

**RETERURALE
NAZIONALE
20142020**

EMILIA-ROMAGNA

**FARMLAND BIRD INDEX
E
ANDAMENTI DI POPOLAZIONE
DELLE SPECIE**

2000-2016



Questo progetto è possibile grazie a impegno, professionalità e passione di molte persone che hanno collaborato con la Lipu e con il progetto MITO2000, a titolo professionale o di volontariato, nella raccolta e nell'elaborazione dei dati.

Coordinamento generale:



Claudio Celada, Patrizia Rossi e Laura Silva

Via Udine, 3A - 43122 Parma - Telefono 0521 273043 - E-mail: laura.silva@lipu.it

Gruppo di lavoro: Giovanni Albarella, Rossana Bigliardi, Marco Dinetti, Giorgia Gaibani, Marco Gustin, Andrea Mazza.

Hanno collaborato anche: Federica Luoni, Miranda Lupo, Silvia Maselli, Boris Pesci, Danilo Selvaggi.

Hanno collaborato:



Via Risorgimento, 9 - 20060 Basiglio (MI) - Telefono 02 95762250

Gruppo di lavoro Pteryx: Gianpiero Calvi.

Ha inoltre collaborato Severino Vitulano.



Viale Angelo Fumagalli, 6 - 20143 Milano - Telefono 02 9285382

Gruppo di lavoro FaunaViva: Lia Buvoli, Paolo Bonazzi.

Hanno inoltre collaborato Lorenzo Fornasari e Jacopo Tonetti.



Via Garibaldi, 3 - Pratovecchio (AR) - Telefono 0575 529514

Gruppo di lavoro D.R.E.A.M. Italia: Guido Tellini Florenzano, Simonetta Cutini, Tommaso Campedelli, Guglielmo Londi.

Coordinatori regionali e rilevatori che hanno collaborato al progetto finanziato dal Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali nell'ambito delle attività della Rete Rurale Nazionale dal 2009 al 2016:

Coordinatore: St.E.R.N.A. (Gellini Stefano e Ceccarelli Pierpaolo) (2009-2016) e Lipu (Marco Gustin) (2011-2016)

Rilevatori: Davide Alberti, Luca Bagni, Simone Balbo, Mario Bonora, Fabrizio Borghesi, Francesco Cacciato, Maurizio Casadei, Lino Casini, Pier Paolo Ceccarelli, Carlo Ciani, Massimiliano Costa, Simonetta Cutini, Paolo Gallerani, Marco Gustin, Giorgio Leoni, Guglielmo Londi, Maurizio Samorì, Fabio Simonazzi, Stefano Soavi, Luigi Ziotti

Enti finanziatori: 2011-2013 Regione Emilia-Romagna D.G. Agricoltura, economia ittica, attività faunistico venatorie, Servizio Programmi, Monitoraggio e Valutazione

Per la citazione di questo documento si raccomanda: Rete Rurale Nazionale & Lipu (2021). Emilia-Romagna – *Farmiland Bird Index* e andamenti di popolazione delle specie 2000-2016.

INDICE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | DESCRIZIONE DELLA BANCA DATI REGIONALE 2000-2016..... | 4 |
| 2 | METODI..... | 7 |
| 2.1 | TECNICA DI RILEVAMENTO..... | 7 |
| 2.2 | COMPILAZIONE DELLA SCHEDA DI RILEVAMENTO..... | 7 |
| 2.3 | DISTRIBUZIONE DEI PUNTI DI ASCOLTO..... | 7 |
| 2.4 | ARCHIVIAZIONE E GESTIONE DEI DATI..... | 8 |
| 2.5 | SELEZIONE DEI DATI PER L'ANALISI..... | 8 |
| 2.6 | METODI DI CALCOLO DEI TREND DELLE SPECIE..... | 9 |
| 2.7 | METODI DI CALCOLO DELL'INDICATORE AGGREGATO..... | 10 |
| 3 | IL <i>FARMLAND BIRD INDEX</i> REGIONALE NEL PERIODO 2000-2016..... | 12 |
| 3.1 | IL <i>FARMLAND BIRD INDEX</i> | 12 |
| 3.2 | ANDAMENTI DI POPOLAZIONE DELLE SPECIE AGRICOLE..... | 14 |
| 3.3 | CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI OTTENUTI..... | 15 |
| 3.4 | APPENDICE A: CONTRIBUTI DELLE SINGOLE SPECIE AL <i>FARMLAND BIRD INDEX</i> | 18 |
| 4 | BIBLIOGRAFIA..... | 20 |
| 5 | RINGRAZIAMENTI..... | 22 |

1 DESCRIZIONE DELLA BANCA DATI REGIONALE 2000-2016

La banca dati relativa al territorio regionale consta di 69.381 record di Uccelli, rilevati in 6.687 punti d'ascolto realizzati tra il 2000 e il 2016 e distribuiti in 158 particelle UTM 10x10 km riferiti al programma randomizzato¹. Nel 2016 sono stati realizzati 538 punti d'ascolto distribuiti in 37 particelle.

Il numero delle particelle (Figura 1.1) e dei punti rilevati messi a disposizione dal progetto MITO2000 - avviato nel 2000 grazie ad un contributo iniziale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e proseguito dal 2001 su base esclusivamente volontaristica - si è mantenuto su valori elevati (30-40 particelle) nei primi anni di progetto, calando poi vistosamente negli anni successivi fino ad azzerarsi nel biennio 2007-2008.

In seguito, a partire dal 2009, il progetto finanziato e sostenuto dal Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali - Mipaaf, nell'ambito delle attività della Rete Rurale Nazionale - RRN, ha integrato l'archivio dati disponibile con un numero di particelle che è cresciuto gradualmente fino ad attestarsi attorno alle 35 unità. Tra il 2011 e il 2013 l'Emilia-Romagna è stata oggetto di un'indagine relativa agli effetti delle misure agroambientali e di rimboschimento del PSR sulle comunità di uccelli (Calvi et al. 2018); per la realizzazione di questa indagine la Regione ha finanziato un'integrazione del piano di campionamento evidente nel grafico di Figura 1.1. Dopo quell'indagine il numero di particelle visitate annualmente è rimasto superiore alle 35 unità.

Nel 2016 sono stati effettuati 538 punti di ascolto durante i quali sono stati registrati 5.937 record di osservazioni di individui.

Per maggiori dettagli sul contenuto della Banca Dati si veda la Sezione "Farmland Bird Index nazionale e andamenti di popolazione delle specie in Italia nel periodo 2000-2016" scaricabile alla pagina www.reterurale.it/farmlandbirdindex.

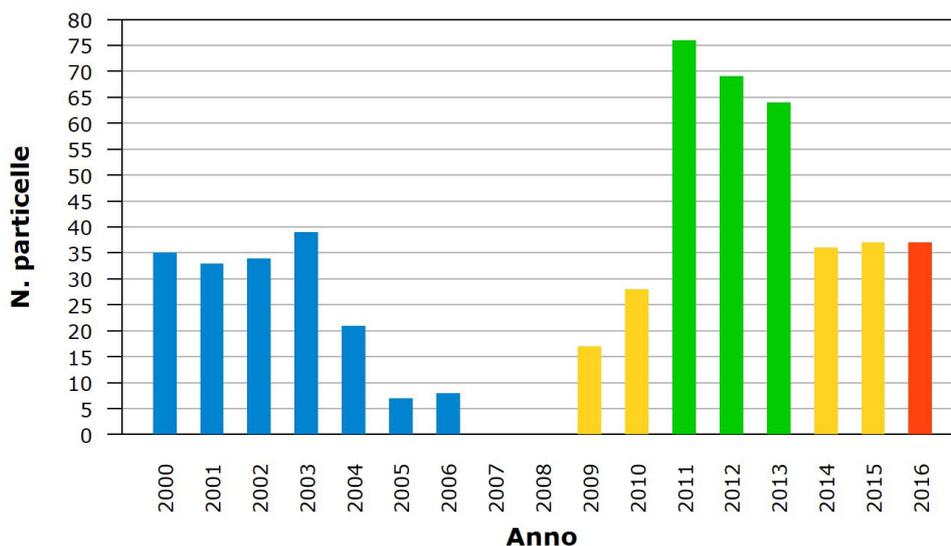


Figura 1.1: Numero delle particelle monitorate ogni anno: in blu i dati presenti nella banca dati del progetto MITO2000, in giallo i dati raccolti con questo progetto grazie al sostegno della RRN, in rosso l'ultima stagione.

