

**RETERURALE  
NAZIONALE  
20142020**

**LOMBARDIA**

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

**2000 - 2022**



**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:**



Laura Silva e Matteo Fontanella

Via Pasubio, 3/bis - 43122 Parma - Telefono 0521 273043 - E-mail: [laura.silva@lipu.it](mailto:laura.silva@lipu.it)

Gruppo di lavoro: Giovanni Albarella, Claudio Celada, Marco Dinetti, Giorgia Gaibani, Marco Gustin, Andrea Mazza.

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

**Hanno collaborato:**



Via San Basilio, 6 - 20060 Basiano (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: Paolo Bonazzi, Lia Buvoli.



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

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

**Coordinatori regionali e rilevatori che hanno collaborato al progetto FBI finanziato dal Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste nell'ambito delle attività della Rete Rurale Nazionale dal 2009 al 2022 (in ordine alfabetico):**

**Coordinatore:** Lia Buvoli (Ass. FaunaViva) (2009-2022)

**Rilevatori:** Giuseppe Agostani, Davide Aldi, Gaia Bazzi, Mauro Belardi, Roberto Bertoli, Paolo Bonazzi, Sonia Braghiroli, Gianpiero Calvi, Stefania Capelli, Gianpasquale Chiatante, Felice Farina, Massimo Favaron, Lorenzo Fornasari, Arturo Gargioni, Nunzio Grattini, Daniele Longhi, Giuseppe Lucia, Alessandro Mazzoleni, Mariella Nicastro, Mattia Panzeri, Alessandro Pavesi, Fabrizio Reginato, Cesare Rovelli, Massimo Sacchi, Jacopo Tonetti, Andrea Viganò, Severino Vitulano

**Enti finanziatori:** 2009-2013 Regione Lombardia - D.G. Agricoltura

Per la citazione di questo documento si raccomanda: Rete Rurale Nazionale & Lipu (2023). Lombardia – *Farmland Bird Index* e andamenti di popolazione delle specie 2000-2022.

## Indice

<b>1.</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA BANCA DATI REGIONALE 2000-2022 .....</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>METODI.....</b>	<b>7</b>
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 .....	7
2.5.	SELEZIONE DEI DATI PER L'ANALISI .....	8
2.6.	METODI DI CALCOLO DEI TREND DELLE SPECIE .....	8
2.7.	METODI DI CALCOLO DELL'INDICATORE AGGREGATO .....	10
<b>3.</b>	<b>IL <i>FARMLAND BIRD INDEX</i> REGIONALE NEL PERIODO 2000-2022 .....</b>	<b>12</b>
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> .....	17
<b>4.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>19</b>
<b>5.</b>	<b>RINGRAZIAMENTI.....</b>	<b>20</b>

## 1. DESCRIZIONE DELLA BANCA DATI REGIONALE 2000-2022

La banca dati relativa al territorio regionale consta di 122.079 record di Uccelli, rilevati in 11.939 punti d'ascolto realizzati tra il 2000 e il 2022 e distribuiti in 185 particelle UTM 10x10 km riferiti al programma randomizzato<sup>1</sup>. Nel 2022 sono stati realizzati 576 punti d'ascolto distribuiti in 39 particelle durante i quali sono stati registrati 6.542 record di osservazioni di individui.

Il numero delle particelle (Figura 1) e dei punti rilevati messi a disposizione dal progetto MITO2000 grazie al contributo di Regione Lombardia (D.G. Agricoltura) che ha finanziato la raccolta dati dal 2001 al 2013, si è mantenuto relativamente stabile negli anni, con valori leggermente più bassi nel periodo 2007-2011. Negli anni 2012 e 2013 il programma è stato in parte sostenuto dal Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste – Masaf (già Mipaaf), in seguito dal 2014 il progetto è stato totalmente finanziato e sostenuto dal Masaf nell'ambito delle attività della Rete Rurale Nazionale (RRN). Grazie al presente progetto infatti è stato possibile aumentare nuovamente il numero delle particelle campionate, che si è assestato stabilmente sopra le 40 unità a partire dal 2017. Nell'ultimo biennio il numero di particelle visitate si è stabilizzato sulle 39 unità.

Per maggiori dettagli sul contenuto della Banca Dati si veda la Sezione “Metodologie e Database 2000-2022” scaricabile alla pagina [www.reterurale.it/farmlandbirdindex](http://www.reterurale.it/farmlandbirdindex).

