere efficacemente utilizzati per lo scopo di questo studio (Blondel *et al.* 1988; Massa 2002).

3. Materiali e metodi

3.1. Definizione delle aree di rilievo

Nella definizione delle aree di rilievo si è cercato di distribuire il campione in modo da coprire, all'interno delle tipologie forestali interessate dal progetto, i vari gradi di rischio di desertificazione. Il materiale di base per questa scelta è stato la carta delle categorie forestali della Sicilia (Hofmann *et al.* 2011) e la Carta del rischio di desertificazione (Calvi *et al.* 2011); hanno inoltre fornito utili informazioni gli inquadramenti rispetto alla distribuzione e alla diffusione a scala vasta delle comunità ornitiche forestali prodotte nella prima fase di questo lavoro.

Il disegno originale prevedeva uno schema semplice di confronto a coppie, per cui per ogni tipologia il piano avrebbe dovuto prevedere i rilievi in una situazione ottimale, cioè non a rischio di desertificazione, e in una invece in condizioni di rischio elevato. Analisi dettagliate della cartografia del rischio di desertificazione e delle categorie forestali e i sopralluoghi sul campo hanno evidenziato una situazione molto frammentata, in cui disegnare unità di campionamento adeguate (cioè transetti di sufficiente lunghezza, *vedi par. successivo*) interamente afferenti ad una sola categoria non è risultato sempre possibile. In ogni caso è rimasto valido il criterio di campionare le differenti situazioni di rischio delle diverse tipologie, in modo che nel complesso i transetti attraversassero i diversi gradi di rischio di tutte le tipologie.

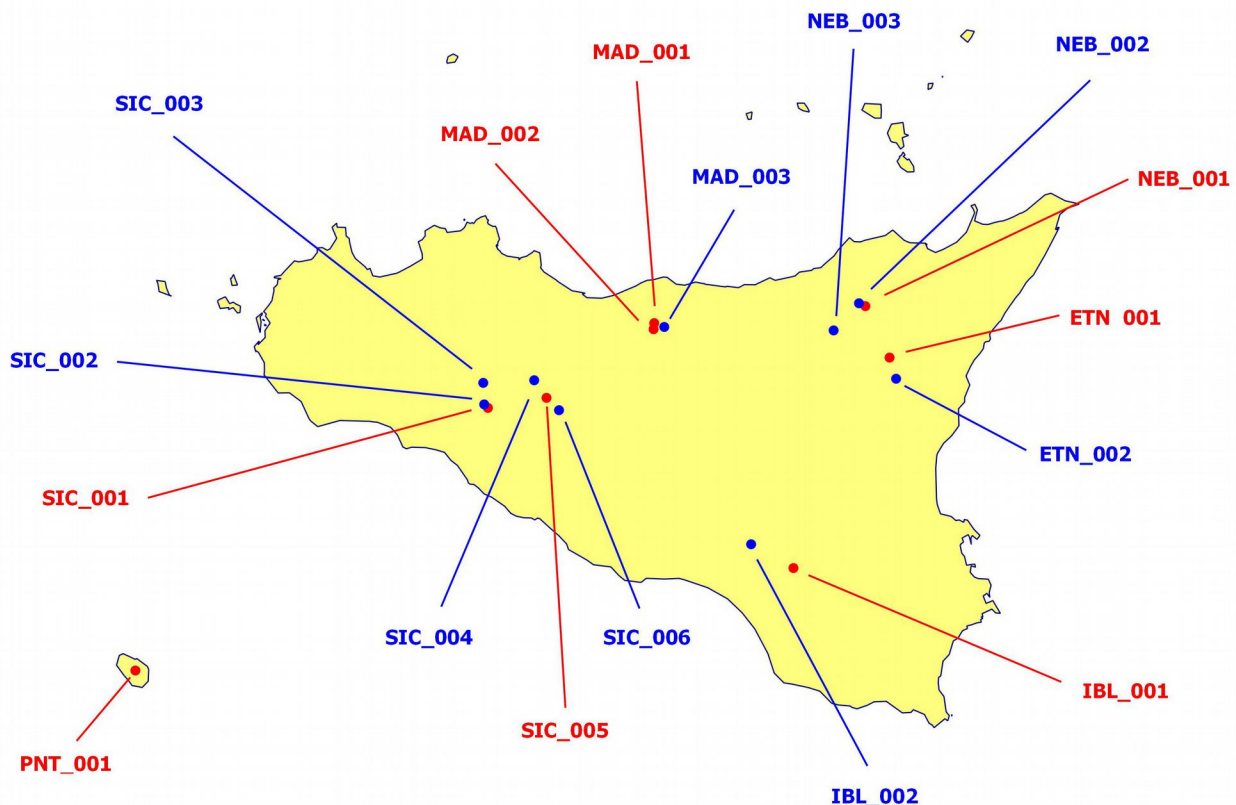


Figura 1. Aree in cui sono stati eseguiti i rilievi. In rosso le aree campione (quelle dove erano previsti gli interventi del progetto life) in blu le aree di confronto.

Sono state pertanto definite le aree di rilievo nelle “zone campione”, dove erano previsti gli interventi del progetto e in “zone di confronto” (individuate all'interno delle stesse aree vaste omogenee), al fine di completare la distribuzione del campione nelle diverse tipologie forestali e categorie di rischio.

Le aree individuate sono risultate: una a Pantelleria (area campione), sei sui monti Sicani (due aree campione e quattro aree di confronto), tre sulle madonie (due aree campione e un'area di confronto), tre sui Nebrodi (un'area campione e due aree di confronto), due sull'Etna (un'area campione e un'area di confronto), due sugli Iblei (un'area campione e un'area di confronto). Nel complesso sono state individuate 17 aree, otto aree campione e nove aree di confronto (figura 1).

3.2. Censimenti degli uccelli

Il metodo di censimento adottato è quello dei transetti lineari senza limiti di distanza che consiste nel percorrere un tragitto il meno tortuoso possibile, a velocità più o meno costante, annotando tutti gli uccelli contattati con vista o udito (Bibby *et al.* 2000). Complessivamente sono stati tracciati 94.7 km di transetti (54.6 km in aree campione, 40.0 km in aree di confronto) ripartiti come in tabella 1. Ogni transetto è stato percorso due volte nella stagione riproduttiva 2013, la prima nel periodo compreso tra il 24 aprile e il 5 maggio, la seconda nel periodo compreso tra il 24 maggio e il 3 giugno (tabella 2). I rilevamenti sono stati fatti nelle prime ore dopo l'alba, in assenza di pioggia e con condizioni di ventosità limitata. I transetti sono suddivisi in tratti di 200 m, che costituiranno le unità di campionamento.

Tabella 1. Lunghezza dei transetti nelle 17 aree individuate; è indicato anche il tipo di area: CA area campione (dove sono previsti gli interventi del progetto life); CO area di confronto.

Zona	transetto	lunghezza (km)	tipo
Pantelleria	PNT_001	9.6	CA
	SIC_001	4.3	CA
	SIC_002	4.7	CO
Sicani	SIC_003	3.2	CO
	SIC_004	3.8	CO
	SIC_005	8.5	CA
	SIC_006	3.0	CO
Madonie	MAD_001	3.2	CA
	MAD_002	6.9	CA
	MAD_003	4.0	CO
Nebrodi	NEB_001	5.8	CA
	NEB_002	6.5	CO
	NEB_003	4.9	CO
Etna	ETN_001	7.5	CA
	ETN_002	4.6	CO
Iblei	IBL_001	8.8	CA
	IBL_002	5.4	CO

Tabella 2. Date dei rilievi nelle 17 aree individuate.

zona	transetto	I replica	II replica
Pantelleria	PNT_001	24 aprile	24-25 maggio
	SIC_001	28 aprile	26 maggio
Sicani	SIC_002	29 aprile	27 maggio
	SIC_003	28 aprile	26 maggio
	SIC_004	28 aprile	25 maggio
	SIC_005	29 aprile	25 maggio
	SIC_006	29 aprile	27 maggio
	Madonie	MAD_001	30 aprile
MAD_002		30 aprile	29 maggio
MAD_003		30 aprile	29 maggio
Nebrodi	NEB_001	01 maggio	01 giugno
	NEB_002	01 maggio	01 giugno
	NEB_003	02 maggio	31 maggio
Etna	ETN_001	03 maggio	02 giugno
	ETN_002	03 maggio	02 giugno
Iblei	IBL_001	05 maggio	03 giugno
	IBL_002	05 maggio	03 giugno

3.3. *Analisi preliminari*

Le analisi preliminari sono consistite essenzialmente nello studio della distribuzione dei dati a disposizione. Sono stati considerati, per ciascuna unità di campionamento i seguenti aspetti:

- **omogeneità tra le due repliche.** Sono stati selezionati soltanto i tratti per i quali erano disponibili dati affidabili in entrambe le ripetizioni. Si sono pertanto esclusi quei tratti dove, anche in una sola delle due repliche si fossero verificati disturbi (ad esempio presenza di operai e macchine al lavoro, condizioni di vento eccessivo) o quelli per i quali, per vari motivi, si disponeva di una sola replica;
- **categoria forestale.** Ad ogni tratto è stata attribuita la tipologia forestale, a livello di categoria (Hofmann *et al.* 2011), secondo la carta forestale della Sicilia (Camerano *et al.* 2011), direttamente in ambiente GIS. In ragione della distribuzione del campione, si è proceduto ove necessario per la dimensione del campione e opportuno per la similarità dei boschi, ad alcuni accorpamenti;
- **rischio di desertificazione.** Ad ogni tratto è stata attribuita una categoria di rischio di desertificazione, anche in questo caso operando direttamente in ambiente GIS, utilizzando le elaborazioni prodotte per il presente life a partire carta del rischio di desertificazione della Sicilia (Calvi *et al.* 2011). Anche in questo si è proceduto, ove necessario, ad accorpate le categorie originali;
- **specie di uccelli.** Sono state analizzate per ogni tratto le specie osservate allo scopo di escludere dalle successive analisi i contatti con individui in migrazione; è stato inoltre valutata l'esclusione di specie rare (il cui rinvenimento con censimenti di questo tipo è fortemente condizionato dal caso) e di quelle specie la cui presenza non è legata direttamente alla struttura e alle condizioni dell'ambiente a terra (e nel caso particolare del

bosco), come ad esempio quelle specie con home range molto vasti (molti rapaci) o quelle che si alimentano in volo (come il rondone comune *Apus apus*).

L'obiettivo di queste analisi è stato sostanzialmente quello di predisporre un campione il più possibile affidabile, eliminando quelli elementi che, per l'eccessiva variabilità rispetto allo sforzo del disegno di campionamento avrebbero potuto rendere i risultati meno stringenti.

3.4. Analisi per la definizione degli indicatori

L'obiettivo generale di queste analisi è stato quello di verificare la risposta degli indicatori scelti al rischio di desertificazione. Le analisi sono state condotte a mezzo dei GLM (*Generalized Linear Models*) che permettono di analizzare l'effetto di differenti variabili con una notevole elasticità e sono pertanto ampiamente impiegati nelle analisi ecologiche (Rushton *et al.* 2004). Le unità di analisi sono i tratti di 200 m di transetto per i quali sono stati calcolati gli indici da testare e, per le singole specie, l'abbondanza (per le specie più comuni) o la presenza (per le specie più rare). Per ogni indicatore è stato costruito un modello dove l'indicatore stesso (cioè un indice o la specie) era la variabile dipendente mentre le variabili indipendenti erano il rischio di desertificazione (considerato come variabile categoriale), la categoria forestale (anch'essa, ovviamente, categoriale) e, come fattore correttivo, l'orario del rilievo (come media dell'orario delle due repliche essendo i transetti percorsi entrambe le volte nella stessa direzione e pertanto con orari che risultavano abbastanza vicini).

La scelta del miglior modello (cioè la miglior combinazione di variabili) è stata fatta in base al criterio di Akaike che permette di ottenere l'insieme di variabili di minor dimensione, mantenendo l'informazione contenuta nel modello (McQuarrie & Tsai 1998). Le variabili non significative sono state escluse; quando nel miglior modello non risultava significativa la variabile "rischio di desertificazione", l'indicatore è stato pertanto scartato.

Come indicatori sono stati provati sia alcuni indici di comunità sia le singole specie di uccelli. Per quanto riguarda gli indici di comunità gli indicatori sono i seguenti:

- 1) **ricchezza totale (S_TOT)**, cioè il numero totale di specie presenti nel tratto. La ricchezza è, con gli uccelli, un indice allo stesso tempo di immediata comprensione e di elevata efficienza soprattutto per quanto riguarda le caratteristiche strutturali del bosco (Erdelen 1984; Tellini Florenzano *et al.* 2006);

Nell'ipotesi che le caratteristiche dei boschi a maggior rischio di desertificazione ospitassero comunità di uccelli meno specializzate in senso forestale, abbiamo anche provato a testare come indicatori:

- 2) **ricchezza di specie forestali senso lato (S_FOR_SL)**, cioè il numero di specie legate in qualche maniera al bosco. Per una definizione oggettiva dell'elenco di queste specie, è stato utilizzato un indice che misura la specializzazione in senso forestale di ciascuna delle specie comuni (cfr. Appendice 1; Londi *et al.* 2009), scegliendo tutte quelle col valore di questo indice maggiore di 0.5 (includendo cioè specie legate al bosco ma non molto specializzate);
- 3) **ricchezza di specie forestali sensu strictu (S_FOR_SS)**, cioè il numero di specie legate in maniera molto stretta al bosco. Per la definizione dell'elenco di queste specie, è stato utilizzato lo stesso indice utilizzato anche per l'indicatore precedente, scegliendo tutte quelle

col valore maggiore di 1.0 (includendo cioè solo le specie legate in maniera più stretta al bosco e dunque più specializzate);

- 4) **“Woodiness” Bird Community Index (WBCI)**; è costruito sempre a partire dall'indice utilizzato ai due punti precedenti come la media aritmetica dei valori di affinità con il bosco (“woodiness”) delle specie comuni nidificanti in Italia (cfr. Appendice 1, Londi *et al.* 2009). Questo indicatore, che tiene conto anche del “livello di specializzazione” di ciascuna specie e non solo della presenza della stessa, dovrebbe funzionare in maniera ancora migliore dei precedenti, nel caso sia verificata l'ipotesi che all'aumentare del rischio di desertificazione diminuisca la specializzazione forestale della comunità ornitica.

Per quanto riguarda le singole specie, sono state provate tutte quelle per le quali erano stati raccolti almeno 15 dati utili che sono risultate, nel complesso 33. Sono comprese anche specie non legate al bosco e anzi tipiche di ambienti di margine o arbusteti (ad esempio sterpazzolina comune, occhiocotto, zigolo muciatto, zigolo nero) nell'ipotesi, complementare a quella sopra esposta, che possano funzionare “in negativo”, essere cioè presenti, e progressivamente più abbondanti, man mano che il rischio di desertificazione è maggiore e quindi le condizioni generali dell'ambiente “meno forestali”, cioè meno adatte a specie specializzate in senso forestale. L'elenco delle specie è riportato qui di seguito:

- 5) **poiana *Buteo buteo* (S02870);**
- 6) **colombaccio *Columba palumbus* (S06700);**
- 7) **tortora selvatica *Streptopelia turtur* (S06870);**
- 8) **cuculo *Cuculus canorus* (S07240);**
- 9) **picchio rosso maggiore *Dendrocopos major* (S08760);**
- 10) **tottavilla *Lullula arborea* (S09740);**
- 11) **scricciolo *Troglodytes troglodytes* (S10660);**
- 12) **pettirosso *Erithacus rubecula* (S10990);**
- 13) **usignolo *Luscinia megarhynchos* (S11040);**
- 14) **merlo *Turdus merula* (S11870);**
- 15) **tordela *Turdus viscivorus* (S12020);**
- 16) **sterpazzolina comune *Sylvia cantillans* (S12650);**
- 17) **occhiocotto *Sylvia melanocephala* (S12670);**
- 18) **sterpazzola *Sylvia communis* (S12750);**
- 19) **capinera *Sylvia atricapilla* (S12770);**
- 20) **lui piccolo *Phylloscopus collybita* (S13110);**
- 21) **fiorrancino *Regulus ignicapilla* (S13150);**
- 22) **codibugnolo *Aegithalos caudatus* (S14370);**
- 23) **cincia bigia *Poecile palustris* (S14400); nnnn**
- 24) **cincia mora *Periparus ater* (S14610);**
- 25) **cinciarella *Cyanistes caeruleus* (S14620);**
- 26) **cinciallegra *Parus major* (S14640);**
- 27) **picchio muratore *Sitta europaea* (S14790);**
- 28) **rampichino comune *Certhia brachydactyla* (S14870);**
- 29) **rigogolo *Oriolus oriolus* (S15080);**
- 30) **ghiandaia *Garrulus glandarius* (S15390);**
- 31) **fringuello *Fringilla coelebs* (S16360);**
- 32) **verzellino *Serinus serinus* (S16400);**

- 33) **verdone** *Carduelis chloris* (S16490);
- 34) **cardellino** *Carduelis carduelis* (S16530);
- 35) **fanello** *Carduelis cannabina* (S16600);
- 36) **zigolo nero** *Emberiza cirlus* (S18580);
- 37) **zigolo muciatto** *Emberiza cia* (S18600).