1 Il progetto MITO2000 prevedeva originariamente un piano di campionamento randomizzato che utilizza come unità di campionamento le particelle 10x10 km ed un piano specifico per i rilievi nelle ZPS (Zone di Protezione Speciale) e le ZIO (Zone di Interesse Ornitologico); i rilievi in ZPS e ZIO sono cessati, con l'eccezione del Friuli Venezia Giulia, dopo i primi anni di progetto e non sono dunque attualmente utilizzati ai fini del calcolo dei trend.

Per la definizione degli andamenti di popolazione delle specie di ambiente agricolo vengono utilizzati i dati riferiti alle particelle e ai punti d'ascolto in esse inclusi, ripetuti almeno due volte nel periodo 2000-2016 (vedi paragrafo 2.5). Il set di dati utilizzati nelle analisi è pertanto relativo alle 80 particelle UTM 10x10 km illustrate nella Figura 1.2, da cui si evince che 21 particelle presentano una serie storica composta da almeno 8 anni di monitoraggio effettuato tra il 2000 e il 2016.

A partire dal 2009 è stato possibile accrescere i dati a disposizione, senza censire particelle nuove, ma dando la priorità, oltre alle particelle con numerose ripetizioni, al censimento di particelle che in passato erano state visitate soltanto una volta. In questo modo, a parità di sforzo di campionamento, aumenta il numero delle particelle utilizzabili, con conseguente aumento del numero di dati disponibili per il calcolo degli indicatori, valorizzando così i dati presenti nell'archivio del progetto raccolti prima del 2009.

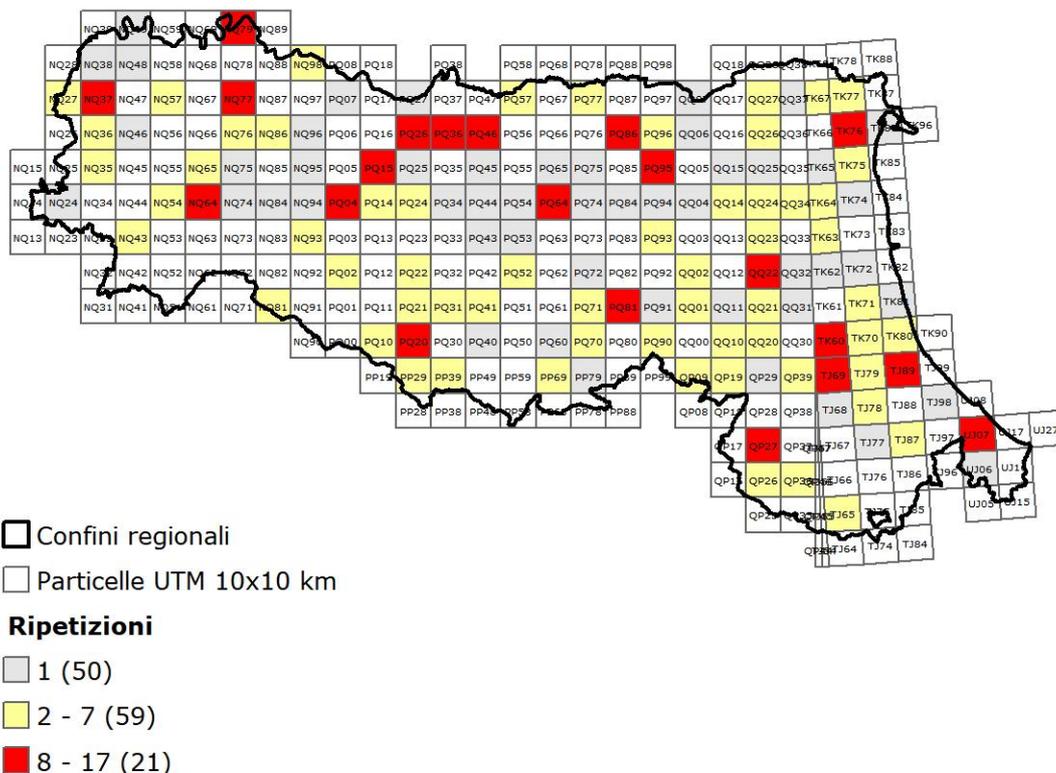


Figura 1.2: Particelle UTM 10x10 km utilizzate nel calcolo degli andamenti delle specie tipiche di ambiente agricolo e dell'andamento del Farmland Bird Index: le particelle sono distinte in base al numero di ripetizioni annuali (in rosso le particelle visitate almeno 8 anni, in giallo quelle visitate un numero inferiore di anni). In grigio sono riportate le particelle con almeno sette stazioni censite solamente una volta nel periodo 2000-2016, dunque ancora non utilizzate nel calcolo degli andamenti.

Le analisi hanno preso in considerazione complessivamente 5.344 e 5.162 punti d'ascolto, utilizzati rispettivamente nelle analisi per particelle e per punti; la Tabella 1 mostra i punti utilizzati suddivisi per anno nel periodo considerato.

La metodologia di analisi standard prevede l'accorpamento dei dati raccolti all'interno di una particella. In aggiunta è stata introdotta l'analisi basata sui singoli punti di ascolto per le specie di cui non è stato possibile arrivare alla definizione di un andamento certo con il metodo standard. Nell'analisi per punti, al fine di aumentare la precisione delle stime, sono stati utilizzati, all'interno delle particelle selezionate con la procedura standard, i dati

relativi alle sole stazioni ripetute. Per questo motivo il numero complessivo di punti d'ascolto utilizzati con le due procedure è leggermente differente.

Tabella 1: Numero di rilevamenti per anno (punti d'ascolto) considerati nelle analisi degli andamenti delle specie tipiche degli ambienti agricoli.

| Anno | Numero punti di ascolto | |
|-------------|--------------------------------|--------------------------|
| | Analisi per particelle | Analisi per punti |
| 2000 | 363 | 327 |
| 2001 | 299 | 287 |
| 2002 | 344 | 334 |
| 2003 | 365 | 348 |
| 2004 | 213 | 200 |
| 2005 | 96 | 96 |
| 2006 | 110 | 110 |
| 2007 | 0 | 0 |
| 2008 | 0 | 0 |
| 2009 | 243 | 238 |
| 2010 | 366 | 356 |
| 2011 | 443 | 423 |
| 2012 | 499 | 483 |
| 2013 | 503 | 483 |
| 2014 | 494 | 477 |
| 2015 | 503 | 501 |
| 2016 | 503 | 499 |

2 METODI

In questo capitolo si riassumono i metodi utilizzati nel corso di tutta la procedura che consente di arrivare al calcolo del *Farmland Bird Index* a livello regionale, dalla raccolta di dati sul campo alla fase di elaborazione statistica.

Per una versione maggiormente dettagliata dell'intera metodologia si rimanda alla sezione "Metodologie e database" scaricabile alla pagina www.reterurale.it/farmlandbirdindex.

2.1 TECNICA DI RILEVAMENTO

La tecnica di rilevamento prescelta è quella dei punti di ascolto senza limiti di distanza della durata di 10 minuti (Blondel *et al.* 1981, Fornasari *et al.* 2002) effettuati una sola volta nel corso di ogni stagione riproduttiva. I campionamenti sono stati eseguiti indicativamente in maggio e giugno, periodo durante il quale la totalità delle specie nidificanti è presente presso le aree di rilievo. I rilievi hanno avuto inizio poco dopo l'alba e sono stati condotti con condizioni meteorologiche favorevoli (assenza di vento forte o precipitazioni intense).