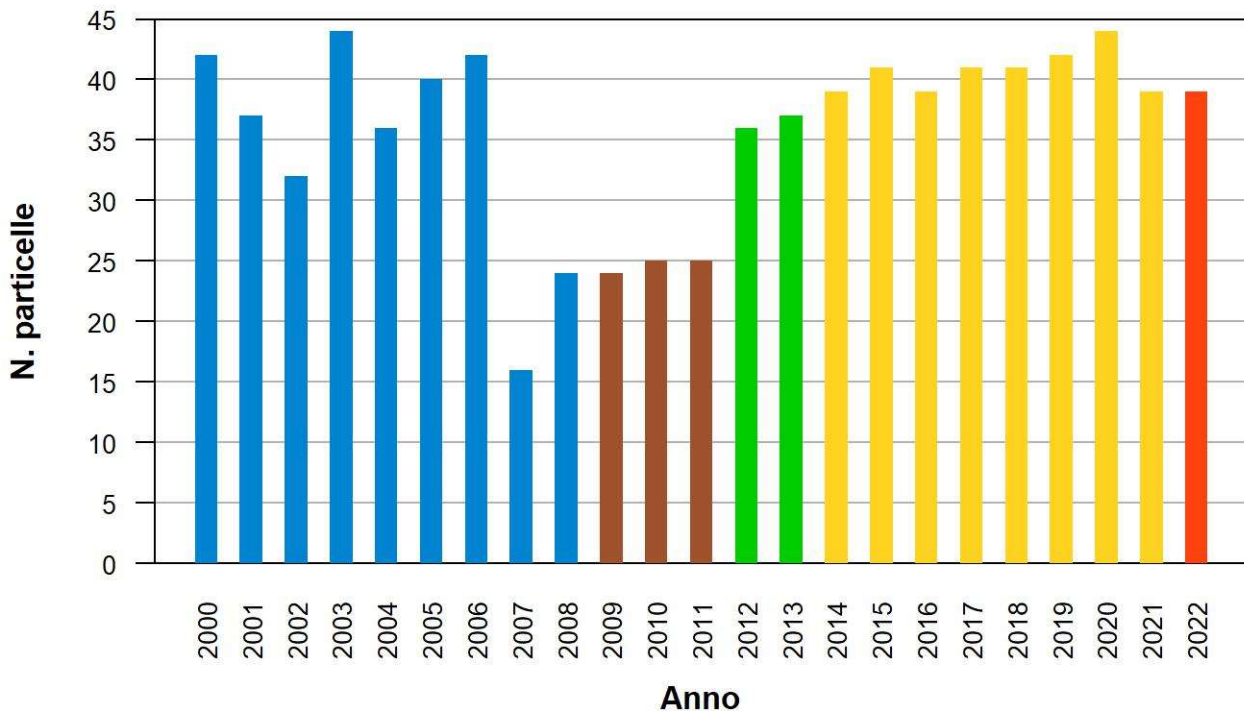


Figura 1. Numero delle particelle monitorate ogni anno: in blu i dati disponibili nella banca dati del progetto MITO2000 finanziati in gran parte dal progetto della Banca Dati Ornitologica Regionale (BDOR), in marrone i dati raccolti esclusivamente dal progetto BDOR, in verde gli anni in cui i rilievi BDOR sono stati integrati grazie al sostegno di RRN, in giallo i dati raccolti grazie al sostegno esclusivo della RRN, in rosso l'ultima stagione.

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 2000-2022 (vedi paragrafo 2.5). Il set di dati utilizzati nelle analisi è pertanto relativo alle 88 particelle UTM 10x10 km illustrate nella Figura 2, da cui si evince che 20 particelle presentano una serie storica composta da oltre 10 anni di

<sup>1</sup> 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.

monitoraggio effettuato tra il 2000 e il 2022 e per 9 particelle la serie è almeno ventennale.

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.