Nel complesso gli indicatori testati sono quindi 37. In generale per la variabile dipendente è stata ipotizzata una distribuzione normale con una funzione link di tipo log (per gli indici e le specie più comuni, la cui abbondanza è stata trasformata in logaritmo), o una distribuzione binomiale con funzione link di tipo loga per le specie più rare (delle quali è stata considerata la sola presenza nel tratto).

Per ogni indicatore ritenuto valido (per il quale cioè la variabile rischio di desertificazione è risultata significativa nel miglior modello), è stato analizzato il “comportamento” nelle differenti tipologie forestali, per valutare eventualmente se l'indicatore fosse effettivamente efficiente in tutte soltanto in alcune di queste.

4. Risultati

4.1. Analisi preliminari

4.1.1. Selezione preliminare delle unità di campionamento

Nelle due sessioni di rilievo sono stati raccolti 10094 dati (4860 nella prima replica, 5414 nella seconda), relativi complessivamente a 10713 individui (4977, nella prima replica, 5736 nella seconda). Complessivamente sono stati percorsi 434 tratti di 200 m (cioè unità di campionamento); a causa di alcune minime modifiche nei tracciati tra le due repliche ci sono alcune piccole differenze: nella prima replica le unità sono state 413; nella seconda i tratti percorsi sono stati 405.

Tutti i tratti percorsi una sola volta o che in delle due repliche hanno presentato problemi che possono aver inficiato l'efficacia del rilievo (disturbo eccessivo, vento troppo forte) o che non erano stati percorsi in maniera analoga tra le due repliche (eccessive differenze di percorso o di orario) sono stati esclusi; nel complesso i tratti utilizzabili sono risultati 391.

4.1.2. Categorie forestali

Per ogni tratto è stato attribuita, in ambiente GIS, la tipologia forestale secondo la carte delle categorie forestali della Sicilia (Hofmann *et al.* 2011). Onde disporre di un campione congruo, si è proceduto a degli accorpamenti (tabella 3). I boschi di sclerofille e quelli di querce caducifoglie sono stati raggruppati in due grandi categorie (boschi di sclerofille e querceti); nella categoria querceti sono stati inclusi anche gli unici due tratti ricadenti nelle formazioni ripariali (sono due tratti che si trovano in realtà in una zona di transizione tra una cerreta e formazioni più o meno ripariali). Insieme alle faggete sono stati inclusi anche i pochi tratti risultanti in formazioni a dominanza di agrifoglio che sono del resto (almeno nel tratto interessato) soprassuoli a mosaico con la faggeta e comunque con forte partecipazione di faggio.

Tabella 3. Ripartizione delle unità di campionamento selezionate rispetto alle tipologie forestali. Nella prima colonna è riportata la categoria desunta dalla carta forestale, nella seconda il numero di unità di campionamento afferenti a ciascuna categoria, nel terzo la categoria con la quale è stata utilizzata nelle analisi.

categoria forestale	n. di unità di campionamento	utilizzo nelle analisi	n. di unità di campionamento
leccete (LE)	27		
sugherete (SU)	20	sclerofille (A_SCL)	47
querceti di rovere e roverella (QU)	48		
cerrete (CE)	20	querceti (A_QU)	70
formazioni riparie (FR)	2		
faggete (FA)	75	faggete (A_FA)	79
formazioni ad agrifoglio (BA)	4		
pinete di pini mediterranei (PM)	27	<i>non analizzate</i>	
pinete di pino laricio (PL)	18	<i>non analizzate</i>	
rimboschimenti (RI)	131	rimboschimenti (A_RI)	131
aree non forestali	19	<i>non analizzate</i>	

Le pinete di pini mediterranei sono tutte concentrate a Pantelleria. Queste sono state escluse dalle analisi perché la forte diversità che si riscontra nei transetti effettuati a Pantelleria con quelli nel resto della Sicilia sono riconducibili a motivi essenzialmente di ordine zoogeografico (Massa & Di Palma 1988), e dunque poco in grado di essere compresi in una analisi come questa. Le isole circumsiciliane infatti hanno un'avifauna molto ben caratterizzata e distinta da quella del resto della Sicilia (Londi *et al.* 2012); un esempio è costituito da alcune specie africane che nidificano, appunto, esclusivamente a Pantelleria, come la cinciarella algerina *Cyanistes teneriffae* (Moltoni 1971, Lo Valvo & Massa 1995, Allegri 2000), la poiana codabianca *Buteo rufinus* (Corso 2009), o la tortora delle palme *Streptopelia senegalensis*, quest'ultima nidificante anche sulle isole Pelagie (La Mantia *et al.* 2002; Corso 2005; Ientile & Massa 2008).

Per quanto riguarda le pinete di pino laricio, concentrate tutte sull'Etna, il campione è piuttosto esiguo e del resto la peculiarità di questi ambienti nel contesto forestale siciliano (La Mantia *et al.* 2001; Cullotta & Marchetti 2007) ha suggerito prudentemente di non procedere ad accorpamenti con tipologie, come i rimboschimenti di conifere, che sono, per molti aspetti, assai differenti. Anche queste sono state quindi escluse dalle analisi. Del resto le pinete dell'Etna presentano alcune peculiarità anche dal punto di vista ornitologico (ad esempio la nidificazione regolare del crociere *Loxia curvirostra*, Corso 2005; Ientile & Massa 2008) ma anche una variabilità notevolissima, in ragione soprattutto della struttura del bosco (Barreca *et al.* 2010) per cui necessitano, per essere studiate, di un campione piuttosto ampio.

Sono state infine esclusi anche i tratti che risultavano in aree non boscate. Le unità di campionamento utilizzabili sono risultate alla fine 324; le tipologie forestali utilizzate quattro (faggete, quesrceti, boschi di sclerofille, rimboschimenti).

4.1.3. Rischio di desertificazione

Ad ogni tratto è stato anche attribuita, sempre in ambiente GIS, la categoria di rischio di desertificazione secondo la carta del rischio di desertificazione della Sicilia (Calvi *et al.* 2011). La ripartizione evidenzia come siano poco rappresentate le classi di rischio elevato. I boschi in questa situazione si estendono su superfici in effetti relativamente ridotte in quanto le zone a più elevato rischio di desertificazione sono in genere quelle coperte da vegetazione di tipo non forestale (Duro *et al.* 2010; Calvi *et al.* 2011). Inoltre i boschi a maggior rischio di desertificazione sono spesso frammentati e/o in condizioni di acclività notevole per cui è difficile tracciarvi transetti molto lunghi.

Per avere dunque un campione rappresentativo abbiamo accorpato tutte le classi di rischio in una sola (boschi a rischio effettivo di desertificazione) lasciando quelle di rischio potenziale e non affetta da rischio. Le classi analizzate sono pertanto diventate tre (tabella 5).

Tabella 4. Ripartizione delle unità di campionamento selezionate rispetto al rischio di desertificazione secondo le categorie definite da Calvi *et al.* (2011).

rischio di desertificazione	categoria forestale				<i>totale</i>
	faggete	querceti	sclerofille	rimboschimenti	
non affetto	28	17	4	17	66
potenziale	31	30	25	44	130
fragile 1	18	11	9	38	76
fragile 2		7	4	10	21
fragile 3			3	7	10
critico 1	2	2	2	3	9
critico 2		3		12	15
critico 3					

Tabella 5. Ripartizione delle unità di campionamento selezionate rispetto al rischio di desertificazione secondo le classi accorpate e utilizzate per le analisi (2011).

rischio di desertificazione	categoria forestale				<i>totale</i>
	faggete	querceti	sclerofille	rimboschimenti	
non affetto	28	17	4	17	66
potenziale	31	30	25	44	130
effettivo	20	23	18	70	131

4.1.4. Selezione delle specie

Le specie contattate durante i rilievi standard sono risultate 90. Di queste 82 sono risultate presenti nei tratti selezionati. Per il calcolo dei vari indici di comunità sono state comunque escluse tutte le specie non nidificanti nelle aree censite: migratori (falco pecchiaiolo, falco di palude, falco cuculo, stiaiccino, lui verde; per alcune specie, come il pigliamosche, sono stati eliminati i contatti della prima replica, ragionevolmente riferibili per la maggior parte a migratori); rapaci, che hanno home range in genere ampi il cui rilevamento con censimenti di questo tipo è fortemente casuale (sparviere, poiana, aquila reale, aquila del Bonelli, grillaio, gheppio, lodolaio); specie esclusivamente in transito nelle aree indagate (gabbiano reale); specie che si alimentano soprattutto in ambiente aereo e sono quindi slegate dalle caratteristiche dei boschi sottostanti e comunque non adeguatamente censibili con i metodi adottati (rondone comune, rondine montana, rondine, balestruccio); specie che comunque si muovono molto per la ricerca del cibo, spesso in gruppi numerosi (gruccione, piccione torraio, cornacchia grigia, taccola, gracchio corallino, corvo imperiale); specie di ambiente acquatico rinvenute in zone marginali rispetto alle aree indagate, comunque legate a biotopi puntiformi (folaga, gallinella d'acqua)

Tabella 6. Elenco delle specie rinvenute nei tratti selezionati. Sono indicate le specie utilizzate per la costruzione degli indici di comunità e quelle escluse.

	eurring	specie		n. dati	scelta si/no
1	2310	Falco pecchiaiolo	<i>Pernis apivorus</i>	2	no
2	2600	Falco di palude	<i>Circus aeruginosus</i>	1	no
3	2690	Sparviere	<i>Accipiter nisus</i>	4	no
4	2870	Poiana	<i>Buteo buteo</i>	24	no
5	2960	Aquila reale	<i>Aquila chrysaetos</i>	2	no
6	2990	Aquila di Bonelli	<i>Aquila fasciata</i>	1	no
7	3030	Grillaio	<i>Falco naumanni</i>	2	no
8	3040	Gheppio	<i>Falco tinnunculus</i>	3	no
9	3070	Falco cuculo	<i>Falco vespertinus</i>	1	no
10	3100	Lodolaio	<i>Falco subbuteo</i>	1	no
11	3570	Coturnice	<i>Alectoris graeca</i>	6	si
12	3700	Quaglia	<i>Coturnix coturnix</i>	1	si
13	4240	Gallinella d'acqua	<i>Gallinula chloropus</i>	2	no
14	4290	Folaga	<i>Fulica atra</i>	1	no
15	5926	Gabbiano reale	<i>Larus michahellis</i>	3	no
16	6651	Piccione torraio		2	no
17	6700	Colombaccio	<i>Columba palumbus</i>	936	si
18	6840	Tortora dal collare	<i>Streptopelia decaocto</i>	12	si
19	6870	Tortora selvatica	<i>Streptopelia turtur</i>	86	si
20	7240	Cuculo	<i>Cuculus canorus</i>	83	si
21	7950	Rondone comune	<i>Apus apus</i>	37	no
22	8400	Gruccione	<i>Merops apiaster</i>	30	no
23	8460	Upupa	<i>Upupa epops</i>	14	si
24	8480	Torcicollo	<i>Jynx torquilla</i>	3	si
25	8760	Picchio rosso maggiore	<i>Dendrocopos major</i>	157	si
26	9720	Cappellaccia	<i>Galerida cristata</i>	19	si
27	9740	Tottavilla	<i>Lullula arborea</i>	96	si
28	9910	Rondine montana	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	4	no
29	9920	Rondine	<i>Hirundo rustica</i>	7	no
30	10010	Balestruccio	<i>Delichon urbicum</i>	3	no
31	10050	Calandro	<i>Anthus campestris</i>	1	si
32	10190	Ballerina gialla	<i>Motacilla cinerea</i>	8	si
33	10200	Ballerina bianca	<i>Motacilla alba</i>	1	si
34	10660	Scricciolo	<i>Troglodytes troglodytes</i>	499	si
35	10990	Pettiroso	<i>Erithacus rubecula</i>	661	si
36	11040	Usignolo	<i>Luscinia megarhynchos</i>	28	si
37	11210	Codirosso spazzacamino	<i>Phoenicurus ochruros</i>	11	si
38	11370	Stiaccino	<i>Saxicola rubetra</i>	1	no
39	11390	Saltimpalo	<i>Saxicola torquatus</i>	13	si
40	11460	Culbianco	<i>Oenanthe oenanthe</i>	1	si
41	11660	Passero solitario	<i>Monticola solitarius</i>	2	si
42	11870	Merlo	<i>Turdus merula</i>	469	si
43	12000	Tordo bottaccio	<i>Turdus philomelos</i>	2	si

	euring	specie		n. dati	scelta si/no
44	12020	Tordela	<i>Turdus viscivorus</i>	106	si
45	12200	Usignolo di fiume	<i>Cettia cetti</i>	1	si
46	12260	Beccamoschino	<i>Cisticola juncidis</i>	6	si
47	12650	Sterpazzolina comune	<i>Sylvia cantillans</i>	113	si
48	12670	Occhiocotto	<i>Sylvia melanocephala</i>	173	si
49	12750	Sterpazzola	<i>Sylvia communis</i>	26	si
50	12770	Capinera	<i>Sylvia atricapilla</i>	727	si
51	13080	Lui verde	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	4	no
52	13110	Lui piccolo	<i>Phylloscopus collybita</i>	371	si
53	13150	Fiorrancino	<i>Regulus ignicapilla</i>	233	si
54	13350	Pigliamosche	<i>Muscicapa striata</i>	40	si
55	14370	Codibugnolo	<i>Aegithalos caudatus</i>	60	si
56	14400	Cincia bigia	<i>Poecile palustris</i>	17	si
57	14610	Cincia mora	<i>Periparus ater</i>	591	si
58	14620	Cinciarella	<i>Cyanistes caeruleus</i>	537	si
59	14640	Cinciallegra	<i>Parus major</i>	433	si
60	14790	Picchio muratore	<i>Sitta europaea</i>	108	si
61	14870	Rampichino comune	<i>Certhia brachydactyla</i>	368	si
62	15080	Rigogolo	<i>Oriolus oriolus</i>	61	si
63	15150	Averla piccola	<i>Lanius collurio</i>	1	si
64	15230	Averla capirossa	<i>Lanius senator</i>	6	si
65	15390	Ghiandaia	<i>Garrulus glandarius</i>	211	si
66	15490	Gazza	<i>Pica pica</i>	64	si
67	15590	Gracchio corallino	<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>	14	no
68	15600	Taccola	<i>Corvus monedula</i>	3	no
69	15673	Cornacchia grigia	<i>Corvus cornix</i>	128	no
70	15720	Corvo imperiale	<i>Corvus corax</i>	16	no
71	15830	Storno nero	<i>Sturnus unicolor</i>	89	no
72	15920	Passera sarda	<i>Passer hispaniolensis</i>	44	si
73	15980	Passera mattugia	<i>Passer montanus</i>	2	si
74	16360	Fringuello	<i>Fringilla coelebs</i>	1017	si
75	16400	Verzellino	<i>Serinus serinus</i>	153	si
76	16490	Verdone	<i>Carduelis chloris</i>	52	si
77	16530	Cardellino	<i>Carduelis carduelis</i>	181	si
78	16600	Fanello	<i>Carduelis cannabina</i>	58	si
79	16660	Crociere	<i>Loxia curvirostra</i>	4	si
80	18580	Zigolo nero	<i>Emberiza cirrus</i>	310	si
81	18600	Zigolo muciatto	<i>Emberiza cia</i>	95	si
82	18820	Strillozzo	<i>Emberiza calandra</i>	15	si

La selezione è stata particolarmente stringente al fine di ottenere indici quanto più possibile legati alla struttura e alle caratteristiche a scala fine dell'ambiente, nell'ipotesi che tale stretto legame determinasse una relazione anche con il grado di rischio di desertificazione.