2.2 COMPILAZIONE DELLA SCHEDA DI RILEVAMENTO

Per ogni stazione di campionamento i rilevatori sono tenuti a riportare su un'apposita scheda tutti gli individui visti o sentiti, separando gli stessi a seconda che l'osservazione sia avvenuta entro od oltre un raggio di 100 m dall'osservatore. Le osservazioni vengono corredate di codici descrittivi del comportamento animale (individuo in canto, individuo in attività riproduttiva, ecc.).

Oltre ai dati ornitologici i rilevatori sono tenuti a riportare le caratteristiche ambientali entro un raggio di 100 m dall'osservatore nonché informazioni di carattere generale relative al rilevamento (ad esempio codice identificativo, data e orario, condizioni meteorologiche).

Dal 2010 ogni stazione di campionamento viene sistematicamente georeferenziata tramite GPS (tale pratica non era invece universalmente adottata negli anni precedenti).

2.3 DISTRIBUZIONE DEI PUNTI DI ASCOLTO

La selezione delle particelle da campionare, e delle relative stazioni d'ascolto, è svolta dalla Lipu che predispose il piano di campionamento a livello nazionale e regionale e fornisce indicazioni puntuali ai rilevatori. Le particelle da campionare sono selezionate principalmente in base a due criteri: 1) devono essere state visitate almeno una volta prima della stagione riproduttiva imminente; 2) devono preferibilmente contenere una percentuale significativa di ambienti agricoli.

L'esplorazione di ciascuna particella UTM 10x10 km comporta generalmente l'esecuzione di 15 punti d'ascolto da eseguirsi in altrettanti quadrati di 1 km di lato, a loro volta individuati in base a una procedura di randomizzazione. La stazione d'ascolto di norma viene ripetuta esattamente nello stesso punto (le coordinate archiviate nel database vengono aggiornate e validate ogni anno) e possibilmente dallo stesso rilevatore che ha eseguito il censimento l'anno precedente.

Attualmente la scelta delle stazioni da coprire viene fatta in maniera prioritaria su quelle stazioni che negli anni precedenti sono state visitate il maggior numero di volte.

2.4 ARCHIVIAZIONE E GESTIONE DEI DATI

L'archiviazione dei dati avviene tramite un software appositamente realizzato denominato AEGITHALOS.

I dati sono archiviati in un database (DB) relazionale realizzato utilizzando la tecnologia PostgreSQL e dotato di estensione spaziale PostGIS.

Il DB di progetto viene annualmente sottoposto ad una laboriosa procedura di validazione dei dati che può consentire l'individuazione ed eventualmente la correzione di diverse tipologie di errore, sia di tipo geografico (ad esempio posizione del punto d'ascolto, o codice identificativo della stazione errati, ecc.), sia relative alle specie rilevate (denominazione specie errata, specie fuori areale, ecc.).

2.5 SELEZIONE DEI DATI PER L'ANALISI

Ai fini del calcolo degli andamenti di popolazione delle specie ornitiche indicatrici degli ambienti agricoli vengono considerati solo i dati provenienti dal programma randomizzato: ciò garantisce la produzione di risultati rappresentativi dell'intero territorio di interesse. Nella banca dati del progetto affluiscono anche dati provenienti da programmi di monitoraggio regionali indipendenti, purché il metodo di raccolta dei dati sia conforme a quello utilizzato nell'ambito del presente progetto.

Dai dati selezionati sono eliminati i record contrassegnati da codici di errore che ne potrebbero compromettere l'affidabilità ai fini del calcolo degli indici di popolazione.

Le analisi sono state condotte utilizzando come unità territoriale la particella UTM 10x10 km, al cui interno generalmente vengono realizzati 15 punti di ascolto.

La soglia minima (n) di stazioni per particella affinché la stessa venga utilizzata per il calcolo di indici e indicatori è pari a 7. Dalla banca dati per le analisi sono dunque eliminate tutte le particelle, visitate almeno due volte nel periodo considerato, che presentino un numero di stazioni inferiore a 7.

Nel caso delle particelle posizionate sul confine geografico regionale, queste sono attribuite ad una determinata Regione, quando almeno 6 punti ricadono entro i confini regionali.

Qualora i trend delle specie risultino incerti, gli stessi sono ricalcolati utilizzando l'analisi statistica per punti (stazioni UTM 1x1 km).

Si fa tuttavia presente che per confrontare correttamente gli indici di popolazione tra anni, è necessario disporre di serie temporali relative alle stesse unità di campionamento (punti d'ascolto o particelle).

Nelle analisi a livello di particella, per effettuare correttamente il confronto tra anni è necessario disporre dello stesso numero di stazioni per particella. Per ogni particella viene dunque individuato il numero più basso di stazioni visitate nel corso dell'anno, selezionando per ogni anno questo stesso numero di stazioni, anche negli anni in cui le stazioni sono in numero più elevato. Come regola generale si è scelto di minimizzare il numero di dati scartati garantendo la migliore copertura temporale possibile.

La selezione delle stazioni all'interno della particella viene operata conservando le stazioni visitate nel maggiore numero di anni mentre, a parità di copertura, la selezione è casuale.

Per le analisi a livello di punto d'ascolto la selezione del *set* di dati è fatta a partire dal campione utilizzato per le analisi per particella, rispetto al quale viene aggiunto un ulteriore passaggio ovvero l'eliminazione delle stazioni che non sono state censite per almeno due anni. Come misura di abbondanza relativa delle specie per il calcolo dei *trend* viene utilizzato il numero degli individui rilevati.

2.6 METODI DI CALCOLO DEI TREND DELLE SPECIE

I dati relativi agli uccelli comuni nidificanti in Italia vengono analizzati con metodi statistici sviluppati appositamente per l'analisi di serie temporali di conteggi contenenti diverse osservazioni mancanti. Questi metodi vengono applicati tramite un programma *freeware* sviluppato da Statistics Netherlands, appositamente per la produzione di indici temporali e tendenze demografiche, denominato TRIM (TRENds and Indices for Monitoring data). L'utilizzo di TRIM viene raccomandato dallo European Bird Census Council – EBCC ai fini della comparabilità degli indici provenienti dai diversi Paesi europei.

Allo stato attuale le funzionalità di TRIM sono state nuovamente implementate all'interno di un pacchetto del software di analisi statistica R (R Core Team 2017), denominato *rtrim* (Bogaart *et al.* 2018).

TRIM consente di analizzare le serie temporali di dati attraverso modelli log-lineari (Agresti 1990, McCullagh & Nedler 1989) con alcuni accorgimenti per la gestione della sovradisersione dei dati e della loro correlazione seriale, grazie all'utilizzo del metodo Equazioni di Stima Generalizzate (Liang & Zeger 1986, Zeger & Liang 1986) o GEE, dall'espressione anglosassone *Generalized Estimating Equations*.

Il modello di analisi utilizzato in TRIM consente, per ciascun anno della serie temporale, cambi di direzione interannuali negli andamenti di popolazione (denominati *change point*), dunque una descrizione molto precisa delle variazioni interannuali nelle dimensioni di popolazione. Solitamente viene utilizzato il maggior numero possibile di *change point* compatibilmente con la verosimiglianza del trend.

TRIM fornisce due prodotti principali:

- indici annuali
- tendenze sull'intero periodo

Riguardo a quest'ultimo parametro TRIM calcola la tendenza moltiplicativa, facilmente interpretabile come cambiamento percentuale medio per anno dell'indice.