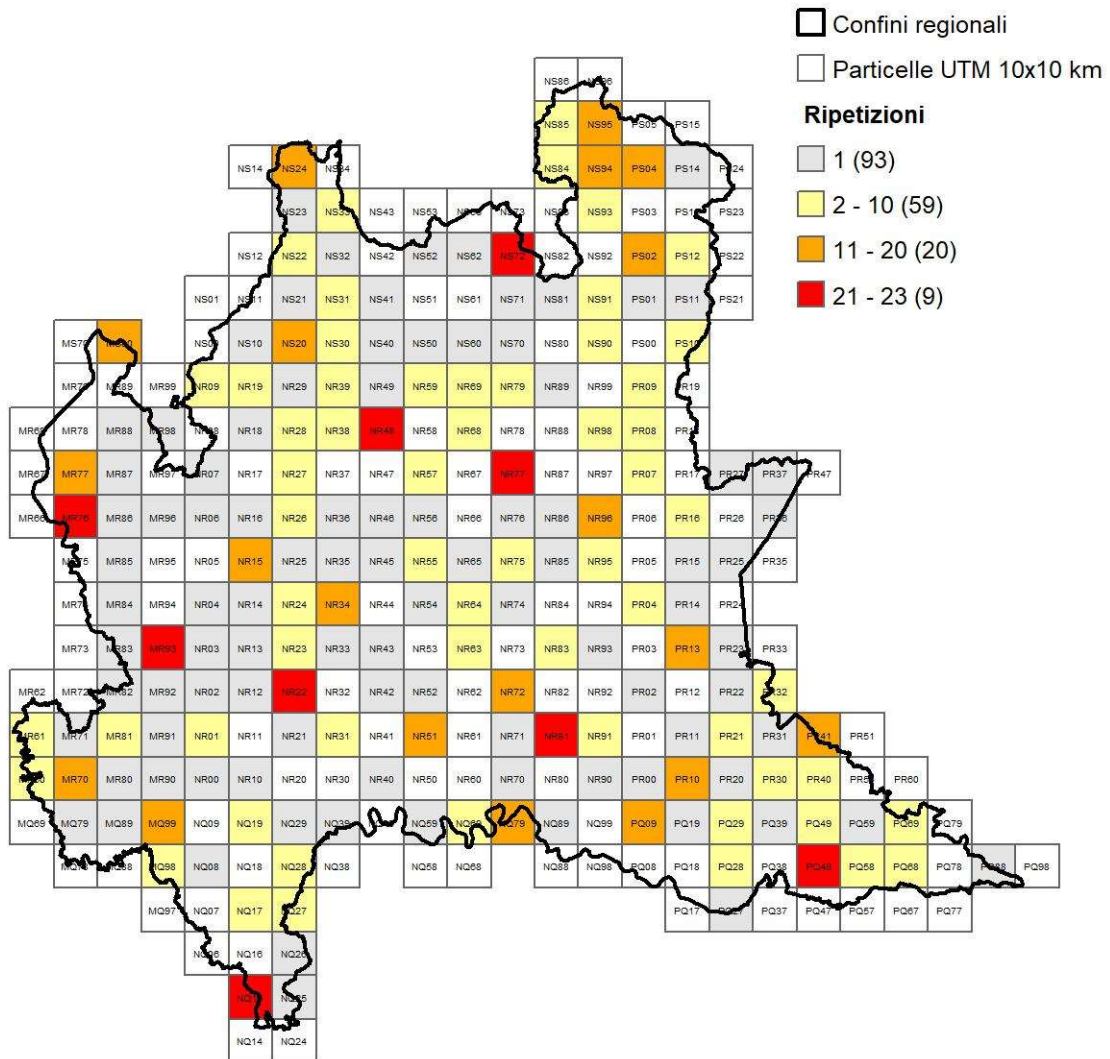


Figura 2. Particelle UTM 10x10 km utilizzate nel calcolo degli andamenti delle specie tipiche di ambiente agricolo e dell'andamento del Farmland Bird Index: le particelle sono distinte in base al numero di ripetizioni annuali.

Le analisi hanno preso in considerazione complessivamente 9.945 e 9.818 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	330	311
2001	337	330
2002	288	282
2003	358	336
2004	290	287
2005	379	366
2006	426	414
2007	218	217
2008	306	305
2009	305	304
2010	329	328
2011	342	341
2012	488	477
2013	490	480
2014	532	524
2015	566	562
2016	542	542
2017	577	572
2018	558	557
2019	576	576
2020	614	613
2021	547	547
2022	547	547

## 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](http://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 tra il 15 maggio e il 30 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 predispone 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. Questo è proprio il caso di Regione Lombardia, che ha contribuito in maniera autonoma al progetto finanziando la raccolta dei dati tra il 2001 ed il 2012.

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 2022), denominato `rtrim` (Bogaart *et al.* 2018).

TRIM consente di analizzare le serie temporali di dati attraverso modelli log-lineari (McCullagh & Nedler 1989; Agresti 1990) 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, ovvero il coefficiente per il quale moltiplicare il valore dell'indice riferito a un determinato anno per ottenere il valore dell'indice riferito all'anno successivo (es.: con una tendenza moltiplicativa di 0,95 l'indice passerà in due anni da 100 a 90,25; indice anno 0 = 100, indice anno 1 =  $100 \times 0,95 = 95$ , indice anno 2 =  $95 \times 0,95 = 90,25$ ). Questo coefficiente è facilmente convertibile in una variazione media annua dell'indice (nel caso precedente un coefficiente di 0,95 corrisponde a una variazione media annua di -5%).

Questa tendenza di lungo periodo viene successivamente classificata secondo un metodo standard definito a scala europea dall'EBCC (*European Bird Census Council*). L'attribuzione del trend a una delle possibili categorie viene effettuata tenendo in considerazione sia il valore della variazione media annua (tendenza moltiplicativa), sia il suo grado di incertezza statistica, costituito dall'intervallo di confidenza al 95%. La categoria di un trend non dipende dunque solo dall'entità del cambiamento medio annuo nell'indice di popolazione ma anche dal grado di accuratezza statistica della stima. Per questo motivo possono verificarsi casi in cui, a parità di stima puntuale del trend, due andamenti vengano classificati in maniera differente a seconda dell'ampiezza della stima. Di seguito si riporta la classificazione dei trend mentre in Figura 3 si può osservare una traduzione grafica dei parametri che regolano questa classificazione:

- 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 46 (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.