Questa selezione è stata utile solo per la costruzione degli indici di comunità; i criteri per la selezione delle specie da provare direttamente come indicatori in Metriali e Metodi, par. 3.4.

4.2. Gli indicatori

4.2.1. Risultati generali

Dei 37 indicatori provati, 21 sono risultati efficienti: tre indici di comunità e 18 specie. Nella tabella 7 sono riportati tutti gli indicatori per i quali è stato effettuato il test. Sono stati selezionati tutti quelli per i quali è risultato significativo l'effetto nel migliore modello della variabile grado di rischio di desertificazione. Per queste, evidenziate in grassetto, è riportato il livello di significatività della variabile classe di desertificazione nel modello classe di rischio di desertificazione.

Tabella 7. Elenco degli indicatori provati. Per ciascuno è riportato il nome la descrizione, il tipo di dato utilizzato ed eventualmente la trasformazione dello stesso; è riportato inoltre il livello di significatività della variabile grado di rischio di desertificazione quando questa è risultata significativa nel miglior modello. Questi sono gli indicatori scelti, evidenziati in grassetto.

INDICE	descrizione	tipo	p
S_TOT	Ricchezza totale	ricchezza	NS
S_FOR_SL	Ricchezza di specie forestali senso lato	ricchezza	0.000
S_FOR_SS	Ricchezza di specie forestali sensu strictu	ricchezza	0.000
WBCI	“Woodiness” Bird Community Index	indice di specializzazione	0.000
S02870	Poiana	presenza	NS
S06700	Colombaccio	abbondanza (LOG)	0.001
S06870	Tortora selvatica	abbondanza (LOG)	NS
S07240	Cuculo	presenza	NS
S08760	Picchio rosso maggiore	abbondanza (LOG)	0.000
S09740	Tottavilla	abbondanza (LOG)	NS
S10660	Scricciolo	abbondanza (LOG)	0.002
S10990	Pettiroso	abbondanza (LOG)	0.000
S11040	Usignolo	presenza	NS
S11870	Merlo	abbondanza (LOG)	NS
S12020	Tordela	abbondanza (LOG)	0.002
S12650	Sterpazzolina comune	abbondanza (LOG)	0.000
S12670	Occhiocotto	abbondanza (LOG)	NS
S12750	Sterpazzola	presenza	NS
S12770	Capinera	abbondanza (LOG)	0.012
S13110	Lui piccolo	abbondanza (LOG)	0.064
S13150	Fiorrancino	abbondanza (LOG)	0.000
S14370	Codibugnolo	presenza	NS
S14400	Cincia bigia	presenza	NS
S14610	Cincia mora	abbondanza (LOG)	0.000
S14620	Cinciarella	abbondanza (LOG)	0.000
S14640	Cinciallegra	abbondanza (LOG)	NS
S14790	Picchio muratore	presenza	0.030
S14870	Rampichino comune	abbondanza (LOG)	0.000
S15080	Rigogolo	presenza	0.010
S15390	Ghiandaia	abbondanza (LOG)	NS
S16360	Fringuello	abbondanza (LOG)	0.000
S16400	Verzellino	presenza	NS
S16490	Verdone	presenza	0.001

INDICE	descrizione	tipo	p
S16530	Cardellino	abbondanza (LOG)	0.000
S16600	Fanello	presenza	NS
S18580	Zigolo nero	abbondanza (LOG)	0.000
S18600	Zigolo muciatto	presenza	0.005

4.2.2. Indici di comunità

Tra gli indici di comunità la ricchezza totale non è risultata correlata al rischio di desertificazione. Il risultato era in qualche misura aspettato perché è facile intuire come una struttura, soprattutto orizzontale, più varia che caratterizza spesso situazioni di degrado possa offrire habitat adatti a molte specie che possono così arricchire il popolamento. Del resto la presenza di spazi aperti anche di piccola dimensione (come possono essere quelle di boschi radi perché sofferenti in situazioni di rischio di degrado), sono un fattore sempre determinante per la ricchezza ornitica (Tellini Florenzano *et al.* 2012).

Risultati molto interessanti derivano dagli altri tre indici di comunità: la ricchezza di specie forestali senso lato (cioè di tutte le specie più o meno legate al bosco), la ricchezza di specie forestali *sensu strictu* (cioè delle specie forestali più specializzate) e il WBCI (un indice che misura la specializzazione della comunità in senso forestale) sono tutti tre significativamente più bassi dove il rischio di desertificazione è più alto (tabella 8; figura 2). In particolare evidenziano differenze maggiori (e quindi possono funzionare meglio) gli ultimi due indici. Questi ultimi sembrano inoltre funzionare più o meno alla stessa maniera in tutte le tipologie forestali mentre il primo sembra efficiente soltanto nei rimboschimenti e nei boschi di sclerofille e, in minor misura, nei querceti. I risultati di questi indici mostrano abbastanza chiaramente come la comunità di uccelli forestali si impoverisca e divenga meno specializzata all'aumentare del grado di rischio di desertificazione.

Tabella 8. Indici di comunità che si sono rivelati buoni indicatori per la sensibilità del bosco alla desertificazione. Per ciascun indice è riportato il codice, una breve descrizione e la significatività dell'effetto della variabile grado di rischio di desertificazione. E' inoltre indicato, in maniera descrittiva, l'effetto nelle quattro diverse tipologie forestali indagate: rispetto al rischio di desertificazione crescente, "A" indica andamenti decrescenti (cioè l'indice è più alto in aree meno a rischio). Il numero di lettere è proporzionale alla differenza percentuale dell'indice tra la classe di più elevato rischio e la classe non a rischio (è una misura della "portata" e della capacità discriminante dell'indice anche se non, a rigore, della sua efficienza).

codice indice	descrizione indice	p	faggete	querceti	sclerofille	rimbos.
S_FOR_SL	Ricchezza si specie forestali senso lato	0.000		A	AAAA	AAA
S_FOR_SS	Ricchezza si specie forestali sensu strictu	0.000	AA	AA	AAAAA	AAAAA
WBCI	Indice di specializz. della comunità di uccelli forestali	0.000	A	AA	AAAAA	AAA

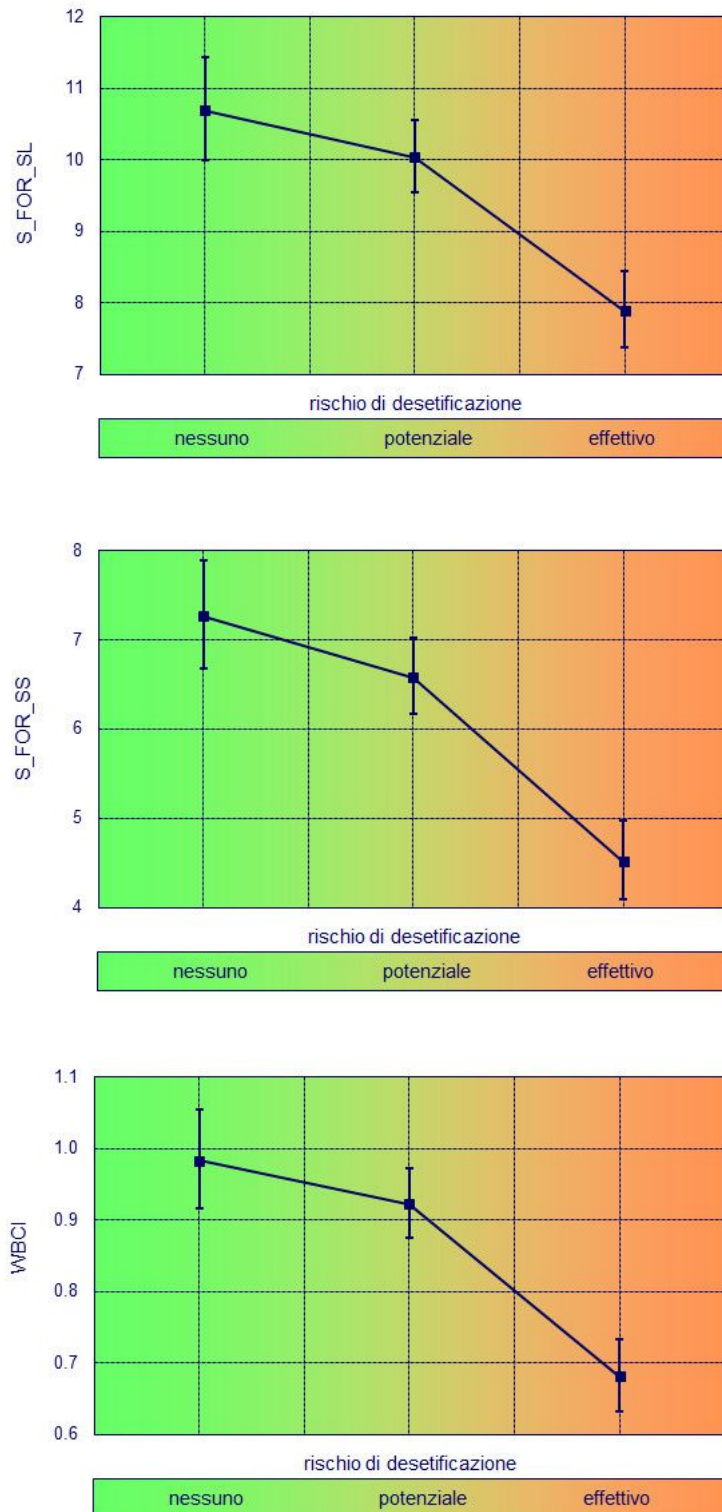


Figura 2. Risultati dei modelli per la ricchezza delle specie forestali senso lato (S_FOR_SL), in alto, per la ricchezza delle specie forestali sensu strictu (S_FOR_SS), al centro, e per l'indice di specializzazione forestale (WBCI), in basso. Sono rappresentati con le barre di errore i limiti di confidenza (+/- 95%).

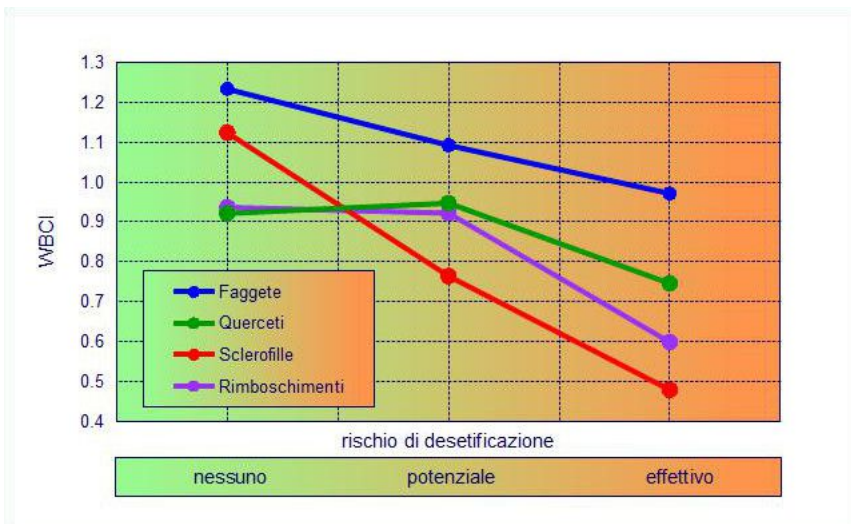
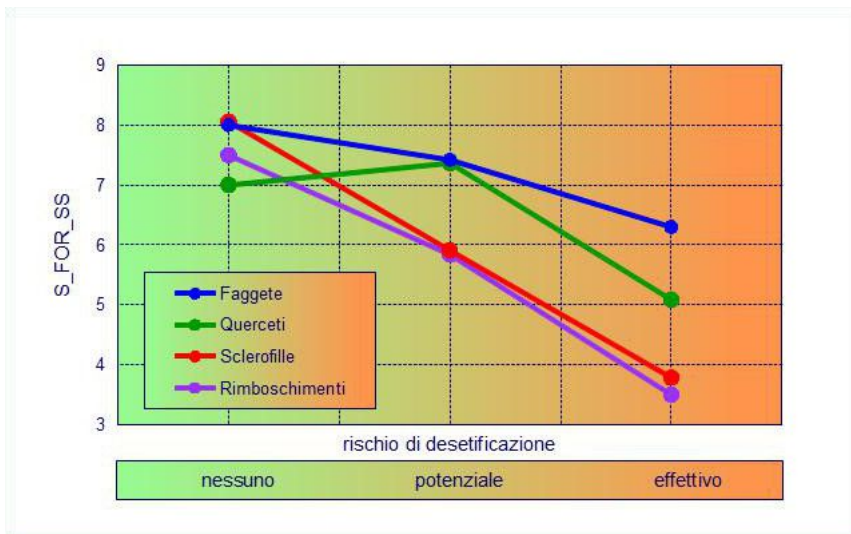
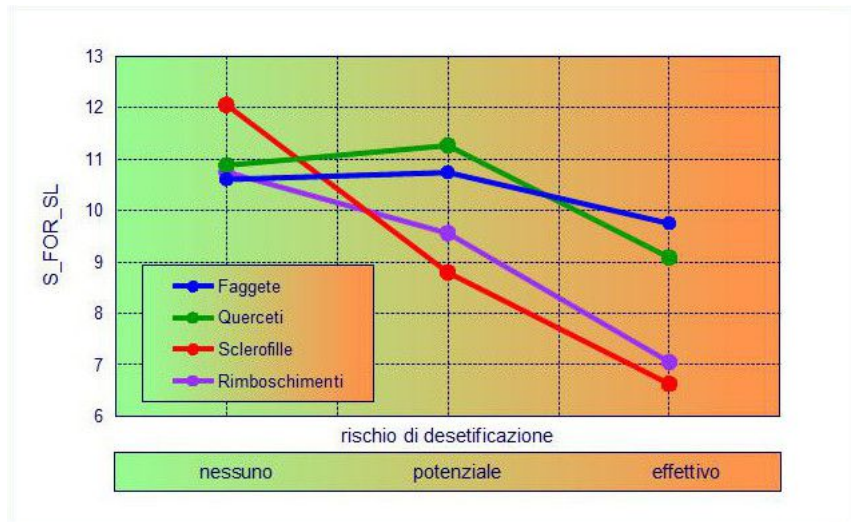


Figura 3. Andamento dei dati reali rispetto alle categorie forestali per la ricchezza delle specie forestali senso lato (S_FOR_SL), in alto, per la ricchezza delle specie forestali sensu strictu (S_FOR_SS), al centro, e per l'indice di specializzazione forestale (WBCI), in basso.