Sulla base di questo parametro è possibile definire alcune categorie di andamento delle popolazioni nidificanti. Gli andamenti vengono classificati nel seguente modo:

- Incremento forte – incremento annuo statisticamente significativo maggiore del 5%;
- Incremento moderato - incremento statisticamente significativo, ma con valore di variazione non significativamente maggiore del 5% annuo;
- Stabile – assenza di incrementi o diminuzioni statisticamente significative e variazione media annua generalmente inferiore al 5%;
- Declino moderato - diminuzione statisticamente significativa, ma con valore di variazione non significativamente maggiore del 5% annuo;
- Declino forte – diminuzione annua statisticamente significativa maggiore del 5%;
- Incerto - assenza di incrementi o diminuzioni statisticamente significative e variazione media annua generalmente superiore al 5%. Ricadono in questa categoria le specie per le quali, a partire dai dati analizzati, non è possibile definire statisticamente una tendenza in atto. L'incertezza statistica deriva da molteplici fattori tra i quali possiamo ad esempio includere la presenza di valori molto dissimili dell'indice di popolazione da un anno con l'altro o la diversa tendenza calcolata nelle unità di campionamento (in alcune particelle la specie può aumentare, mentre in altre diminuire). Per le specie più abbondanti e meglio distribuite l'inclusione nella categoria non significa necessariamente che l'andamento non sia realistico.

A queste categorie ne è stata aggiunta una ulteriore:

- Dati insufficienti – i dati di presenza della specie sono in numero troppo scarso per poter calcolare indici di popolazione annuali descrittivi dell'andamento, anche di tipo incerto, in corso. Si è scelto di considerare in questa categoria le specie per le quali il numero di casi positivi (ovvero il numero di volte che, nel periodo considerato, è stato rilevato almeno un individuo della specie nelle particelle selezionate per le analisi) è risultato pari o inferiore a 34 (corrispondente ad una media di due casi positivi per anno). La scelta di applicare criteri di esclusione dalle analisi più rigidi che nel passato è legato alla necessità di ottenere indicatori più realistici e meno soggetti a oscillazioni ampie e repentine.

Nelle analisi svolte su serie temporali di breve-medio termine, a seguito di problematiche intrinseche ai metodi di stima del trend lineare, in alcuni casi può accadere che, da un anno all'altro, una specie venga classificata con un andamento diverso. Il continuo allungamento della serie temporale considerata dovrebbe portare a ridurre sempre di più queste variazioni nella classificazione del trend.

Per ovviare, per quanto possibile, al problema dell'instabilità nei trend e per migliorare in generale l'affidabilità degli stessi, si applicano una serie di accorgimenti analitici, in particolare un utilizzo più ragionato dei *change point*, ovvero dei cambiamenti di direzione del trend.

In alcuni casi si è proceduto a rimuovere un effetto troppo marcato del primo anno di indagine sulla stima degli andamenti di popolazione: è noto infatti che il valore dell'abbondanza di una specie stimato nell'anno iniziale di un programma di monitoraggio può generare effetti importanti sulla stima degli indici di popolazione negli anni successivi, riferibili però perlopiù ad assestamenti metodologici piuttosto che a reali variazioni nella consistenza delle popolazioni nidificanti (Voříšek *et al.* 2008).

2.7 METODI DI CALCOLO DELL'INDICATORE AGGREGATO

Il *Farmland Bird Index* viene calcolato come media geometrica degli indici relativi alle singole specie (Gregory & van Strien 2010, van Strien *et al.* 2012). Ciò poiché la media geometrica possiede le principali proprietà matematiche desiderabili per gli indicatori di biodiversità, con il solo punto debole di una elevata sensibilità all'aggiunta o all'eliminazione di alcune specie al sistema monitorato (van Strien *et al.* 2012).

La media geometrica è "robusta" in relazione all'influenza delle singole specie (Gregory & van Strien 2010). Un buon indicatore composito, funzionale alla rappresentazione dei cambiamenti della biodiversità, dovrebbe ben delineare l'andamento medio delle specie considerate per la costruzione dell'indicatore stesso (van Strien *et al.* 2012). In quest'ottica sarebbe auspicabile che il contributo delle singole specie all'indicatore risultasse ben bilanciato, senza casi di "sovra-rappresentazione" di poche o addirittura singole specie.

Questa proprietà può essere testata qualitativamente rimuovendo di volta in volta ognuna delle singole specie componenti l'indicatore e ricalcolando lo stesso (Gregory & van Strien 2010) attraverso una procedura di tipo *jackknife*. I risultati di questa procedura applicata ai dati regionali sono illustrati al termine del *report*, all'interno dell'APPENDICE A.

Naturalmente, maggiore è il numero di specie indicatrici utilizzate per il calcolo dell'indicatore composito e minore sarà l'influenza delle singole specie sull'indicatore.

Per aumentare il numero di specie utilizzate nel calcolo dell'indicatore e per evitare variazioni future nel numero di specie utilizzate, il *Farmland Bird Index* è calcolato utilizzando anche gli indici relativi alle specie per le quali la tendenza demografica è classificata come incerta (vedi paragrafo 2.6).

La media geometrica, come affermato in precedenza è sensibile alla scomparsa di specie

(valore dell'indice di una determinata specie in un determinato anno pari a zero) o comunque a valori prossimi allo zero. Le specie il cui indice risulti pari a zero in uno degli anni di indagine andrebbero dunque rimosse dal set delle specie indicatrici poiché la media geometrica di un insieme di numeri contenenti uno zero è pari a zero. Quando l'indice di una determinata specie scende sotto il 5%, in accordo con le indicazioni di EBCC, il suo valore nel calcolo dell'indice viene tenuto pari a 5%. Ciò al fine di non rimuovere specie dall'indicatore, garantendo che ognuna di esse possa mantenere la propria influenza sull'indicatore stesso.

Per avere un'indicazione del trend dell'indicatore aggregato FBI è stato utilizzato il recente strumento *MSItools* (Soldaat *et al.* 2017) messo a disposizione da *Statistics Netherlands*. Si tratta di un pacchetto di script di R che consentono di stimare un trend lineare per l'indicatore nonché il relativo intervallo di confidenza al 95% attraverso simulazioni di Monte Carlo.

Una delle funzioni importanti di *MSItools* è la possibilità di classificare il trend del *Farmland Bird Index* al pari di quanto avviene con i trend delle singole specie, utilizzando peraltro le medesime categorie (vedi paragrafo 2.6).

3 IL FARMLAND BIRD INDEX REGIONALE NEL PERIODO 2000-2016

3.1 IL FARMLAND BIRD INDEX

Nella programmazione 2014-2020 della Politica Agricola Comune viene riconfermato l'indicatore di contesto ambientale C35 "Indice dell'avifauna in habitat agricolo (FBI)" (allegato 4 del Regolamento UE n. 808/2014²) che quindi si conferma un indicatore idoneo a rappresentare lo stato di salute degli ambienti agricoli europei e nazionali. Gli indicatori di contesto³ forniscono indicazioni sullo scenario nel quale opera il Programma di Sviluppo Rurale (PSR) e costituiscono un'utile base conoscitiva per valutare e interpretare gli impatti conseguiti nell'ambito del PSR alla luce delle tendenze economiche, sociali, strutturali o ambientali generali, oltre a fornire informazioni di base necessarie all'individuazione dei fabbisogni di intervento. Il *Farmland Bird Index* è quindi un indicatore di contesto che, come tale e nella forma presentata in questo lavoro, non può essere utilizzato per valutare l'impatto sulla biodiversità delle singole misure dei PSR.

Per l'utilizzo del *Farmland Bird Index* come indicatore di impatto (come descritto nella scheda contenuta nel documento IMPACT INDICATORS FOR THE CAP POST 2013 del Directorate L. Economic analysis, perspectives and evaluations della Commissione Europea) si rimanda alla Relazione "Programma di Sviluppo Rurale 2007-2013 dell'Emilia Romagna. Valutazione dell'impatto sulla biodiversità dei pagamenti agroambientali e delle misure di imboscamento mediante indicatori biologici: gli uccelli nidificanti" (<https://www.reterurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/13874>).