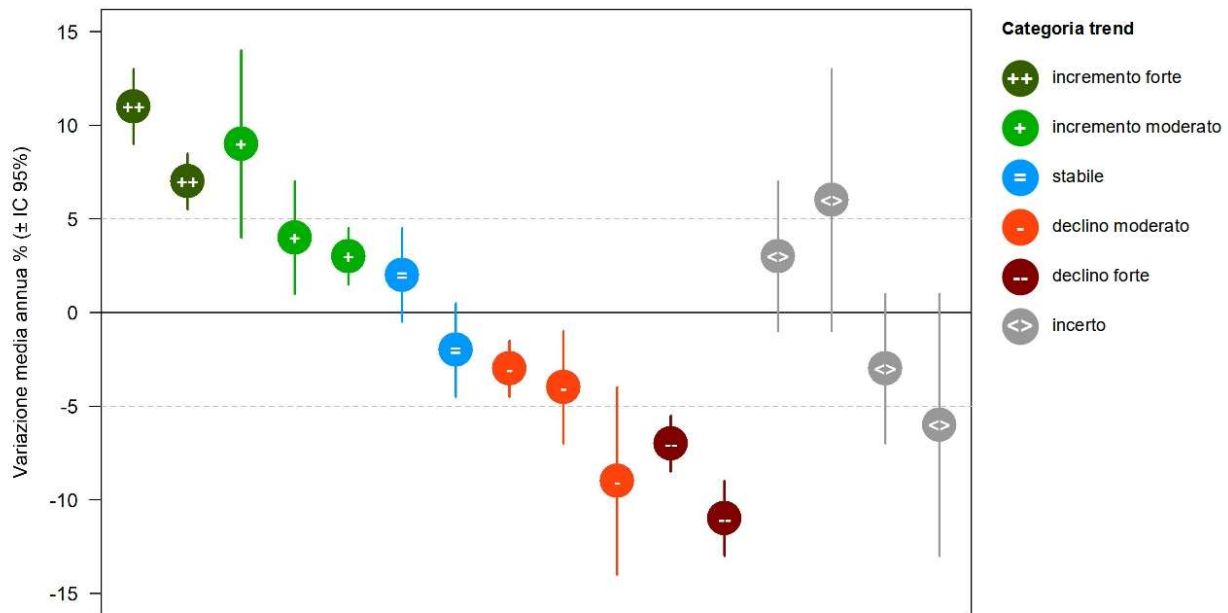


Figura 3. Esempi di classificazione dei trend, la quale avviene in base alla stima della variazione media annua (pallino colorato) e all'incertezza statistica rappresentata dall'intervallo di confidenza al 95% (barre).

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 la tendenza 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 2000-2022

#### 3.1. IL FARMLAND BIRD INDEX

Nella programmazione 2014-2020 della Politica Agricola Comune, prorogata sino al 2022, viene riconfermato l'indicatore di contesto ambientale C35 "Indice dell'avifauna in habitat agricolo (FBI)" (allegato 4 del Regolamento UE n. 808/2014<sup>2</sup>) che quindi si conferma un indicatore idoneo a rappresentare lo stato di salute degli ambienti agricoli europei e nazionali. Gli indicatori di contesto<sup>3</sup> 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 specie tipiche degli ambienti agricoli regionali per le quali è stato possibile calcolare gli indici annuali di popolazione. L'andamento dell'indicatore composito è mostrato in Figura 4 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 dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste, 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. La lista delle specie che compongono l'indicatore FBI regionale in Lombardia è stata successivamente aggiornata nel 2010, grazie al contributo dell'Università degli Studi di Pavia e dell'Associazione FaunaViva, determinando l'eliminazione delle specie più rarefatte sul territorio regionale (Università degli Studi di Pavia & Associazione FaunaViva 2010).

<sup>2</sup> 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).

<sup>3</sup> 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>

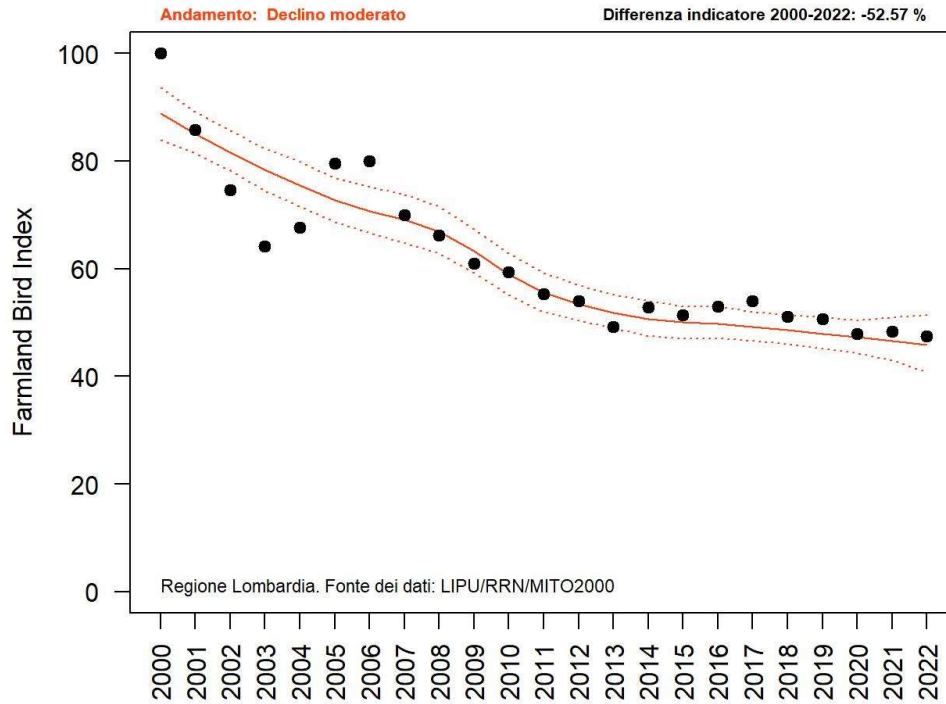


Figura 4. Andamento del *Farmland Bird Index* regionale nel periodo 2000-2022. I punti indicano i valori annuali del *Farmland Bird Index* (calcolato come media geometrica degli andamenti delle singole specie), la linea continua e le linee tratteggiate rappresentano rispettivamente la tendenza dell'indicatore ed il relativo intervallo di confidenza al 95% (stimati con MSIttools).