4.2.3. Specie

Le specie sensibili al rischio di desertificazione del bosco sono risultate nel complesso 19, un numero quindi molto elevato (circa il 60% di quelle che si sono testate). Una prima considerazione che ne discende riguarda la grande importanza che quindi sembrano avere le condizioni di degrado del bosco per la comunità di uccelli forestali nel suo complesso. La comunità ornitica quindi, se proprio per la sua sensibilità risulta un ottimo indicatore, dall'altro si pone a rischio di fronte a cambiamenti che sembrano aver avuto negli ultimi anni un'accelerazione notevole. Del resto, le variazioni che hanno certamente interessato l'Isola negli ultimi decenni, determinando tra l'altro anche variazioni proprio nella distribuzione spaziale del rischio di desertificazione (Duro *et al.* 2010) possono aver contribuito a determinare un certa dinamicità nelle comunità di uccelli forestali che, al di là di un generalizzato status favorevole (Massa & La Mantia 2007; Massa *et al.* 2008; La Mantia 2009), ha mostrato ad una analisi più accurata, alcune oscillazioni (cfr. report precedente).

Quattro specie, pettirosso, fiorrancino, rampichino comune e fringuello, sono particolarmente efficienti e diminuiscono la loro densità all'aumentare del grado di rischio di desertificazione in tutte e quattro le tipologie forestali considerate. Queste quattro specie, tutte ampiamente diffuse (Ientile & Massa 2008), sono risultate molto sensibili e pertanto ottimi indicatori. Il fringuello è l'unica, tra le specie forestali, che sull'Isola ha un trend di popolazione (debolmente) negativo (Massa *et al.* 2008).

Altre nove specie, che pure sembrano funzionare bene solo in alcune tipologie forestali (scricciolo, tordela, lui piccolo e cinciarella nei querceti, nei boschi di sclerofille e nei rimboschimenti, picchio rosso maggiore nelle faggete, nei querceti e nei boschi di sclerofille, cincia mora nelle faggete, nei boschi di sclerofille e nei rimboschimenti, capinera nei boschi di sclerofille e nei rimboschimenti, colombaccio nei boschi di sclerofille, picchio muratore nelle faggete), sono comunque da considerare certamente buoni indicatori.

Questa situazione è coerente con quanto già trovato valutando l'efficacia degli indici di comunità e sottolinea ancora come il carattere forestale della comunità ornitica si “affievolisca” man mano che le condizioni di rischio di degrado sono più spinte.

Alcune altre specie funzionano come indicatori “in negativo” rispetto ai precedenti, cioè aumentano le loro densità all'aumentare del grado di rischio di desertificazione: sono il rigogolo (nei boschi di sclerofille) la sterpazzolina comune (nei querceti e nei boschi di sclerofille), il cardellino (nei querceti nei boschi di sclerofille e nei rimboschimenti) lo zigolo nero (nelle faggete, nei querceti e nei rimboschimenti) e lo zigolo muciatto (in tutte le tipologie di bosco). Queste specie sono tutte più o meno legate ad ambienti di margine o di arbusteto e la loro valenza di indicatori “negativi” mostra come nelle aree a maggior rischio di desertificazione, il bosco abbia cominciato ad assumere parzialmente caratteri di ambienti diversi, divenendo adatto anche per uccelli non forestali. Questo fenomeno è complementare a quanto osservato per le specie forestali (e per gli indici che misurano la specializzazione della comunità ornitica in senso forestale).

La valutazione degli effetti nelle diverse tipologie è comunque soltanto indicativa; in alcune situazioni infatti (come ad esempio il rigogolo o lo zigolo nero) si osservano in alcune tipologie andamenti opposti rispetto a quello generale della specie. Probabilmente in questi casi è il campione ridotto che determina queste apparenti incongruenze. In questi casi l'indicatore è prudenzialmente da escludere.

Tabella 9. Specie che si sono rivelati buoni indicatori per la sensibilità del bosco alla desertificazione. Per ciascuna specie è riportato il codice e la significatività dell'effetto della variabile grado di rischio di desertificazione. E' inoltre indicato, in maniera descrittiva, l'effetto nelle quattro diverse tipologie forestali indagate: rispetto al rischio di desertificazione crescente, "A" indica andamenti decrescenti (cioè l'indice è più alto in aree meno a rischio) viceversa "B" indica andamenti decrescenti (cioè l'indice è più alto in aree a rischio). Il numero di lettere è proporzionale alla differenza percentuale dell'indice tra la classe di più elevato rischio e la classe non a rischio (è una misura della "portata" e della capacità discriminante dell'indice anche se non, a rigore, della sua efficienza). Le lettere tra parentesi indicano situazioni in cui l'indice evidenzia differenze che tuttavia non si possono ritenere, in quel contesto utilizzabili (in genere per insufficienza del campione)

codice indice	descrizione indice	p	faggete	querceti	sclerofille	rimbos.
S06700	Colombaccio <i>Columba palumbus</i>	0.001			AAA	
S08760	Picchio rosso maggiore <i>Dendrocopos major</i>	0.000	AA	AAAAA	AAAAA	(A)
S10660	Scricciolo <i>Troglodytes troglodytes</i>	0.002		AA	AAAAA	AAAAA
S10990	Pettirosso <i>Erithacus rubecula</i>	0.000	AAA	AAAAA	AAAAA	AAAAA
S12020	Tordela <i>Turdus viscivorus</i>	0.002		AAAA	AAAAA	AAAAA
S12650	Sterpazzolina comune <i>Sylvia cantillans</i>	0.000		BBBBB	BBB	
S12770	Capinera <i>Sylvia atricapilla</i>	0.012	(BBBB)		AAAAA	AAAA
S13110	Lui piccolo <i>Phylloscopus collybita</i>	0.064	(BBBB)	AAAA	AAAAA	A
S13150	Fiorrancino <i>Regulus ignicapilla</i>	0.000	AAAAA	AAAAA	AAAAA	AAAAA
S14610	Cincia mora <i>Periparus ater</i>	0.000	AAAA		AAAA	AAAAA
S14620	Cinciarella <i>Cyanistes caeruleus</i>	0.000	(BBBBB)	AAA	AAAA	AA
S14790	Picchio muratore <i>Sitta europaea</i>	0.030	AAA			
S14870	Rampichino comune <i>Certhia brachydactyla</i>	0.000	AAAAA	AAAAA	AAAAA	AAAAA
S15080	Rigogolo <i>Oriolus oriolus</i>	0.010		(AA)	BBBBB	(AAA)
S16360	Fringuello <i>Fringilla coelebs</i>	0.000	AA	A	AAAAA	AAA
S16490	Verdone <i>Carduelis chloris</i>	0.001	(BBBBB)	AAAAA	AAAAA	(BBBBB)
S16530	Cardellino <i>Carduelis carduelis</i>	0.000	(BBBBB)	BB	BBBBB	BBBBB
S18580	Zigolo nero <i>Emberiza cirrus</i>	0.000	BBBBB	BBBBB	(AA)	BBBBB
S18600	Zigolo muciatto <i>Emberiza cia</i>	0.005	BBBBB	BBBBB	BBBBB	BBBBB

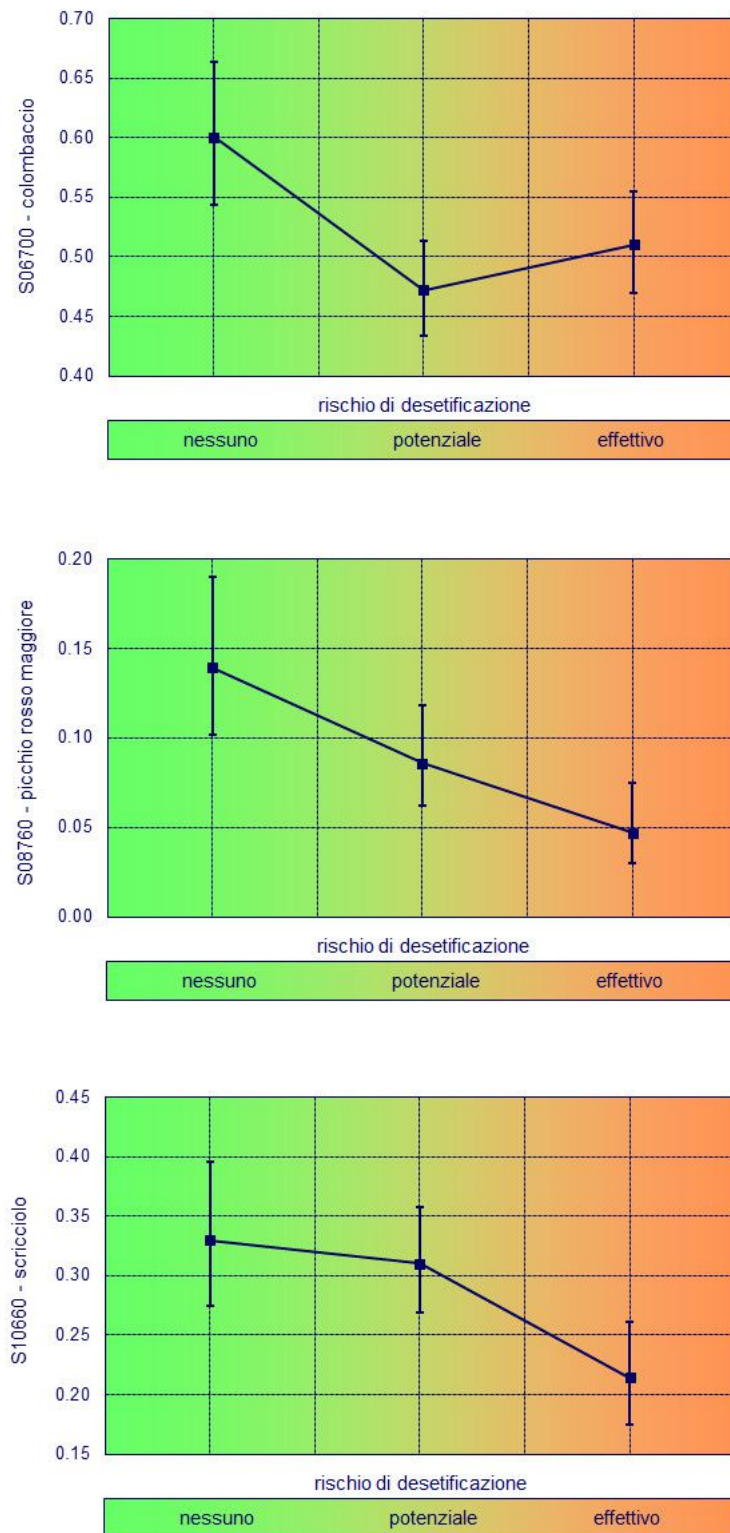


Figura 4. Risultati dei modelli per il colombaccio (S06700), in alto, per il picchio rosso maggiore (S08760), al centro, e per lo scricciolo (S10660), in basso. Sono rappresentati con le barre di errore i limiti di confidenza (+/- 95%).

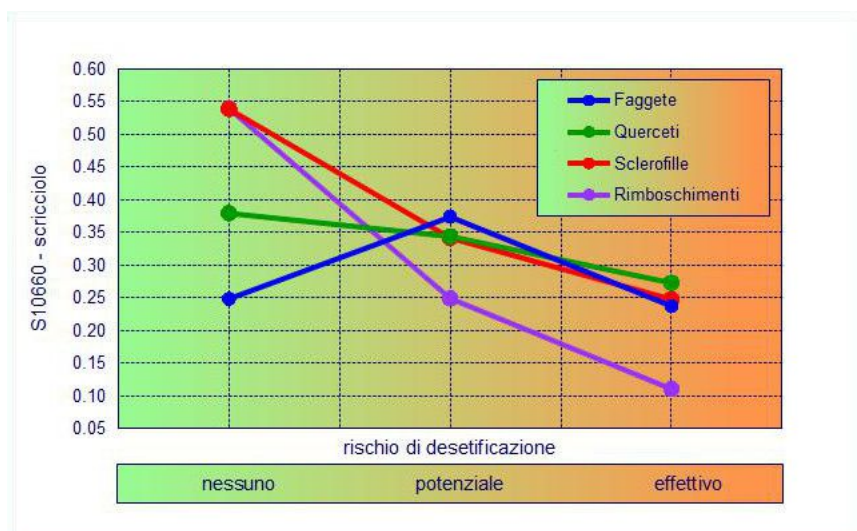
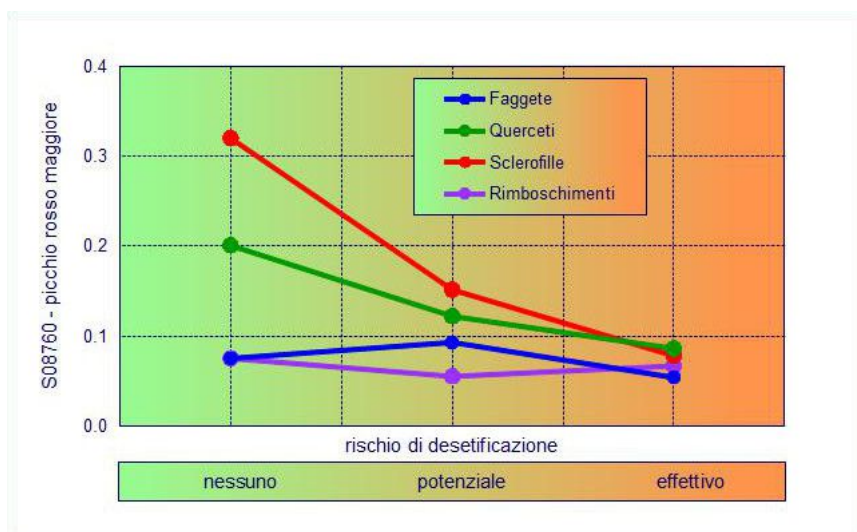
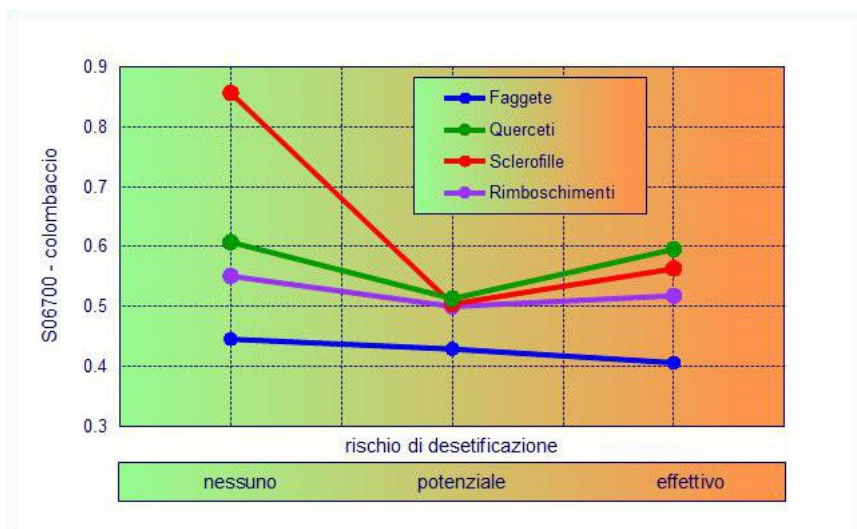


Figura 5. Andamento dei dati reali rispetto alle categorie forestali per il colombaccio (S06700), in alto, per il picchio rosso maggiore (S08760), al centro, e per lo scricciolo (S10660).