Il *Farmland Bird Index* è un indicatore aggregato calcolato come media geometrica degli indici di popolazione di ciascuna delle 31 specie tipiche degli ambienti agricoli regionali: per tutte le specie infatti il numero di dati disponibili era sopra la soglia minima individuata per poter procedere con la stima dei trend di popolazione. L'andamento dell'indicatore composito è mostrato in Figura 3.1 e i valori annuali sono riportati nella Tabella 2. L'indicatore viene ricalcolato annualmente sulla base dei nuovi dati aggiunti (vedi capitolo 1) e di conseguenza i valori assunti per ogni stagione di nidificazione possono differire da quelli calcolati in precedenza.

Nel 2009 nell'ambito del progetto finanziato dal Ministero delle Politiche agricole alimentari e forestali, la Lipu ha individuato specifici e distinti set di specie per ogni Regione, al fine di formulare indicatori FBI rappresentativi dei diversi paesaggi agrari regionali.

2 *recante modalità di applicazione del Regolamento (UE) n. 1305/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio sul sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (FEASR)*

3 *A partire dal 2013, la Commissione Europea ha fornito il set completo degli indicatori di contesto, strutturati in Indicatori socio-economici (da 1 a 12), Indicatori settoriali (da 13 a 30), Indicatori ambientali (da 31 a 45). Per ciascun indicatore, oltre al valore disponibile almeno a livello nazionale proveniente da fonti ufficiali UE (EUROSTAT, FADN, JRC ecc.), la Commissione Europea ha fornito la metodologia di calcolo e le relative unità di misura. Sulla base di queste indicazioni, la RRN ha predisposto la propria banca dati con valori aggiornati (e/o validati) rispetto ai dati europei. La logica perseguita è stata quella di raccogliere e/o calcolare dati omogenei e confrontabili ad un dettaglio territoriale maggiore (zone PSN, regionale, comunale) laddove disponibile, avvalendosi della collaborazione di altri istituti di ricerca (ISTAT, ISPRA) nel rispetto dell'impostazione metodologica della Commissione Europea. La banca dati degli indicatori è online sul sito della Rete Rurale Nazionale <https://www.reterurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/12112>.*

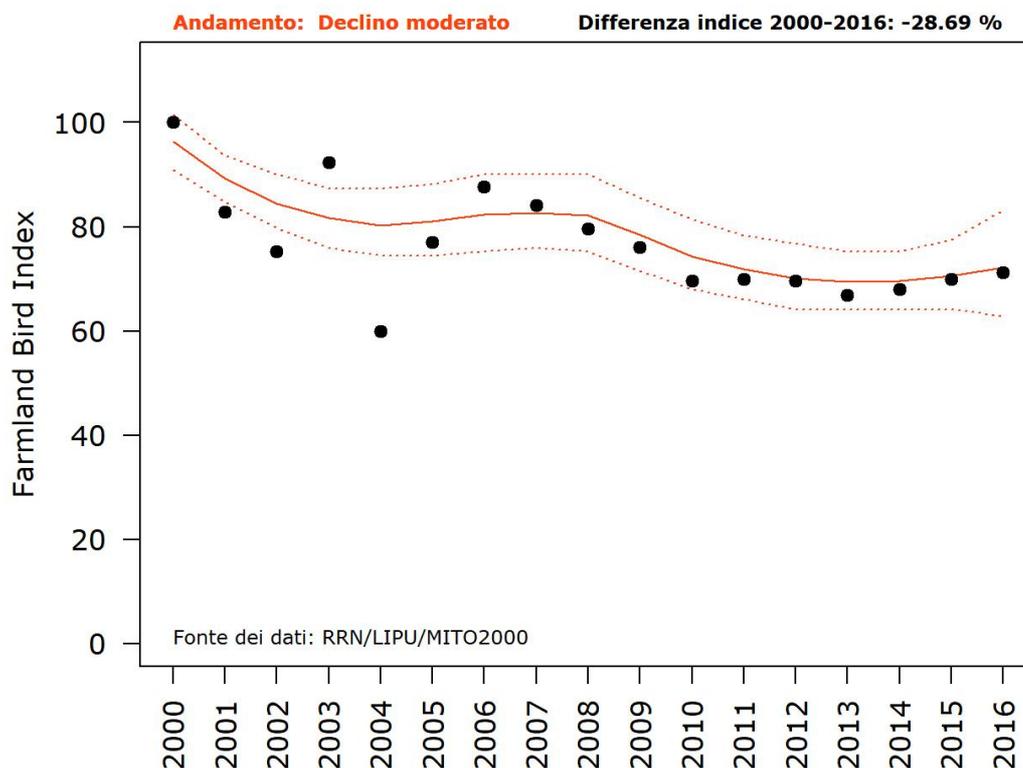


Figura 3.1: Andamento del Farmland Bird Index regionale nel periodo 2000-2016. I punti indicano i valori annuali del Farmland Bird Index (calcolato come media geometrica degli andamenti delle singole specie), la linea continua e le linee tratteggiate rappresentano rispettivamente la tendenza dell'indice ed il relativo intervallo di confidenza al 95% (stimati con MSI-tool).

Tabella 2: Valori assunti dal Farmland Bird Index nel periodo 2000-2016.

| Anno | Farmland Bird Index |
|-------------|----------------------------|
| 2000 | 100,00 |
| 2001 | 82,82 |
| 2002 | 75,18 |
| 2003 | 92,40 |
| 2004 | 59,96 |
| 2005 | 76,96 |
| 2006 | 87,70 |
| 2007 | 84,05 |
| 2008 | 79,56 |
| 2009 | 76,14 |
| 2010 | 69,63 |
| 2011 | 69,98 |
| 2012 | 69,59 |
| 2013 | 66,91 |
| 2014 | 67,93 |
| 2015 | 69,93 |
| 2016 | 71,31 |

3.2 ANDAMENTI DI POPOLAZIONE DELLE SPECIE AGRICOLE

L'andamento di popolazione delle specie degli ambienti agricoli individuate per il calcolo del *Farmland Bird Index* regionale in Emilia Romagna durante il periodo 2000-2016 è riportato in Tabella 3.

Tabella 3: Riepilogo degli andamenti di popolazione registrati nei 17 anni di indagine, per le specie degli ambienti agricoli. Per ciascuna specie sono riportati l'andamento di popolazione stimato per il periodo 2000-2016, il metodo di analisi adottato (PA: particelle, pu: punti), il numero di casi positivi (N. positivi), ovvero il numero di volte che, nel periodo considerato è stato rilevato almeno un individuo della specie nelle unità di rilevamento selezionate per le analisi, il numero di unità di rilevamento, particelle o punti, (N. siti), la variazione media annua (con il relativo errore standard) e la significatività (* = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$) degli andamenti 2000-2016 (Sig.). Simboli utilizzati per gli andamenti: DD: dati insufficienti; =: stabile; +: incremento moderato; ++: incremento forte; -: declino moderato; --: declino forte; <>: incerto.