Tabella 2. Valori assunti dal *Farmland Bird Index* nel periodo 2000-2022.

Anno	FBI	Anno	FBI
2000	100,00	2012	54,03
2001	85,76	2013	49,22
2002	74,65	2014	52,84
2003	64,22	2015	51,36
2004	67,60	2016	53,01
2005	79,61	2017	53,98
2006	80,01	2018	51,02
2007	69,89	2019	50,65
2008	66,17	2020	47,86
2009	61,00	2021	48,33
2010	59,37	2022	47,43
2011	55,36		

### 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 Lombardia è riportato in *Tabella 3*.

*Tabella 3. Riepilogo degli andamenti di popolazione registrati nei 23 anni di indagine, per le specie degli ambienti agricoli. Per ciascuna specie sono riportati l'andamento di popolazione stimato per il periodo 2000-2022, 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 2000-2022 (Sig.). Simboli utilizzati per gli andamenti: DD: dati insufficienti; =: stabile; +: incremento moderato; ++: incremento forte; -: declino moderato; --: declino forte; <=: incerto.*

Specie	2000 2022	Metodo	N. positivi	N. siti	Variazione media annua $\pm$ ES	Sig.
Gheppio	+	PA	381	71	1,97 $\pm$ 0,71	*
Piccione torraio	+	PA	408	60	4,18 $\pm$ 0,73	**
Tortora dal collare	=	PA	500	63	0,64 $\pm$ 0,42	
Tortora selvatica	-	PA	289	49	-1,66 $\pm$ 0,79	*
Gruccione	+	PA	154	35	5,23 $\pm$ 1,85	**
Allodola	--	PA	326	54	-9,41 $\pm$ 0,54	**
Rondine	-	PA	567	81	-3,8 $\pm$ 0,36	**
Prispalone	=	PA	159	33	-1,38 $\pm$ 0,81	
Cutrettola	-	PA	316	40	-2,7 $\pm$ 0,54	**
Ballerina bianca	-	PA	418	74	-2,35 $\pm$ 0,44	**
Usignolo	-	PA	426	58	-1,02 $\pm$ 0,34	**
Saltimpalo	--	PA	104	46	-21,79 $\pm$ 5,54	**
Usignolo di fiume	-	PA	200	47	-6,04 $\pm$ 0,78	**
Averla piccola	-	PA	167	53	-7,1 $\pm$ 1,69	**
Gazza	++	PA	419	56	6,79 $\pm$ 0,62	**
Cornacchia grigia	+	PA	612	85	0,7 $\pm$ 0,33	*
Storno	-	PA	500	68	-3,12 $\pm$ 0,44	**
Passera d'Italia	--	PA	629	83	-6,21 $\pm$ 0,55	**
Passera mattugia	-	PA	467	74	-2,37 $\pm$ 0,63	**
Verdone	--	PA	372	72	-6,69 $\pm$ 0,63	**
Cardellino	--	PA	476	83	-6,6 $\pm$ 0,53	**
Zigolo giallo	-	PA	74	17	-4,08 $\pm$ 1,39	**

Nella Figura 5 si riporta la suddivisione delle specie legate agli ambienti agricoli in base all'andamento di popolazione e il suo andamento negli anni di progetto.