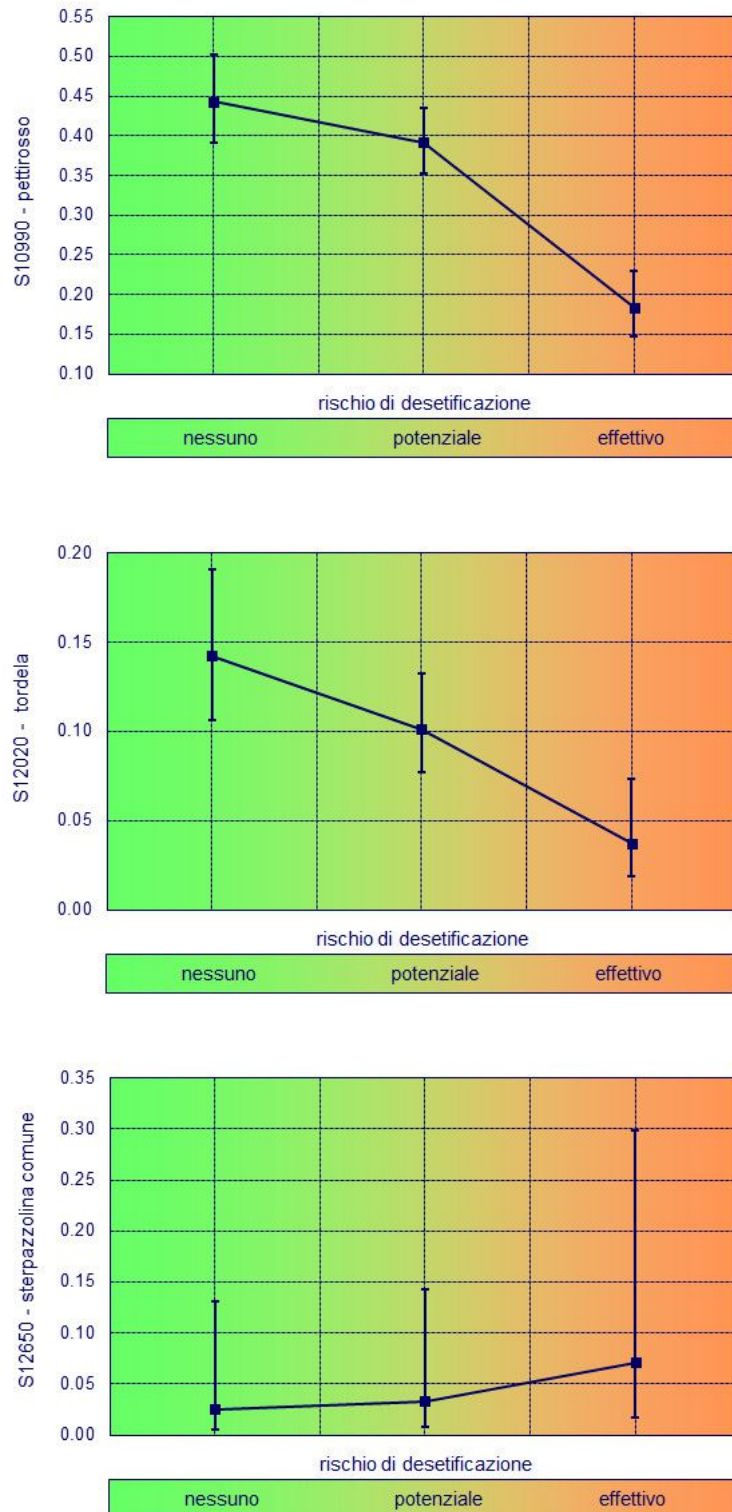


Figura 6. Risultati dei modelli per il pettirosso (S10990), in alto, per la tordela (S12020), al centro, e per la sterpazzolina comune (S12650), in basso. Sono rappresentati con le barre di errore i limiti di confidenza (+/- 95%).

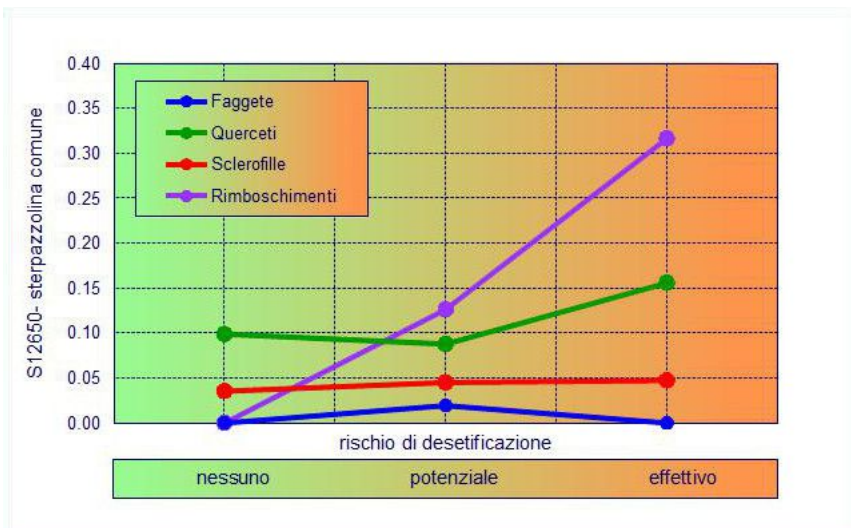
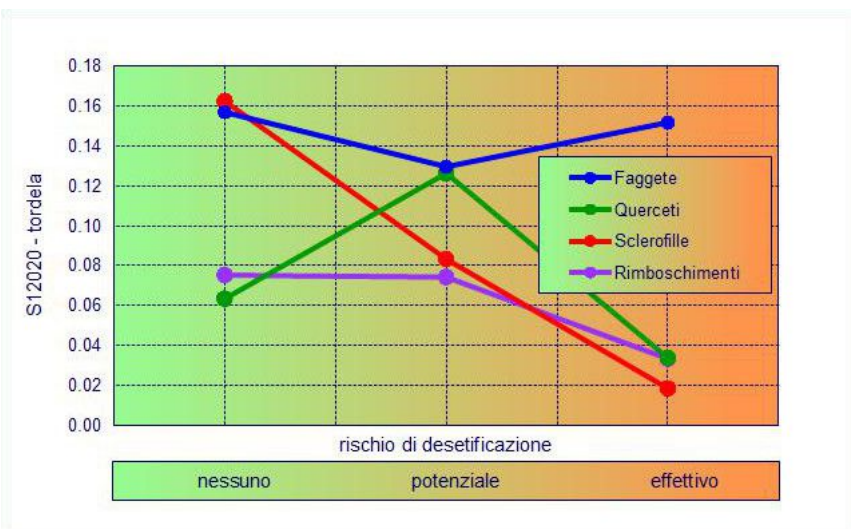
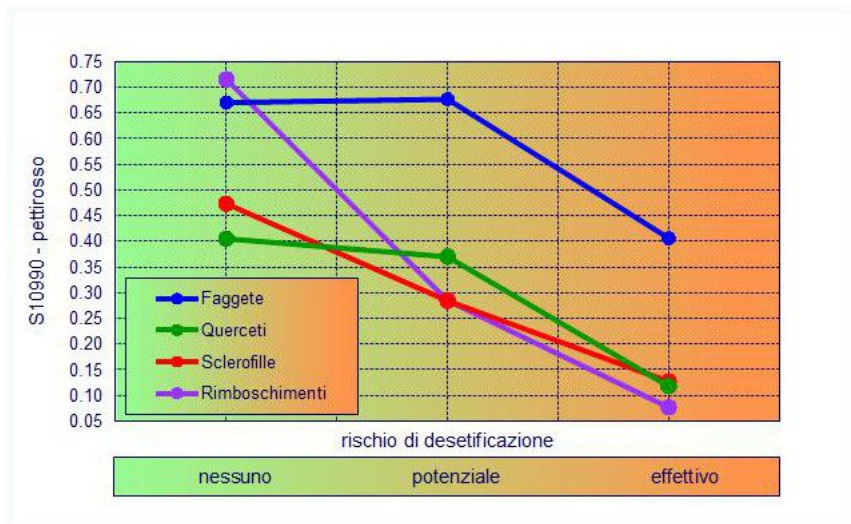


Figura 7. Andamento dei dati reali rispetto alle categorie forestali per il pettirosso (S10990), in alto, per la tordela (S12020), al centro, e per la sterpazzolina comune (S12650), in basso.

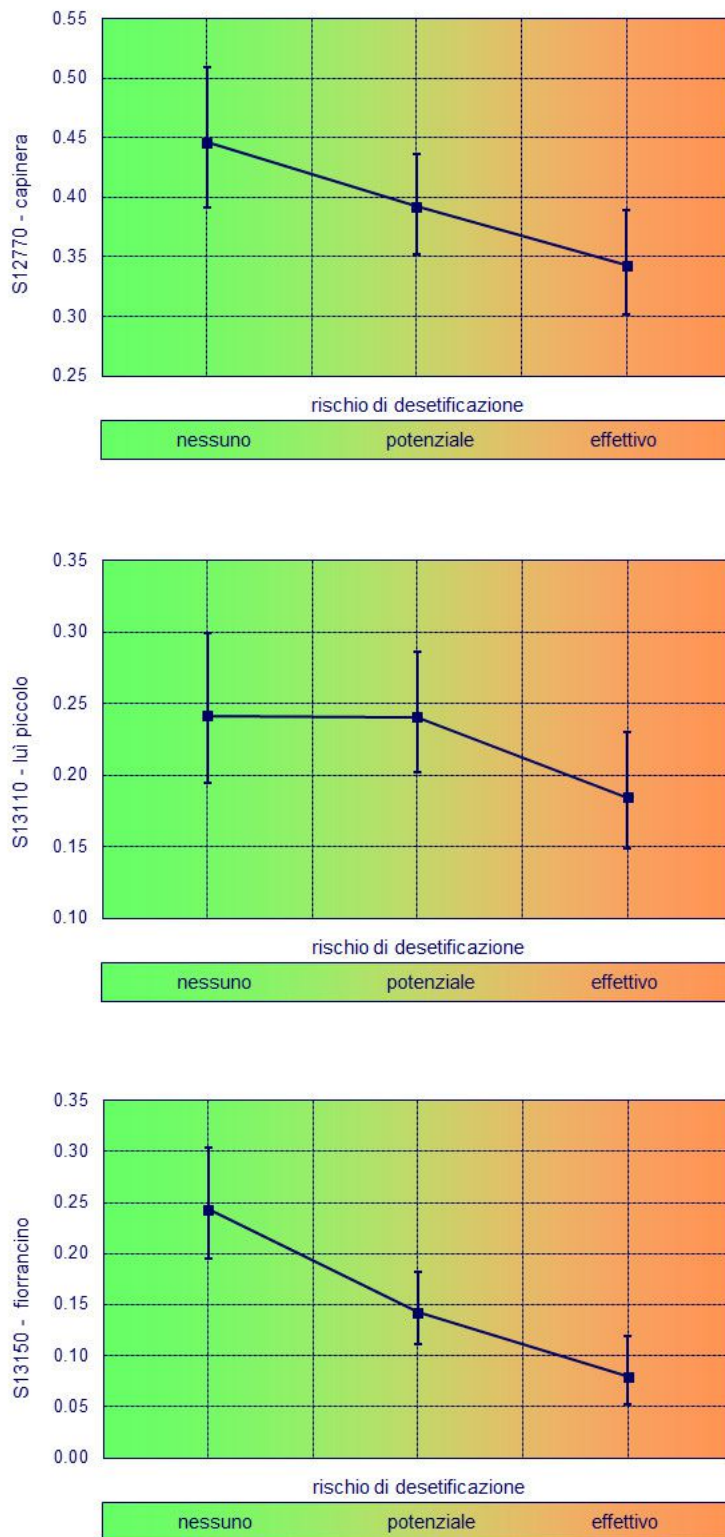


Figura 8. Risultati dei modelli per la capinera (S12770), in alto, per il lui piccolo (S13110), al centro, e per il fiorrancino (S13150), in basso. Sono rappresentati con le barre di errore i limiti di confidenza (+/- 95%).

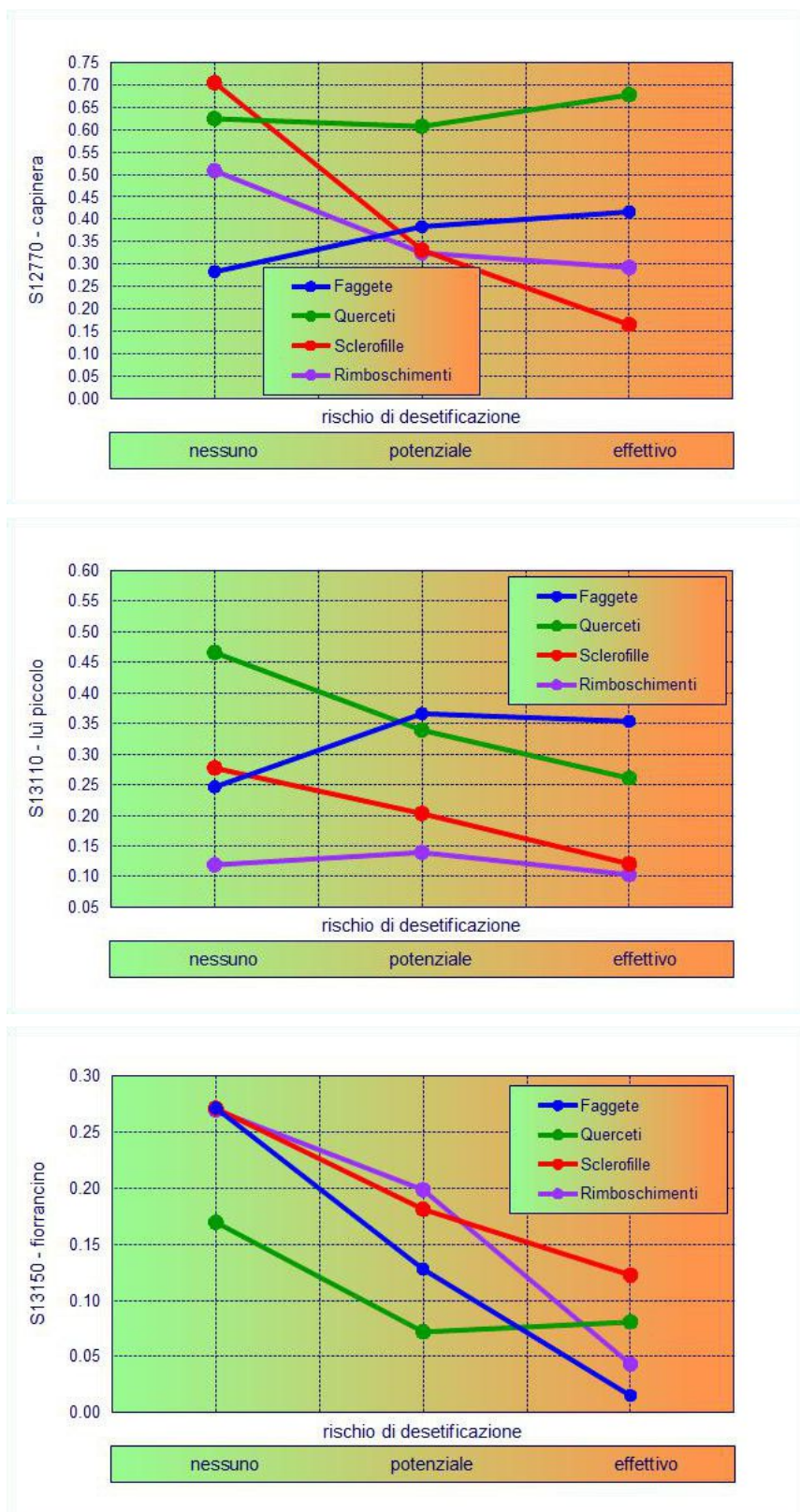


Figura 9. Andamento dei dati reali rispetto alle categorie forestali per la capinera (S12770), in alto, per il lui piccolo (S13110), al centro, e per il fiorrancino (S13150), in basso.