| Specie | 2000 2016 | Metodo | N. positivi | N. siti | Variazione media annua \pm ES | Sig. |
|-------------------|--------------|--------|----------------|------------|------------------------------------|------|
| Poiana | = | PA | 173 | 63 | 1,73 \pm 1,34 | |
| Gheppio | + | PA | 230 | 72 | 5,58 \pm 1,21 | ** |
| Lodolaio | <> | pu | 44 | 39 | 2,03 \pm 3,31 | |
| Pavoncella | + | pu | 144 | 86 | 10,19 \pm 4,27 | * |
| Tortora selvatica | - | PA | 324 | 77 | -1,80 \pm 0,68 | * |
| Gruccione | + | PA | 99 | 37 | 8,82 \pm 2,90 | ** |
| Upupa | = | PA | 173 | 59 | -0,60 \pm 1,16 | |
| Torcicollo | -- | PA | 66 | 35 | -10,73 \pm 2,65 | ** |
| Picchio verde | + | PA | 279 | 71 | 5,37 \pm 1,03 | ** |
| Cappellaccia | <> | pu | 70 | 42 | 6,26 \pm 3,97 | |
| Tottavilla | = | PA | 119 | 38 | -1,65 \pm 1,47 | |
| Allodola | -- | PA | 254 | 69 | -10,24 \pm 0,69 | ** |
| Rondine | - | PA | 362 | 80 | -4,53 \pm 0,62 | ** |
| Cutrettola | - | PA | 193 | 42 | -4,13 \pm 0,77 | ** |
| Ballerina bianca | - | PA | 125 | 48 | -3,22 \pm 1,44 | * |
| Usignolo | = | PA | 343 | 77 | 0,25 \pm 0,69 | |
| Codiroso comune | + | PA | 227 | 58 | 3,75 \pm 0,97 | ** |
| Saltimpalo | -- | PA | 123 | 56 | -14,28 \pm 1,49 | ** |
| Cannareccione | - | PA | 75 | 24 | -6,91 \pm 1,43 | ** |
| Pigliamosche | <> | pu | 112 | 87 | 2,60 \pm 2,57 | |
| Averla piccola | - | PA | 86 | 35 | -7,46 \pm 2,00 | ** |
| Gazza | + | PA | 344 | 73 | 2,30 \pm 0,58 | ** |
| Cornacchia grigia | = | PA | 366 | 80 | 0,35 \pm 0,64 | |
| Storno | = | PA | 352 | 76 | 0,24 \pm 0,61 | |
| Passera d'Italia | -- | PA | 354 | 78 | -6,97 \pm 0,61 | ** |
| Passera mattugia | - | PA | 230 | 60 | -4,70 \pm 0,91 | ** |
| Verzellino | = | PA | 298 | 66 | -0,91 \pm 0,68 | |
| Verdone | - | PA | 267 | 72 | -5,96 \pm 0,61 | ** |
| Cardellino | - | PA | 302 | 77 | -2,11 \pm 0,69 | ** |
| Zigolo nero | = | PA | 150 | 44 | -0,76 \pm 1,01 | |
| Strillozzo | - | PA | 178 | 58 | -3,45 \pm 1,23 | * |

Nella Figura 3.2 si riporta la suddivisione delle specie legate agli ambienti agricoli in base all'andamento di popolazione e il suo andamento negli anni di progetto.

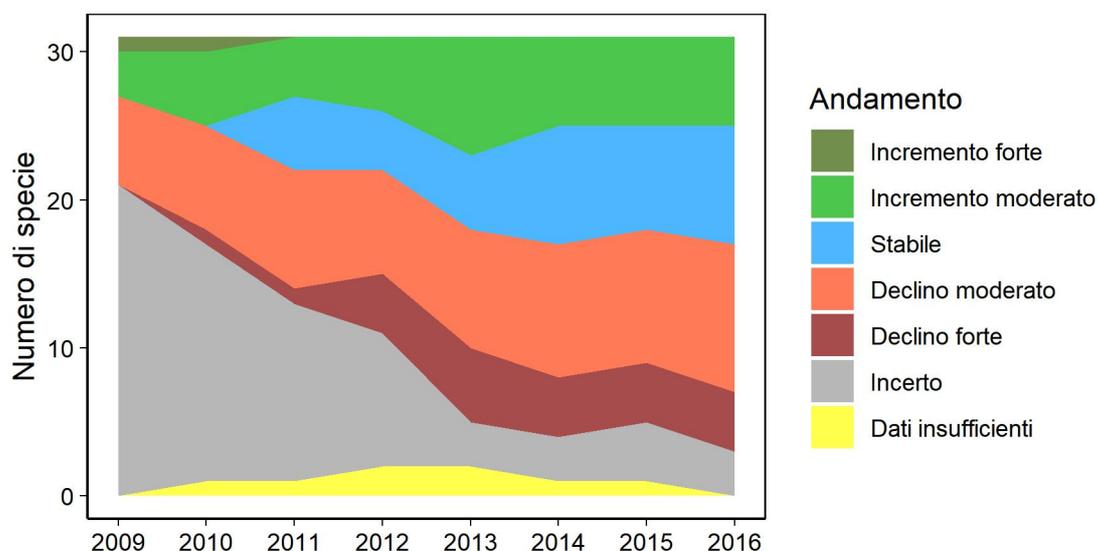


Figura 3.2: Andamento negli anni della suddivisione delle specie agricole secondo gli andamenti di popolazione.

3.3 CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI OTTENUTI

I dati raccolti con il contributo del Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali tra il 2009 e il 2016, congiuntamente a quelli presenti nella banca dati del progetto MITO2000 relativi al periodo 2000-2006 consentono di definire con certezza, al momento attuale, le tendenze in atto di 28 specie sulle 31 considerate (Tabella 3).

Il Farmland Bird Index regionale ha mostrato una chiara tendenza al decremento, classificata come "declino moderato" in seguito all'analisi con MSI-tools (Figura 3.2 e Tabella 2). Il valore dell'indicatore ha avuto alcune oscillazioni tra 2000 e 2006 decrescendo poi regolarmente fino al 2010; a partire dall'anno successivo l'indicatore ha mostrato una maggiore stabilità, assestandosi tuttavia su valori sensibilmente inferiori rispetto a quello iniziale. Nel 2016 il valore del Farmland Bird Index risulta pari al 71,31% di quello assunto nel 2000.

La tendenza alla diminuzione dell'indicatore si spiega facilmente con un esame qualitativo dei singoli trend degli indici di popolazione: il numero di specie in declino è più che doppio rispetto a quello delle specie in incremento.

Le specie in aumento sono rimaste le stesse del 2015, ovvero gheppio, pavoncella, picchio verde, codirosso comune e gazza. Come già osservato, si tratta di un gruppo ecologicamente eterogeneo, accomunato però dalla dipendenza da elementi ambientali compenetrati alle colture, quali ad esempio aree alberate per il picchio verde o ambienti urbanizzati per codirosso comune e gazza.

Anche il gruppo delle specie in declino mostra una certa variabilità dal punto di vista dell'autoecologia; al suo interno è tuttavia individuabile un gruppo di specie più tipicamente legate ai coltivi o comunque alla matrice agricola del territorio. Per ben quattro di queste specie, torcicollo, allodola, saltimpalo e passera d'Italia, il declino dell'indice di popolazione è stato classificato come 'forte' e il passivo demografico tra 2000 e 2016 è piuttosto importante (torcicollo: -52,19%; allodola: -82,89%; saltimpalo: -86,41%; passera d'Italia:

74,23%). Altrettanto importanti sono da considerarsi i passivi fatti registrare da specie considerate in declino 'moderato' come rondine (-54,98%), cutrettola (-42,22%), cannareccione (-69,11%), averla piccola (-72,01%), verdone (-52,27%) e strillozzo (-48,85%). A questo proposito è importante ricordare che l'aggettivo 'moderato' associato al trend deriva da una classificazione arbitraria che riguarda parametri statistici e che non deve dunque assolutamente essere inteso in termini conservazionistici.

Dal punto di vista matematico il *Farmland Bird Index* rappresenta piuttosto fedelmente l'insieme degli andamenti delle singole specie considerate nel suo calcolo: per nessuna specie l'influenza media sull'indicatore è superiore al 5% (paragrafo 3.4).

L'indicatore aggregato è stato calcolato utilizzando i dati di tutte le specie indicatrici degli ambienti agricoli e per la maggior parte di queste ultime (28 su 31) è stato possibile ottenere andamenti di popolazione definiti. L'attuale situazione è stata raggiunta grazie a un processo di continuo miglioramento del piano di campionamento e dei metodi di analisi messo in campo a partire dal 2009 (Figura 3.2), partendo da una situazione tutt'altro che rosea, nella quale trend definiti erano disponibili unicamente per il 30% circa delle specie.