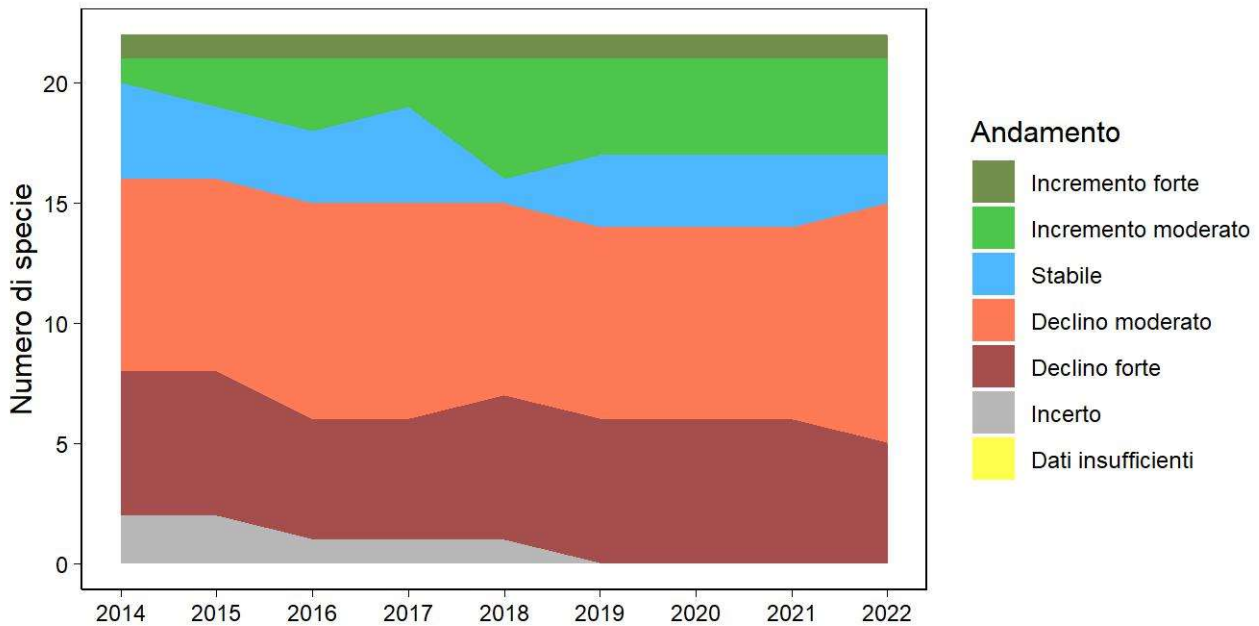


Figura 5. Categorie di andamento delle specie agricole negli anni.

### 3.3. CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI OTTENUTI

I dati raccolti tra il 2012 e il 2022 con il contributo, parziale o totale, del Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste, congiuntamente a quelli già presenti nella banca dati del progetto MITO2000 relativi al periodo 2000-2013 (in Lombardia i dati del progetto MITO2000 sono stati raccolti grazie al coordinamento di FaunaViva e finanziati da Regione Lombardia), consentono, ormai dal 2019, di definire con certezza le tendenze in atto di tutte e 22 le specie considerate nel calcolo del *Farmland Bird Index* regionale (Tabella 3 e Figura 5).

**Il *Farmland Bird Index* di Regione Lombardia mostra un andamento palesemente decrescente che ha portato sostanzialmente il valore dell'indicatore a dimezzarsi in poco più di vent'anni. Nonostante sembri che il declino del *Farmland Bird Index* stia in qualche modo rallentando, non si ravvedono inversioni di tendenza e l'ultimo valore registrato è il più basso dell'intera serie storica (47,43% - Tabella 2 e Figura 4).**

L'andamento dell'indicatore risulta molto regolare a partire dal 2007 mentre, nel periodo precedente, si sono osservate oscillazioni più consistenti. **Dal punto di vista numerico il *Farmland Bird Index* regionale risulta decisamente robusto, soprattutto grazie alla presenza di una banca dati corposa, frutto di una attenta pianificazione e di un importante supporto economico che ha accompagnato il progetto regionale fin dal suo inizio, garantendo una regolarità dei campionamenti che ha pochi pari nel contesto nazionale.** Ciò ha consentito di creare un importante nucleo di particelle visitate molto regolarmente negli anni, elemento fondamentale per l'affidabilità delle stime. La banca dati regionale e l'attuale piano di campionamento sono dunque da considerarsi assolutamente idonei agli obiettivi di progetto.

Come conseguenza di quanto sopra esposto, le stime degli andamenti delle singole specie, così come quelle dell'indicatore aggregato, sono ormai consolidate.

Rispetto al 2021 il numero delle specie in declino è aumentato ulteriormente: l'andamento della tortora selvatica, stimato come "stabile" fino allo scorso anno, da quest'anno viene classificato in declino moderato secondo la classificazione EBCC (vedi paragrafo 2.6).

Le considerazioni relative ai singoli andamenti di popolazione rimangono dunque invariate. Le specie in incremento (gheppio, piccione, gazza e cornacchia grigia) sono perlopiù generaliste dal punto di vista della selezione dell'habitat, mostrando inoltre un certo grado di sinantropismo. Diverso è il caso del gruccione che può essere considerato a tutti gli effetti uno dei "*climate winners*", ovvero una delle specie termofile sostanzialmente favorite dal recente incremento delle temperature globali (Stiels *et al.* 2021; Maselli 2022).

**Le specie in declino sono salite a 15 su un totale di 22 considerate nel calcolo del *Farmland Bird Index*.**

**Per 5 di esse il declino è “forte” ed ha portato questo gruppo a perdere mediamente oltre l’80% del valore iniziale dell’indice di popolazione. Per le altre specie il declino è classificato come “moderato”: per questo secondo gruppo la perdita media di valore dell’indice di popolazione, stimata al 2022, è comunque superiore al 55%. Come già sostenuto in passato si ritiene che questi dati rendano doveroso un chiarimento relativo alle terminologie utilizzate e alla differenza tra un punto di vista statistico ed uno conservazionistico: il termine “moderato” con cui vengono classificati alcuni indici di popolazione, in incremento o declino, si riferisce a determinati intervalli di valori nei quali può ricadere la variazione media annua degli stessi indici. In un’ottica conservazionistica il dimezzamento, in poco più di vent’anni, dei contingenti riproduttivi di alcune specie o, ancor peggio, dell’indicatore aggregato, non possono essere in alcun modo considerati fenomeni “moderati”. D’altronde, la notevole eterogeneità di preferenze ecologiche che caratterizza il gruppo delle specie in declino testimonia l’esistenza di una generale e diffusa situazione di crisi degli ambienti agricoli regionali dal punto di vista della qualità ambientale e della funzionalità ecologica.**