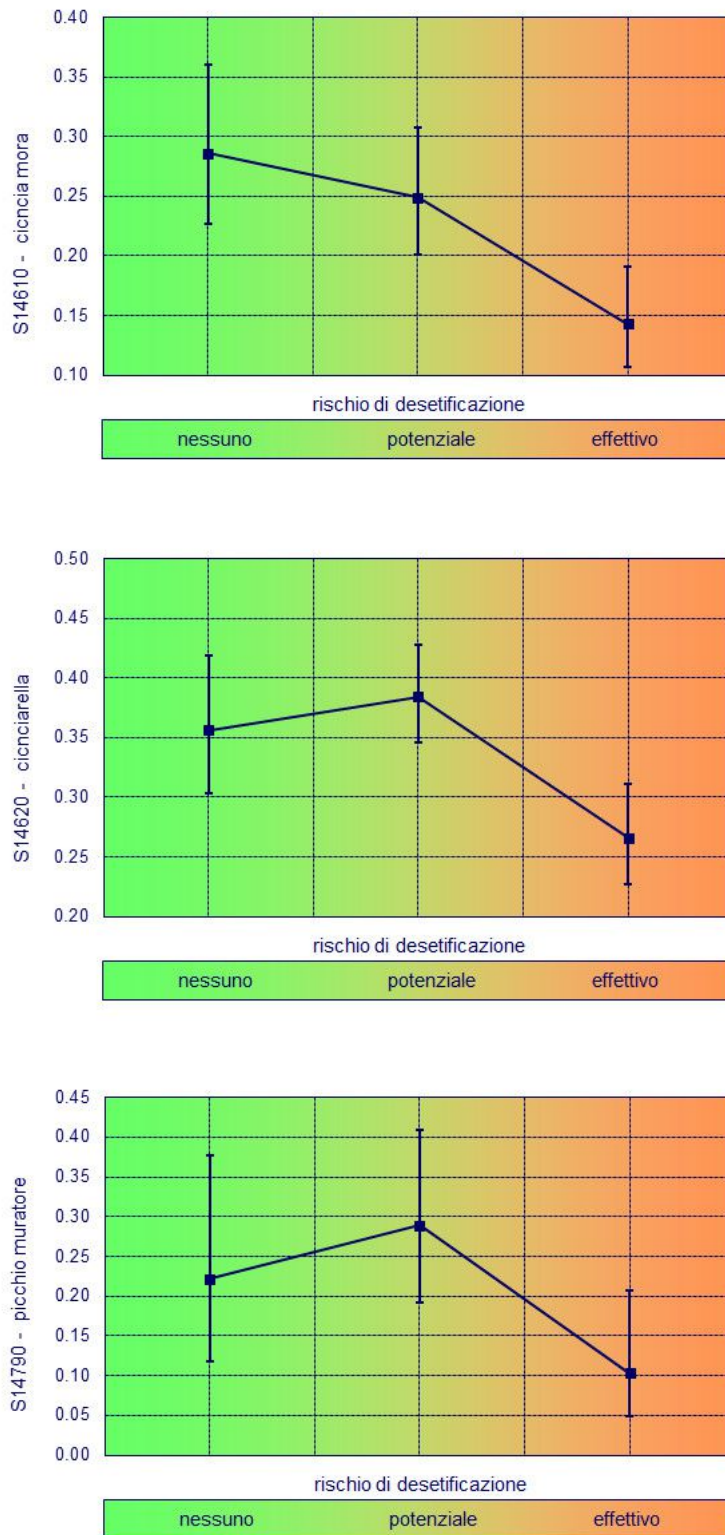


Figura 10. Risultati dei modelli per la ciccia mora (S14610), in alto, per la cicciarella (S14620), al centro, e per il picchio muratore (S14790), in basso. Sono rappresentati con le barre di errore i limiti di confidenza (+/- 95%).

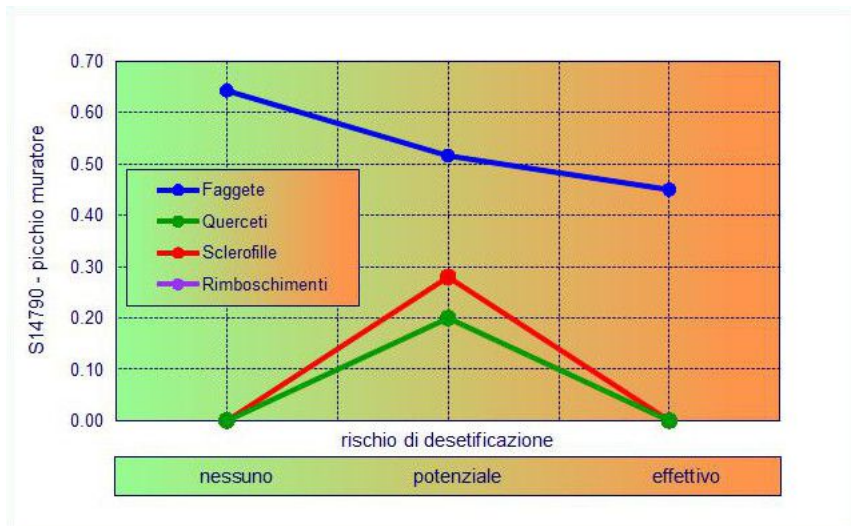
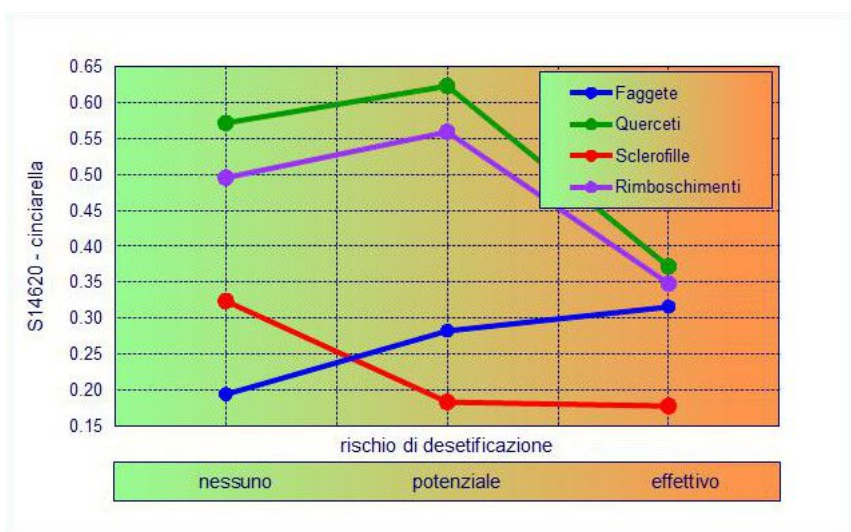
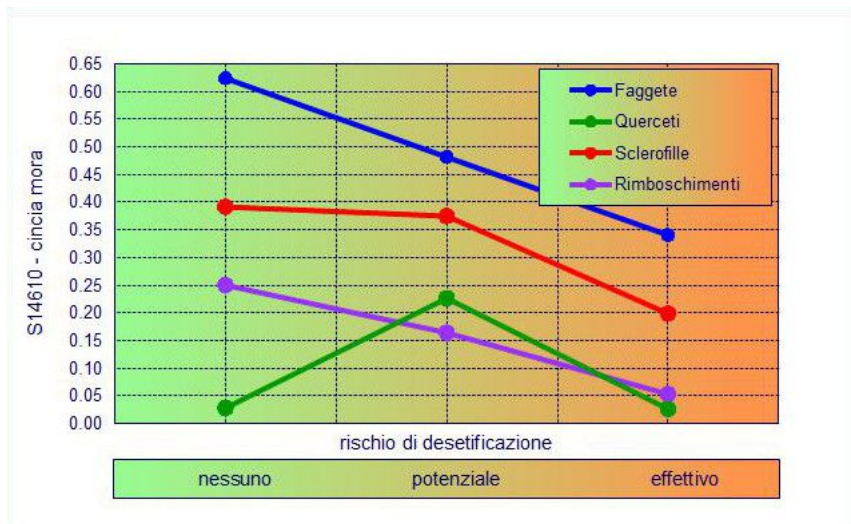


Figura 11. Andamento dei dati reali rispetto alle categorie forestali per la cincia mora (S14610), in alto, per la cinciarella (S14620), al centro, e per il picchio muratore (S14790), in basso.

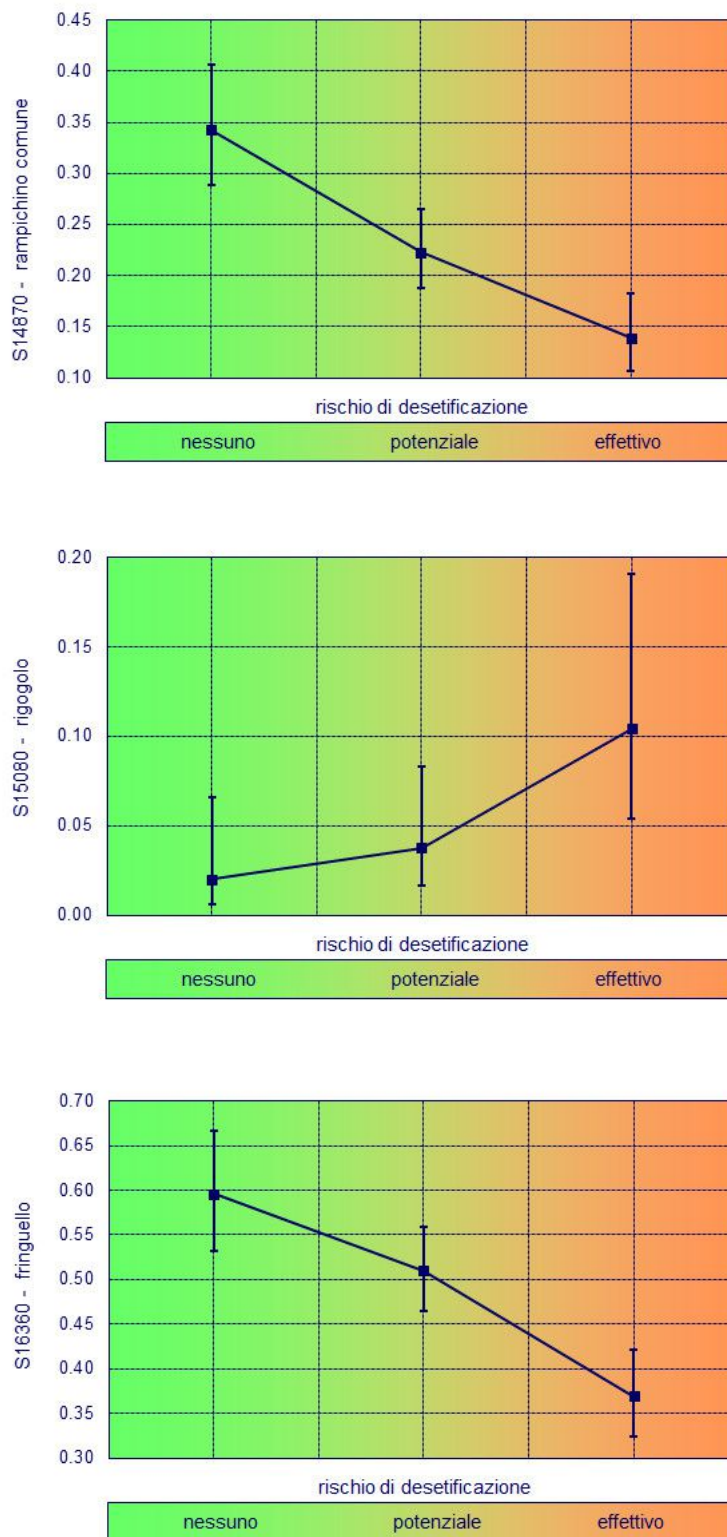


Figura 12. Risultati dei modelli per il rampichino comune (S14870), in alto, per il rigogolo (S15080), al centro, e per il fringuello (S16360), in basso. Sono rappresentati con le barre di errore i limiti di confidenza (+/- 95%).

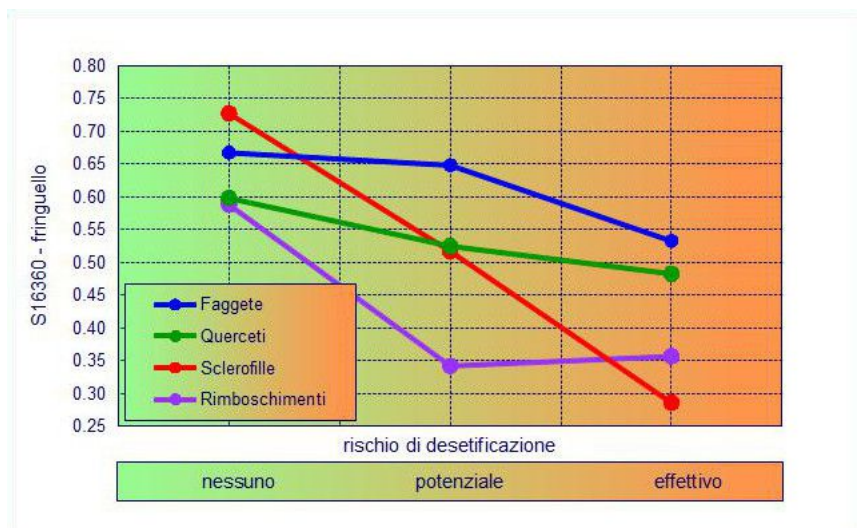
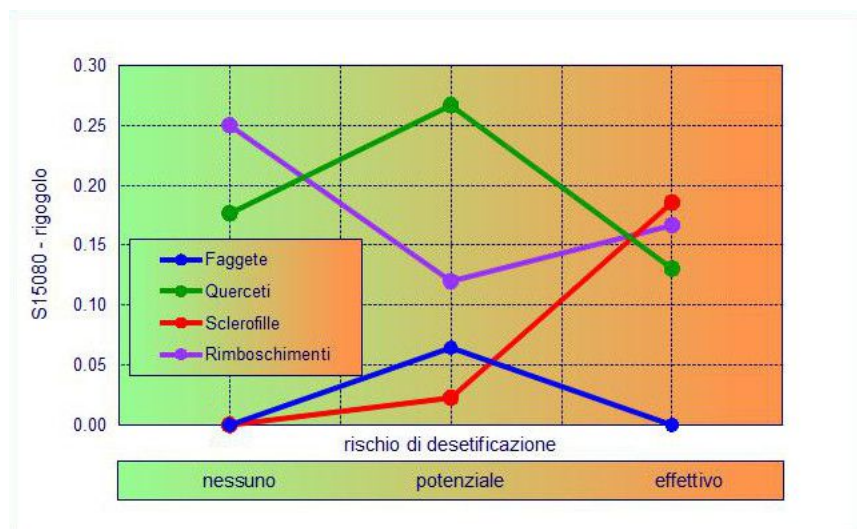
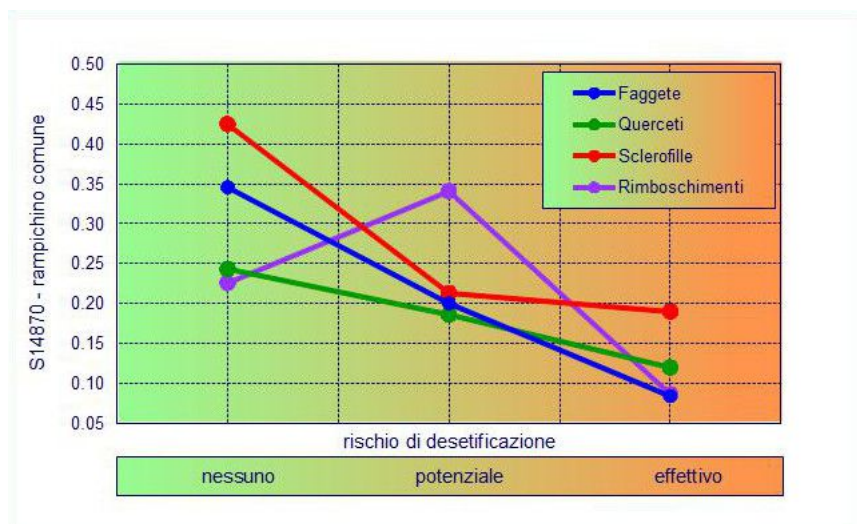


Figura 13. Andamento dei dati reali rispetto alle categorie forestali per il rampichino comune (S14870), in alto, per il rigogolo (S15080), al centro, e per il fringuello (S16360), in basso.