Le sole specie per le quali il trend di popolazione risulta oggi incerto sono lodolaio, cappellaccia e pigliamosche. Per le stesse specie, per diversi motivi, è difficile ipotizzare il raggiungimento di trend di popolazione maggiormente affidabili, senza modifiche dedicate di piano di campionamento e metodologie, che non sono tuttavia previste nell'ambito dell'attuale collaborazione tra Rete Rurale Nazionale e Lipu. La cappellaccia risulta scarsa localmente in Emilia-Romagna, in particolare nel settore occidentale (Ambrogio *et al.* 2001, Ravasini 1995). Per il pigliamosche i problemi hanno probabilmente maggiormente a che fare con la distribuzione irregolare della specie (Zamora-Marín *et al.* 2019). Per il lodolaio infine è evidente che la metodologia applicata nel presente progetto non sia quella più adatta alla sua ecologia (Fornasari *et al.* 2002): d'altro canto la necessità di metodologie *ad hoc* per il censimento dei rapaci è uno degli elementi che ha contribuito alla creazione di un *gap* di conoscenze ormai evidente a livello europeo per quanto concerne gli andamenti di popolazione di questo importante gruppo di specie (Derlink *et al.* 2018, Vrezec *et al.* 2012).

Nonostante le poche eccezioni sopra discusse l'attuale piano di campionamento risulta adeguato per la quasi totalità delle specie ed è dunque da considerarsi idoneo per la produzione del *Farmland Bird Index* regionale.

Come già evidenziato nei precedenti report, stanti l'adeguatezza del piano di campionamento e, di conseguenza, l'affidabilità dei risultati, risulta improrogabile una riflessione sullo stato di conservazione, evidentemente critico, degli agroecosistemi in Emilia Romagna, così come nella maggior parte delle altre regioni che insistono sul comprensorio padano. Diverse analisi hanno individuato nell'intensificazione delle pratiche agricole uno degli elementi di maggiore impatto sulla conservazione della biodiversità (Brambilla 2019). Questo fenomeno raggiunge livelli ormai insostenibili soprattutto nelle aree pianiziali che sono peraltro spesso in larga parte escluse dai sistemi nazionali e regionali di aree protette, nonché dalla rete Natura2000. Come già affermato in passato, i Programmi di Sviluppo Rurale diventano dunque strumenti cruciali per la tutela della biodiversità e per tentare di risolvere gli attuali conflitti tra istanze conservazionistiche e produttive in ambito rurale. Da questo punto di vista è assolutamente necessario lavorare a un continuo miglioramento dell'efficacia delle misure agro-climatico-ambientali. Utilizzando gli stessi dati di questo progetto raccolti proprio in Emilia-Romagna, grazie anche ad un sostanziale contributo integrativo regionale, è stata evidenziata recentemente la scarsa efficacia di alcune misure agro-ambientali sulla conservazione della biodiversità (Calvi *et al.*, 2018). Questa e altre analisi suggeriscono la necessità di implementare misure adeguate alle esigenze di specie a maggiore specializzazione ecologica, soprattutto di quelle maggiormente legate ai coltivi e ai prati (ad esempio allodola e cutrettola) che stanno

vivendo cali demografici preoccupanti in tutti i contesti planiziali. Queste considerazioni sono ormai condivise a scala continentale e portano a ritenere improrogabile un ripensamento degli attuali strumenti di conservazione della biodiversità previsti nell'ambito delle politiche di sviluppo rurale, in particolare laddove l'agricoltura è caratterizzata da un approccio di tipo intensivo (Baker *et al.*, 2012; Princé, Moussus, & Jiguet, 2012; Dicks *et al.*, 2013; Hiron *et al.*, 2013; Birkhofer *et al.*, 2014; Batáry *et al.*, 2015). Queste misure devono assolutamente portare ad una modifica delle attuali tecniche agronomiche, in particolare contenendo la continua e massiccia immissione di sostanze di sintesi, che peraltro costituiscono un serio e ormai riconosciuto pericolo anche per la salute umana (Giannandrea *et al.* 2011, Miligi *et al.* 2006, Salerno *et al.* 2016, Settini *et al.* 2003).

3.4 APPENDICE A: CONTRIBUTI DELLE SINGOLE SPECIE AL FARMLAND BIRD INDEX

Un buon indicatore composito, funzionale alla rappresentazione dei cambiamenti della biodiversità, dovrebbe ben delineare l'andamento medio delle specie considerate per la costruzione dell'indicatore stesso (van Strien *et al.* 2012). In quest'ottica sarebbe auspicabile che il contributo delle singole specie all'indicatore risultasse ben bilanciato, senza casi di "sovra-rappresentazione" di poche o addirittura singole specie.

Al fine di valutare il peso degli indici delle singole specie sul corrispondente valore dell'indicatore composito è stata implementata una procedura di tipo *Jackknife* consistente nel calcolo del *Farmland Bird Index* togliendo di volta in volta una delle specie considerate nel calcolo dell'indicatore composito (Gregory & van Strien 2010).

L'andamento degli indicatori risultanti (linee grigie) è riportato in Figura 3.3. La vicinanza delle diverse linee al *Farmland Bird Index* complessivo (linea nera) è misura di un buon equilibrio delle specie considerate dal punto di vista dei singoli apporti al valore complessivo dell'indicatore.

Deviazioni importanti delle linee grigie dal *Farmland Bird Index* indicherebbero invece situazioni in cui una singola specie ha un'influenza importante sul valore definitivo dell'indicatore. In presenza di questi casi sarebbe importante poter individuare le specie che maggiormente contribuiscono al valore dell'indicatore e stimare la consistenza di tale influenza, in modo da poter meglio valutare la rappresentatività dell'indicatore composito in relazione al set di specie su cui esso è basato. Pertanto, se una specie condiziona in modo sensibile l'andamento dell'indicatore aggregato, si ritiene utile indicarlo nei risultati.

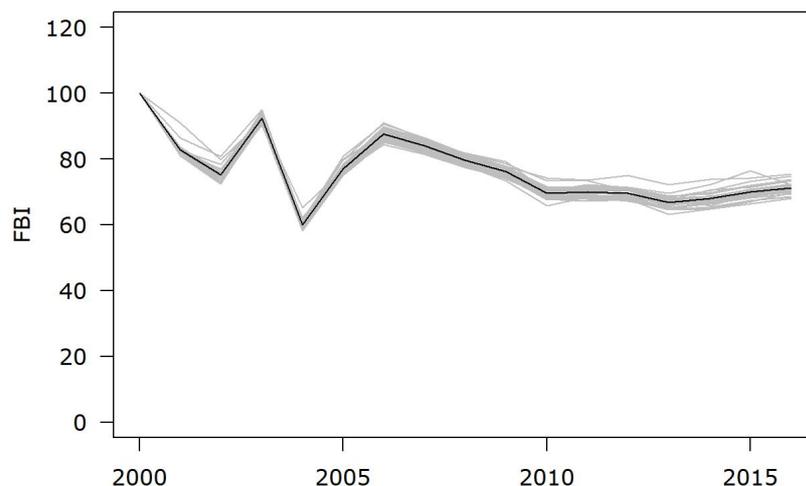


Figura 3.3: *Farmland Bird Index* regionale nella sua versione definitiva (linea nera) e nelle versioni risultanti dal ricalcolo dell'indicatore effettuato togliendo di volta in volta una delle specie agricole.

Per ogni specie e per ogni anno è dunque stata stimata la differenza percentuale, in valore assoluto, tra il *Farmland Bird Index* e l'indicatore ricalcolato senza considerare la specie stessa. Questa operazione ha permesso di avere, per ciascuna specie, una stima dell'entità del contributo al *Farmland Bird Index* nel periodo indagato. I valori medi (colonne grigie), massimi e minimi (barre di errore) di questi contributi sono riportati nella Figura 3.4.