A supporto dell’affidabilità dei risultati di questo progetto è importante evidenziare che altre indagini condotte nell’ambito del programma regionale di monitoraggio delle specie nidificanti su un set di dati indipendenti ha condotto a risultati praticamente sovrapponibili per le specie a vocazione agricola (Calvi & Vitulano 2022). Se, da un lato, ciò consente di certificare la qualità della banca dati regionale, dall’altro non lascia spazio a dubbi sulla criticità della situazione che stanno vivendo gli uccelli nidificanti e, più in generale, la biodiversità, negli agroecosistemi lombardi.

In quanto indicatore di contesto della Politica Agricola Comune il *Farmland Bird Index* fornisce indicazioni circa lo stato di salute generale della biodiversità legata agli ambienti rurali in un determinato territorio. **L’andamento del *Farmland Bird Index* regionale dà indicazioni inequivocabili sul deterioramento della qualità ambientale negli ecosistemi regionali richiamando l’attenzione sulla necessità di trovare nuove modalità di declinazione delle politiche rurali più attente alla tutela dell’ambiente e, di conseguenza, al benessere e alla salute della popolazione.**

**Il quadro complessivo che emerge dai risultati, considerando sia l’andamento dell’indicatore aggregato sia quello dei singoli indici di popolazione è infatti molto grave. Molte specie hanno subito un collasso demografico e ciò rispecchia verosimilmente una crisi più generale della biodiversità negli ambienti agricoli regionali, che la politica rurale in questi anni non ha saputo contrastare, rappresentandone invece una delle principali concause.**



### 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 6. 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.

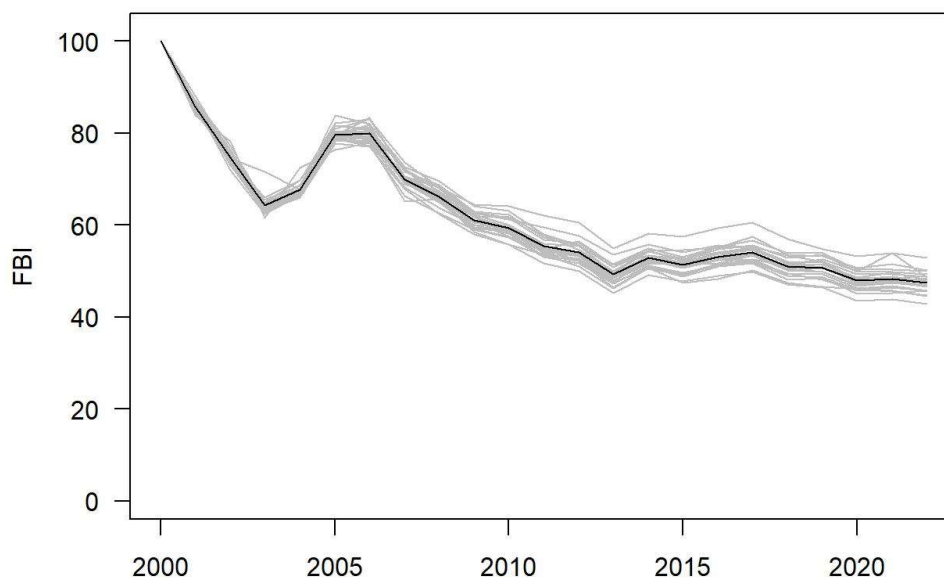


Figura 6. *Farmland Bird Index* regionale nella sua versione definitiva (linea nera) e nelle versioni risultanti dal ricalcolo dell'indicatore effettuato togliendo di volta in volta una delle specie agricole.

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 7.