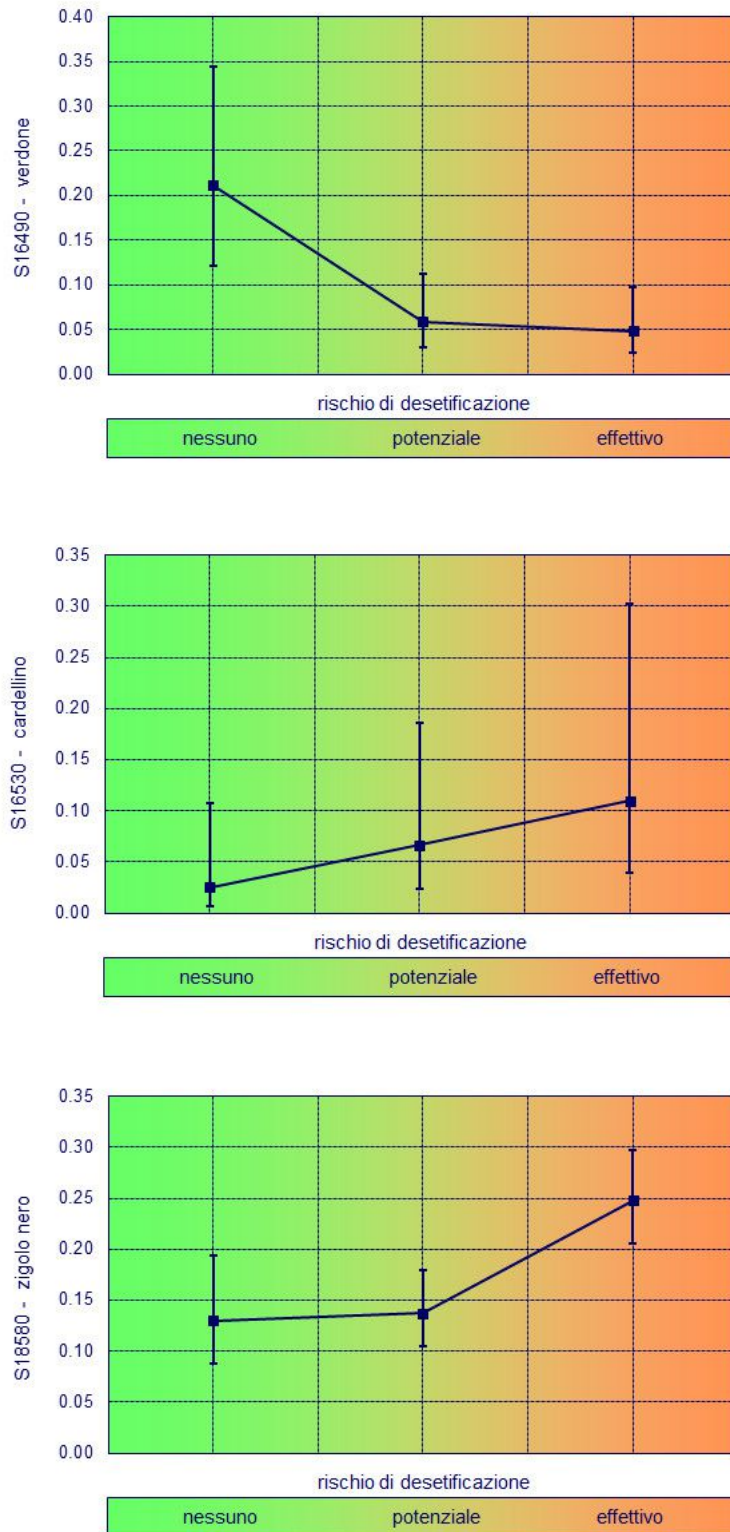


Figura 14. Risultati dei modelli per il verdone (S16490), in alto, per il cardellino (S16530), al centro, e per lo zigolo nero (S18580), in basso. Sono rappresentati con le barre di errore i limiti di confidenza (+/- 95%).

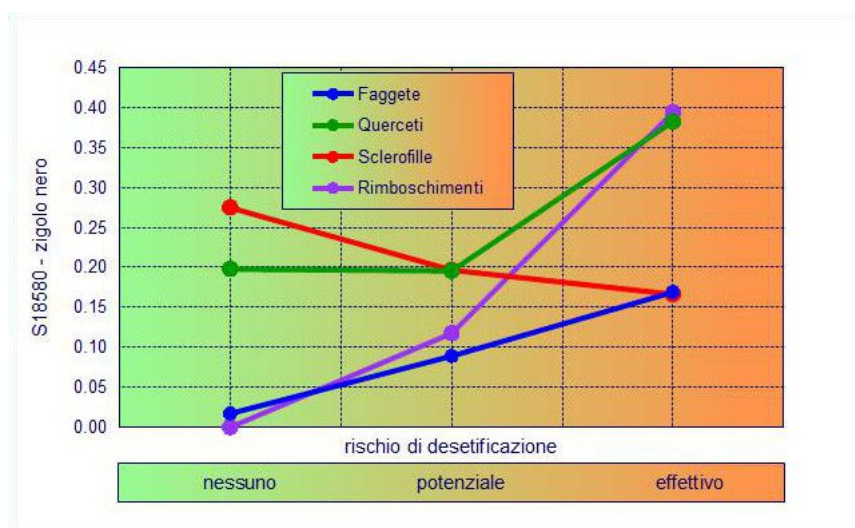
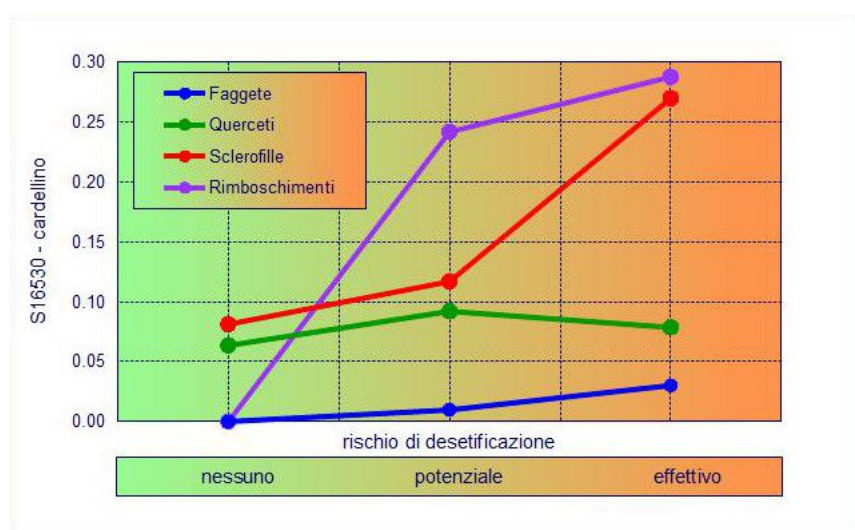
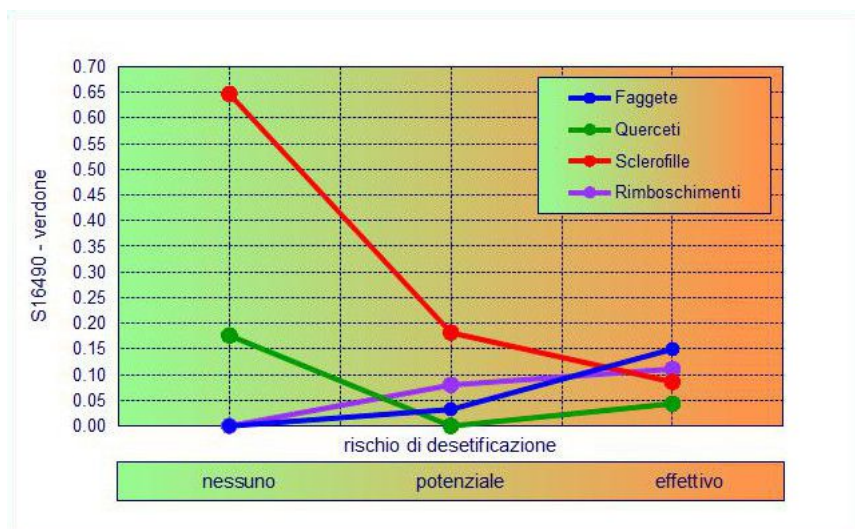


Figura 15. Andamento dei dati reali rispetto alle categorie forestali per il verdone (S16490), in alto, per il cardellino (S16530), al centro, e per lo zigolo nero (S18580), in basso.

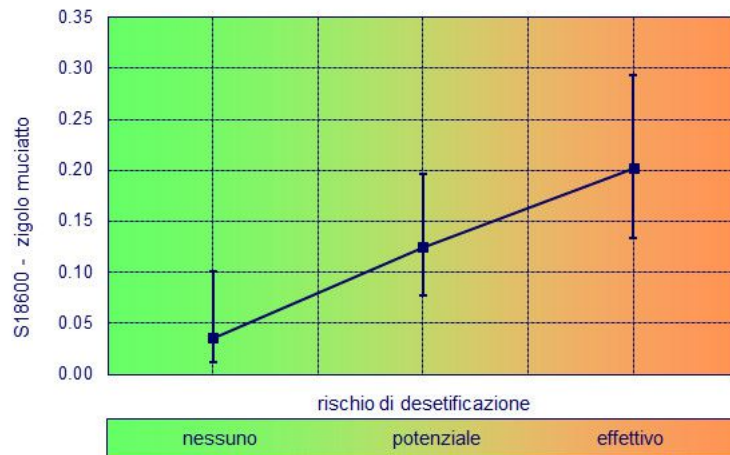


Figura 16. Risultati del modello per lo zigolo muciatto (S18600). Sono rappresentati con le barre di errore i limiti di confidenza (+/- 95%).

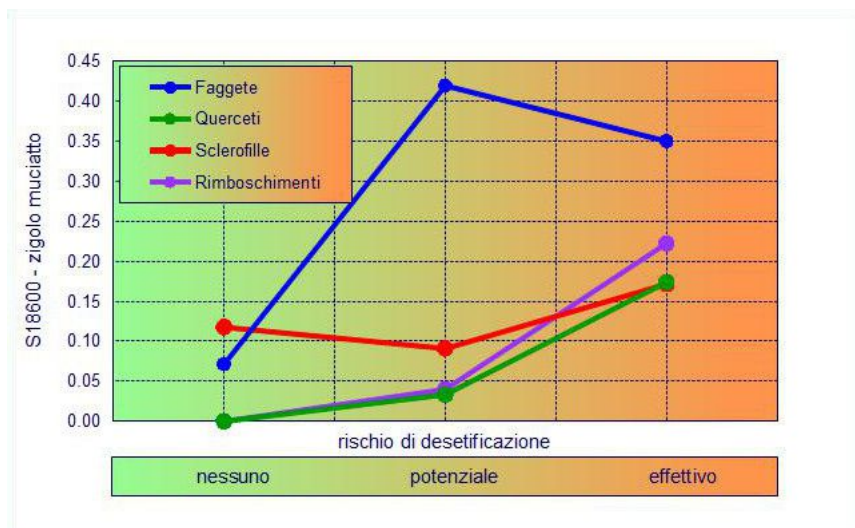


Figura 17. Andamento dei dati reali rispetto alle categorie forestali per lo zigolo muciatto (S18600).

5. Conclusioni

Il set di indicatori individuato è ampio, tre indici di comunità e ben 19 specie. In questo senso ci sono quindi ampie possibilità di impiego, senza i rischi che deriverebbero dall'utilizzo di una sola o poche specie.

Molti di questi indicatori si sono dimostrati “trasversali”; hanno cioè mostrato di funzionare bene in tutte le tipologie forestali considerate e quasi tutti risultano comunque efficienti in più di una tipologia. Si può pertanto ipotizzare che questo approccio abbia una valenza generale e possa funzionare anche in altre tipologie forestali non indagate a sufficienza in questo studio (ad esempio i boschi di castagno o le pinete dell'Etna), alle quali potrebbe essere esteso eseguendovi rilievi con le stesse modalità ed includendole poi nelle analisi.

Il fatto che siano molte le specie sensibili alle condizioni di rischio di desertificazione dei boschi e che non poche abbiano comportamenti simili in diverse tipologie forestali indica dunque un fenomeno generale: le condizioni di elevato rischio di desertificazione coincidono evidentemente con situazioni molto ben caratterizzate. L'analisi degli indici di comunità evidenzia in maniera molto netta come la specializzazione in senso forestale della comunità ornitica decresca all'aumentare del rischio di desertificazione. Le condizioni che determinano il rischio di desertificazione comportano cioè una destrutturazione più o meno spinta dell'ambiente forestale, non più in grado di sostenere comunità ecologicamente molto specializzate.

Anche il fenomeno speculare per cui alcune specie di margine o di arbusteto si trovano in boschi con elevato rischio di desertificazione, dimostra come il soprassuolo perda, in queste condizioni alcune caratteristiche forestali per assumerne alcune invece proprie di altri ambienti (copertura interrotta, strato arbustivo diffuso).

6. Bibliografia

- Andrén H. 1994. Effects of habitat fragmentation on bird and mammals in landscapes with with different proportion of suitable habitat: a review. *Oikos* 71: 355-366.
- Allegri M. 2000. Contributi all'avifauna sicula. *Uccelli d'Italia* 25: 49-57.
- Barreca L., Marziliano P.A., Menguzzato G. & Scuderi A. 2010. Avifauna e struttura nella pineta Ragabo (Linguaglossa, CT). *Forest@* 7: 223-233.
- Bibby C.J., Burgess N.D., Hill D.A. & Mustoe S.H. 2000. Bird census techniques. Second edition. Academic Press, London.
- Blondel J. 1988. Biogéographie évolutive à différentes échelles: l'histoire des avifaunes méditerranéennes. *Acta XIX Congr. Intern. Ornith* 1: 155-188.
- Blondel J., Chessel D. & Frochet B. 1988. Bird species impoverishment, niche expansion and density inflation in Mediterranean island habitats. *Ecology* 69: 1899-1917.
- Blondel J. & Aronson J. 1999. *Biology and Wildlife of Mediterranean Region*. Oxford University Press, Oxford, New York, pp. 328.
- Calvi F., Catena P., Cibella R., Cirasa A., Dolce F., Drago A., Ferraro V., Galvano D., Ganci A., Gendusa F., Giordano R., Granata A., Guaitolo F., Lo Bello A., Matranga M.G., Noto M.T. & Perricone M. 2011. Carta della sensibilità alla desertificazione in Sicilia scala 1:250000. Relazione finale, 26 aprile 2011, pagg. 52.
- Chamberlain D. & Wilson A. (eds.) 2002. Avian landscape ecology. Pure and applied issues in the large-scale ecology of birds. Proc. 2002 annual IALE (UK) conference, University of East Anglia, Norwich, 10th-13th September 2002. IALE (UK), Colin Cross Printers, Garstang, UK, pp. 358.
- Corso A. 2005. Avifauna di Sicilia. *Mediterraneo L'Epos*, Palermo, pp. 323.
- Corso A. 2009. Successful mixed breeding of Atlas Long-legged Buzzard and Common Buzzard on Pantelleria, Italy, in 2008. *Dutch Birding* 31: 224-226.
- Cox G.W. 2010. *Bird Migration and Global Change*. Island Press, Washington, Covedo, London, pp. 291.
- Cullotta S. & Marchetti M. 2007. Forest types for biodiversity assessment at regional level: the case study of Sicily (Italy). *Eur. J. For. Res.* 126: 431-447.
- Duro A., Piccione V., Scalia C. & Veneziano V. 2010. Andamento del rischio desertificazione in Sicilia. *Boll. Accad. Gioenia Sci. Nat.* 43: 1-13.
- Erdelen M. 1984. Bird communities and vegetation structure: I. Correlation and comparison of simple and diversity indices. *Oecologia* 61: 277-284.
- Ferry C. & Frochet B. 1970. L'avifaune nidificatrice d'une forêt de chènes peduncoles en Bourgogne: étude de deux successions écologiques. *Terre Vie* 2: 153-250.
- Forsman J.T. & Mönkkönen M. 2003. The role of climate in limiting European resident bird population. *Journal of Biogeography* 30: 55-70.
- Gregory R.D., Willis S.G., Jiguet F., Voříšek P., Klvaňová A., Van Strien A., Huntley B., Collingham Y.C., Couvet D. & Green R.E. 2009. An Indicator of the Impact of Climatic Change on European Bird Populations. *PLoS One* 4 (3): e4678.
- Grove A.T. & Rackham O. 2003. *The Nature of Mediterranean Europe. An Ecological History*. Yale University Press, Yale, pp. 384.