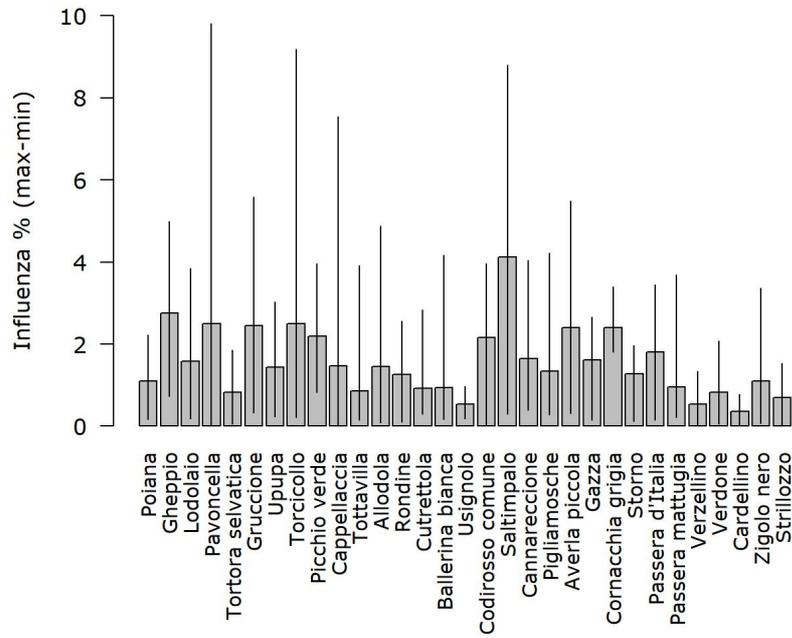


Figura 3.4: Sensitività del Farmland Bird Index al contributo delle singole specie. Per ogni specie è stata stimata la differenza percentuale in valore assoluto tra il Farmland Bird Index e l'indicatore ricalcolato senza considerare la specie stessa. Le colonne rappresentano i valori medi negli anni di indagine; le barre di errore il range dei valori.

4 BIBLIOGRAFIA

- Agresti A., 1990. *Categorical data analysis*. John Wiley, New York.
- Ambrogio A., Figoli G. & Ziotti L., 2001. *Atlante degli uccelli nidificanti nel Piacentino*. Lega Italiana Protezione Uccelli.
- Baker D.J., Freeman S.N., Grice P.V. & Siriwardena G.M., 2012. Landscape-scale responses of birds to agri-environment management: a test of the English Environmental Stewardship scheme. *J. Appl. Ecol.* 49: 871–882.
- Batáry P., Dicks L.V., Kleijn D. & Sutherland W.J., 2015. The role of agri-environment schemes in conservation and environmental management. *Conserv. Biol.* 29: 1006–1016.
- Birkhofer K., Ekroos J., Corlett E. & Smith H., 2014. Winners and losers of organic cereal farming in animal communities across Central and Northern Europe. *Biol. Conserv.* 175: 25–33.
- Blondel J., Ferry C. & Frochet B., 1981. Point counts with unlimited distance. *Stud. Avian Biol.* 6: 414–420.
- Bogaart P., Loo M. van der & Pannekoek J., 2018. *rtrim: Trends and Indices for Monitoring Data*.
- Brambilla M., 2019. Six (or nearly so) big challenges for farmland bird conservation in Italy. *Avocetta* 43: 101–113.
- Calvi G., Campedelli T., Tellini Florenzano G. & Rossi P., 2018. Evaluating the benefits of agri-environment schemes on farmland bird communities through a common species monitoring programme. A case study in northern Italy. *Agric. Syst.* 160: 60–69.
- Derlink M., Wernham C., Bertonecelj I., Kovács A., Saurola P., Duke G., Movalli P. & Vrezec A., 2018. A review of raptor and owl monitoring activity across Europe: its implications for capacity building towards pan-European monitoring. *Bird Study* 65: S63–S76.
- Dicks L.V., Danhardt J., James K., Jönsson A., Randall N., Showler D.A., Smith R.K., Turpie S., Williams D. & Sutherland W.J., 2013. *Farmland Conservation. Evidence for the effects of interventions in northern and western Europe*. Exeter, Pelagic Publishing.
- Fornasari L., de Carli E., Brambilla S., Buvoli L., Maritan E. & Mingozzi T., 2002. Distribuzione dell'Avifauna nidificante in Italia: primo bollettino del progetto di Monitoraggio MITO2000. *Avocetta* 26: 59–115.
- Giannandrea F., Gandini L., Paoli D. & Turci R., 2011. Pesticide exposure and serum organochlorine residuals among testicular cancer patients and healthy controls 46: 780–787.
- Gregory R.D. & van Strien A., 2010. Wild bird indicators: using composite population trends of birds as measures of environmental health. *Ornithol Sci* 9: 3–22.
- Hiron M., Berg Å., Eggers S., Josefsson J. & Pärt T., 2013. Bird diversity relates to agri-environment schemes at local and landscape level in intensive farmland. *Agric. Ecosyst. Environ.* 176: 9–16.
- Liang K.-Y. & Zeger S.L., 1986. Longitudinal Data Analysis Using Generalized Linear Models. *Biometrika* 73(1): 13–22.
- McCullagh P. & Nelder J.A., 1989. *Generalized Linear Models*. Chapman & Hall, London.
- Miligi L., Costantini A.S., Veraldi A., Benvenuti A., WILL & Vineis P., 2006. Cancer and pesticides: an overview and some results of the Italian multicenter case-control study on hematolymphopoietic malignancies. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1076: 366–377.
- Princé K., Moussus J.-P. & Jiguet F., 2012. Mixed effectiveness of French agri-environment schemes for nationwide farmland bird conservation. *Agric. Ecosyst. Environ.* 149: 74–79.
- R Core Team, 2017. *R: A language and environment for statistical computing*.
- Ravasini M. (Ed.), 1995. *L'Avifauna nidificante nella provincia di Parma*. Editoria

- Tipolitotecnica, Sala Braganza, Parma, Italia.
- Salerno C., Carcagnì A., Sacco S., Palin L.A., Vanhaecht K., Panella M. & Guido D., 2016. An Italian population-based case-control study on the association between farming and cancer: Are pesticides a plausible risk factor? *Arch. Environ. Occup. Health* 71: 147–156.
- Settimi L., Masina A., Andrion A. & Axelson O., 2003. Prostate cancer and exposure to pesticides in agricultural settings. *Int. J. Cancer* 104: 458–461.
- Soldaat L.L., Pannekoek J., Verweij R.J.T., van Turnhout C.A.M. & van Strien A.J., 2017. A Monte Carlo method to account for sampling error in multi-species indicators. *Ecol. Indic.* 81: 340–347.
- van Strien A.J., Soldaat L.L. & Gregory R.D., 2012. Desirable mathematical properties of indicators for biodiversity change. *Ecol. Indic.* 14: 202–208.
- Voříšek P., Klvaňová A., Wotton S. & Gregory R.D. (Eds.), 2008. A best practice guide for wild bird monitoring schemes. CSO/RSPB.
- Vrezec A., Duke G., Kovács A., Saurola P., Wernham C., Burfield I., Movalli P. & Bertoncelj I., 2012. Overview of raptor monitoring activities in Europe. *Acrocephalus* 33: 145–157.
- Zamora-Marín J.M., Zamora-López A., Calvo J.F. & Oliva-Paterna F.J., 2019. Comparing detectability patterns of bird species in small ponds using multi-method hierarchical modelling. *bioRxiv* 675116.
- Zeger S.L. & Liang K.-Y., 1986. Longitudinal Data Analysis for Discrete and Continuous Outcomes. *Biometrics* 42(1): 121–130.

5 RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano i coordinatori regionali e rilevatori che hanno partecipato al progetto MITO2000 dal 2000 al 2008:

Coordinatore: St.E.R.N.A. (Gellini Stefano e Ceccarelli Pierpaolo) (2000-2008)

Rilevatori: Aceto Franco, Allegri Manuel, Ambrogio Andrea, Arveda Giovanni, Bagni Luca, Bonora Mario, Bontardelli Laura, Cacciato Francesco, Casadei Maurizio, Casini Lino, Ceccarelli Pier Paolo, Ciani Carlo, Corsi Iacopo, Costa Massimiliano, Ferrari Maria Elena, Finozzi Maurizio, Gustin Marco, Melega Luca, Salvarani Massimo, Sardella Guido, Tellini Florenzano Guido, Volponi Stefano, Zanichelli Franca