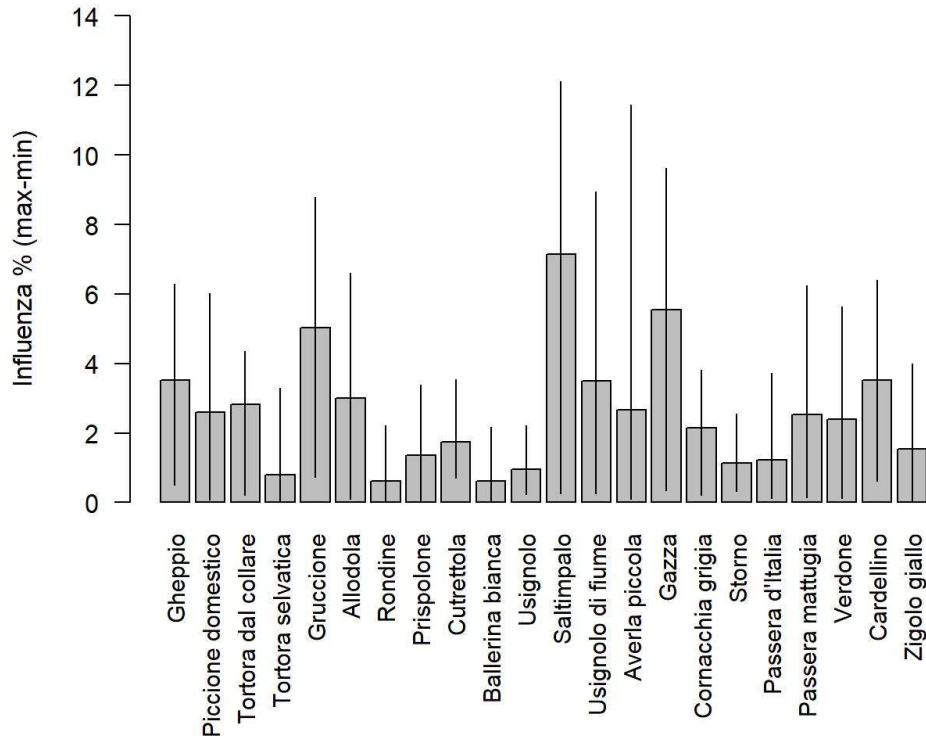


Figura 7. Sensitività del *Farmland Bird Index* al contributo delle singole specie. Per ogni specie è stata stimata la differenza percentuale in valore assoluto tra il *Farmland Bird Index* e l'indicatore ricalcolato senza considerare la specie stessa. Le colonne rappresentano i valori medi negli anni di indagine; le barre di errore il range dei valori.

## 4. BIBLIOGRAFIA

- Agresti, A. (1990). *Categorical data analysis*. John Wiley, New York.
- Blondel, J., Ferry, C. & Frochot, 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*.
- Calvi, G. & Vitulano, S. (2022). Servizio di monitoraggio dell'avifauna nidificante in Lombardia - Anno 2022.
- Fornasari, L., de Carli, E., Brambilla, S., Buvoli, L., Maritan, E. & Mingozi, T. (2002). Distribuzione dell'Avifauna nidificante in Italia: primo bollettino del progetto di Monitoraggio MITO2000. *Avocetta*, 26, 59–115.
- 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.
- Maselli, M. (2022). Gruccione. In: *Atlante degli Uccelli nidificanti in Italia*, historia nature (eds. Lardelli, R., Bogliani, G., Bricchetti, P., Caprio, E., Celada, C., Conca, G., et al.). Edizioni Belvedere, Latina, pp. 302–303.
- McCullagh, P. & Nedler, J.A. (1989). *Generalized Linear Models*. Chapman & Hall, London.
- R Core Team. (2022). R: A Language and Environment for Statistical Computing.
- 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.
- Stiels, D., Bastian, H.-V., Bastian, A., Schidelko, K. & Engler, J.O. (2021). An iconic messenger of climate change? Predicting the range dynamics of the European Bee-eater (*Merops apiaster*). *J. Ornithol.*
- van Strien, A.J., Soldaat, L.L. & Gregory, R.D. (2012). Desirable mathematical properties of indicators for biodiversity change. *Ecol. Indic.*, 14, 202–208.
- Università degli Studi di Pavia & Associazione FaunaViva. (2010). *Farmland Bird Index della Regione Lombardia*. Regione Lombardia - DG Agricoltura.
- Voříšek, P., Klvaňová, A., Wotton, S. & Gregory, R.D. (Eds.). (2008). *A best practice guide for wild bird monitoring schemes*. CSO/RSPB.

## 5. RINGRAZIAMENTI

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

*Coordinatore:* Ass. FaunaViva (2000-2008)

*Rilevatori:* G. Agostani, M. Allegri, F. Baccalini, L. Bani, R. Barezzani, E. Bassi, G. Bazzi, M. Belardi, R. Bertoli, M. Biasioli, P. Bonazzi, M. Bonetti, L. Bontardelli, P. Bonvicini, S. Brambilla, R. Brembilla, M. Caffi, E. Cairo, G. Calvi, M. Canziani, S. Capelli, F. Cecere, F. Ceresa, S. Colaone, P. Cucchi, R. Facoetti, F. Farina, M. Favaron, A. Ferri, I. Festari, L. Fornasari, A. Galimberti, A. Gargioni, G. Gottardi, N. Grattini, W. Guenzani, M. Guerrini, R. Leo, R. Lerco, D. Longhi, L. Longo, G. Lucia, L. Maffezzoli, S. Mantovani, L. Marchesi, M. Marconi, C. Martignoni, A. Micheli, S. Milesi, C. Movalli, A. Nevola, M. Nova, F. Ornaghi, F. Orsenigo, E. Perani, V. Perin, G. Piotti, S. Ravara, G. Redaelli, S. Riva, A. Rossi, C. Rovelli, D. Rubolini, M. Sacchi, R. Sacchi, C. Sbravati, C. Scandolara, M. Sighele, J. Tonetti, M. Valota, A. Viganò

*Enti finanziatori:* 2001-2008 Regione Lombardia - D.G. Agricoltura