- Hanowski M., Niemi G.J. & Christian D.C. 1997. Influence of within-plantation heterogeneity and surrounding landscape composition on avian communities in Hybrid poplar plantations. *Conserv. Biol.* 11 (4): 936-944.
- Hinsley S.A., Bellamy P.E., Newton I. & Sparks T.H. 1995. Habitat and landscape factors influencing the presence of individual breeding bird species in woodland fragments. *Journal of Avian Biology* 26: 94-104.
- Hofmann A., Cibella R., Bertani R., Miozzo M., Fantoni I. & Luppi S. (eds.) 2011. Strumenti conoscitivi per la gestione delle risorse forestali della Sicilia. Sistema Informativo Forestale. Risultati del primo Inventario Regionale 2008/2009. Regione Sicilia, pp. 208.
- Huntley B., Green R.E., Collingham Y.C. & Willis S.G. 2007. A climatic atlas of European breeding birds. Lynx Edicion, Durham University, RSPB, Barcelona, pp. 521.
- Iapichino C. & Massa B. 1989. The Birds of Sicily: An Annotated Checklist. BOU Checklist series 11 British Ornithologist's Union, pp. 170.
- Ientile R. & Massa B. 2008. Uccelli (Aves). In: AA.VV. Atlante della biodiversità della Sicilia: vertebrati terrestri. ARPA Studi e Ricerche. Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente - Sicilia, Palermo, pp. 115-212.
- Jetz W., Wilcove D.S. & Dobson A.P. 2009. Projected impacts of climate and land-use change on the global diversity of birds. *PLoS Biol.* 5: 1211-1219.
- Jiguet F., Devictor V., Ottvall R., Van Turnhout C., Van der Jeugd H. & Lindström Å. 2010. Bird population trends are linearly affected by climate change along species thermal ranges. *Proceedings of the Royal Society B* 277: 3601-3608.
- Jiguet F., Gregory R.D., Devictor V., Green R.E., Voříšek P., Van Strien A. & Couvet D. 2009. Population trends of European common birds are predicted by characteristics of their climatic niche. *Global Change Biol.* 16: 497-505.
- La Mantia T. 2009. La biodiversità delle formazioni naturali e seminaturali in Sicilia: cambiamenti e ipotesi di gestione. In: Ciancio O. (ed.). Atti del Terzo Congresso Nazionale di Selvicoltura. Taormina (ME), 16-19 ottobre 2008. Volume I-Accademia Italiana di Scienze Forestali, pp. 199-204.
- La Mantia T., Marchetti M., Cullotta S. & Pasta S. 2001. Materiali conoscitivi per una classificazione dei tipi forestali e preforestali in Sicilia. II parte: descrizione delle categorie. *Italia For. Mont.* 1: 24-47.
- La Mantia T., Lo Valvo F. & Massa B. 2002. Gli Uccelli. In: Corti C., Lo Cascio P., Masseti M. & Pasta S.. Storia naturale delle Isole Pelagie. L'Epos, Palermo, pp. 89-105.
- Lo Valvo F. & Massa B. 1995. Breeding performance of *Parus caeruleus ultramarinus* on Pantelleria island (Sicilian Channel). *Riv. Ital. Orn.* 65: 129-135.
- Londi G., Tellini Florenzano G., Mini L., Caliendo M.F., Campedelli T. & De Carli E. 2009. Assessing woodland ecological characters through a new objective bird community index, the WBCI. *Avocetta* 33 (2): 107-114.
- Londi G., Tellini Florenzano G., Campedelli T., Cutini S. & Massa B. 2012. Le zone ornitologiche della Sicilia: un metodo per l'individuazione oggettiva di ecoregioni. *Naturalista sicil.* 36 (3): 459-493.
- MacArthur R.H. & MacArthur W. 1961. On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- McQuarrie A.D.R. & Tsai C.L. 1998. Regression and time series model selection. World Scientific Publishing Company, Singapore, pp. 455.

- Massa B. & Di Palma M.G. 1988. Rettili, anfibi e uccelli terrestri delle isole circumsiciliane. *Bull. Ecol.* 19 (2-3): 225-234.
- Massa B. & La Mantia T. 2007. Forestry, pasture, agriculture and fauna correlated to recent changes in Sicily. *Forest@* 4 (4): 418-438.
- Massa B. & Lo Valvo F. 1994. Breeding birds communities along insular mediterranean gradients. *Animal Biology* 3: 15-29.
- Massa B. & Schenk H. 1983. Similarità tra le avifaune della Sicilia, Sardegna e Corsica. *Lav. Soc. ital. Biogeogr.* 8: 757-799.
- Massa B. 1990. Bird communities along a secondary succession in Mediterranean and Canary Islands. *Atti Conv. Lincei* 85: 215-231.
- Massa B. 2002. Insularità e adattamenti degli uccelli nel Mediterraneo. In: Brichetti P. & Gariboldi A.L. (eds.). *Manuale di ornitologia. Volume 3-Edagricole*, Bologna, pp. 131-156.
- Massa B., La Mantia T. & Rizzo R. 2008. Status e andamento delle specie d'uccelli nidificanti in Sicilia. In: AA.VV. *Atlante della biodiversità della Sicilia: vertebrati terrestri*. ARPA Studi e Ricerche. Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente - Sicilia, Palermo, pp. 213-235.
- Moller A.P., Wolfang F. & Berthold P. (eds.) 2010. *Effects of Climate Change on Birds*. Oxford University Press, Oxford, pp. 321.
- Moltoni E. 1971. La cinciarella algerina *Parus caeruleus ultramarinus*, Bonaparte, è uccello sedentario nell'isola di Pantelleria (Trapani). *Riv. Ital. Orn.* 41: 25-27.
- Rainio K., Laaksonen T., Ahola M., Vähätalo A.V. & Lehikoinen E. 2006. Climatic responses in spring migration of boreal and arctic birds in relation to wintering area and taxonomy. *J. Avian Biol.* 37: 507-515.
- Root T.L., Price J.T., Hall K.R., Schneider R.H., Rosenzweig C. & Pounds J.A. 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421: 57-60.
- Rushton S.P., Ormerod S.J. & Kerby G. 2004. New paradigms for modelling species distributions? *Journal of Applied Ecology* 41: 193-200.
- Sarà M. 2009. La fauna dei Nebrodi. *Ente Parco dei Nebrodi*, pp. 284.
- Sarà M., Massa B. & Di Vittorio M. 2011. La ricchezza specifica dei vertebrati in Sicilia. *Biogeographia* 30: 637-650.
- Tellini Florenzano G., Guidi C., Di Stefano V., Mini L., Londi G. & 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. Orn.* 76 (1): 151-166.
- Thomas C.D., Cameron A., Green R.E., Bakkenes M., Beaumont L.J., Collingham Y.C., Erasmus B.F.N., Ferreira de Siqueira M., Grainger A., Hannah L., Hughes L., Huntley B. & van Jaarsveld A.S., Midgley G.F., Milles L., Ortega-Huerta M.A., Peterson A.T., Phillips O.L. & Williams S.E. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* 427: 145-148.
- Voous K.H. 1960. *Atlas of European birds*. Nelson, pp. 284.

Appendice 1

Elenco delle specie con il valore WBCI in ordine decrescente (cioè da quella maggiormente legata al bosco a quella che maggiormente evita gli ambienti forestali). Per ciascuna specie è riportata anche la significatività della relazione (*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, NS non significativo); sono riportate solo le specie nidificanti in Sicilia ed utilizzate nelle analisi (da Londi *et al.* 2009, modificata). Il valori sono in ordine decrescente dalla specie più strettamente legata al bosco, il pettirosso, a quella invece più legata ad ambienti totalmente aperti, la calandrella.

specie		WBCI	significatività
Pettirosso	<i>Erithacus rubecula</i>	1.828	***
Fiorrancino	<i>Regulus ignicapilla</i>	1.699	***
Cincia mora	<i>Periparus ater</i>	1.646	***
Picchio muratore	<i>Sitta europaea</i>	1.646	***
Cincia bigia	<i>Poecile palustris</i>	1.535	***
Lui piccolo	<i>Phylloscopus collybita</i>	1.484	***
Scricciolo	<i>Troglodytes troglodytes</i>	1.402	***
Rampichino comune	<i>Certhia brachydactyla</i>	1.231	***
Crociere	<i>Loxia curvirostra</i>	1.224	***
Merlo acquaiolo	<i>Cinclus cinclus</i>	1.202	***
Tordela	<i>Turdus viscivorus</i>	1.176	***
Fringuello	<i>Fringilla coelebs</i>	1.139	***
Cinciarella	<i>Cyanistes caeruleus</i>	1.078	***
Ghiandaia	<i>Garrulus glandarius</i>	1.074	***
Codibugnolo	<i>Aegithalos caudatus</i>	1.030	***
Picchio rosso maggiore	<i>Dendrocopos major</i>	1.019	***
Sparviere	<i>Accipiter nisus</i>	0.993	***
Ballerina gialla	<i>Motacilla cinerea</i>	0.958	***
Zigolo muciatto	<i>Emberiza cia</i>	0.909	***
Colombaccio	<i>Columba palumbus</i>	0.753	***
Cinciallegra	<i>Parus major</i>	0.689	***
Capinera	<i>Sylvia atricapilla</i>	0.676	***
Cuculo	<i>Cuculus canorus</i>	0.599	***
Rondine montana	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	0.528	*
Merlo	<i>Turdus merula</i>	0.520	***
Corvo imperiale	<i>Corvus corax</i>	0.467	NS
Sterpazzolina comune	<i>Sylvia cantillans</i>	0.464	**
Aquila reale	<i>Aquila chrysaetos</i>	0.433	NS
Poiana	<i>Buteo buteo</i>	0.403	**
Rigogolo	<i>Oriolus oriolus</i>	0.363	NS
Pigliamosche	<i>Muscicapa striata</i>	0.330	NS
Zigolo nero	<i>Emberiza cirius</i>	0.324	NS
Codiroso comune	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	0.293	NS
Tortora selvatica	<i>Streptopelia turtur</i>	0.247	NS
Nibbio bruno	<i>Milvus migrans</i>	0.239	NS
Falco pellegrino	<i>Falco peregrinus</i>	0.214	NS
Passera lagia	<i>Petronia petronia</i>	0.209	NS

specie		WBCI	significatività
Torricollo	<i>Jynx torquilla</i>	0.199	NS
Tottavilla	<i>Lullula arborea</i>	0.169	NS
Rondone maggiore	<i>Apus melba</i>	0.159	NS
Martin pescatore	<i>Alcedo atthis</i>	0.128	NS
Ballerina bianca	<i>Motacilla alba</i>	0.107	***
Upupa	<i>Upupa epops</i>	0.025	***
Magnanina comune	<i>Sylvia undata</i>	0.014	NS
Usignolo	<i>Luscinia megarhynchos</i>	0.011	***
Averla piccola	<i>Lanius collurio</i>	-0.003	***
Codiroso spazzacamino	<i>Phoenicurus ochrurus</i>	-0.034	***
Cornacchia grigia	<i>Corvus cornix</i>	-0.065	***
Sterpazzola	<i>Sylvia communis</i>	-0.081	***
Lodolaio	<i>Falco subbuteo</i>	-0.084	**
Verdone	<i>Carduelis chloris</i>	-0.155	***
Usignolo di fiume	<i>Cettia cetti</i>	-0.221	***
Pendolino	<i>Remiz pendulinus</i>	-0.223	*
Gruccione	<i>Merops apiaster</i>	-0.238	***
Verzellino	<i>Serinus serinus</i>	-0.250	***
Occhiocotto	<i>Sylvia melanocephala</i>	-0.265	***
Balestruccio	<i>Delichon urbicum</i>	-0.288	***
Cardellino	<i>Carduelis carduelis</i>	-0.313	***
Fanello	<i>Carduelis cannabina</i>	-0.340	***
Rondone comune	<i>Apus apus</i>	-0.385	***
Passero solitario	<i>Monticola solitarius</i>	-0.418	***
Gheppio	<i>Falco tinnunculus</i>	-0.440	***
Svasso maggiore	<i>Podiceps cristatus</i>	-0.523	***
Corriere piccolo	<i>Charadrius dubius</i>	-0.523	**
Germano reale	<i>Anas platyrhynchos</i>	-0.569	***
Airone cenerino	<i>Ardea cinerea</i>	-0.613	***
Gracchio corallino	<i>Pyrhocorax pyrrhocorax</i>	-0.644	***
Folaga	<i>Fulica atra</i>	-0.667	***
Gallinella d'acqua	<i>Gallinula chloropus</i>	-0.670	***
Codirossone	<i>Monticola saxatilis</i>	-0.673	**
Storno	<i>Sturnus vulgaris</i>	-0.705	***
Cormorano	<i>Phalacrocorax carbo</i>	-0.711	***
Rondine	<i>Hirundo rustica</i>	-0.718	***
Tuffetto	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	-0.723	***
Quaglia	<i>Coturnix coturnix</i>	-0.733	***
Garzetta	<i>Egretta garzetta</i>	-0.743	***
Saltimpalo	<i>Saxicola torquatus</i>	-0.752	***
Averla capirossa	<i>Lanius senator</i>	-0.765	***
Calandro	<i>Anthus campestris</i>	-0.765	***
Tortora dal collare	<i>Streptopelia decaocto</i>	-0.789	***
Strillozzo	<i>Emberiza calandra</i>	-0.801	***
Gabbiano reale	<i>Larus michahellis</i>	-0.824	***
Storno nero	<i>Sturnus unicolor</i>	-0.832	***
Gazza	<i>Pica pica</i>	-0.838	***
Nitticora	<i>Nycticorax nycticorax</i>	-0.847	***
Passera mattugia	<i>Passer montanus</i>	-0.896	***
Cannaiola comune	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	-0.940	***

specie		WBCI	significatività
Gabbiano comune	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	-0.998	***
Cannareccione	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	-1.013	***
Civetta	<i>Athene noctua</i>	-1.110	***
Beccamoschino	<i>Cisticola juncidis</i>	-1.143	***
Passera sarda	<i>Passer hispaniolensis</i>	-1.179	***
Allodola	<i>Alauda arvensis</i>	-1.246	***
Culbianco	<i>Oenanthe oenanthe</i>	-1.422	***
Cavaliere d'Italia	<i>Himantopus himantopus</i>	-1.634	***
Cappellaccia	<i>Galerida cristata</i>	-1.717	***
Fratricello	<i>Sternula albifrons</i>	-1.888	**
Airone rosso	<i>Ardea purpurea</i>	-1.930	***
Calandra	<i>Melanocorypha calandra</i>	-1.977	***
Cutrettola	<i>Motacilla flava</i>	-2.064	***
Calandrella	<i>Calandrella brachydactyla</i>	-3.083	***