

Farmland Bird Index e andamento di popolazione delle specie

TOSCANA

2000-2025

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:



Federica Luoni, Roberta Righini e Matteo Fontanella

Via Pasubio, 3/bis - 43122 Parma - Telefono 0521 273043 - E-mail: farmlandbird@lipu.it

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

Hanno collaborato anche: Antonio Gardelli, 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.



Via S. Caboto 7/A - 20094 Corsico (MI) - Telefono 3316419659

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 2025 (in ordine alfabetico):

Coordinatori: Guido Tellini Florenzano (D.R.E.A.M. Italia) (2009-2016), Simonetta Cutini (D.R.E.A.M. Italia) (2017-2025), Luca Puglisi (COT) (2009-2025)

Rilevatori: Emiliano Arcamone, Giancarlo Battaglia, Tommaso Campedelli, Alberto Chiti-Batelli, Iacopo Corsi, Barbara Cursano, Simonetta Cutini, Michele Giunti, Marco Lebboroni, Guglielmo Londi, Angelo Meschini, Ewa Oryl, Francesco Pezzo, Sandro Piazzini, Luca Puglisi, Davide Ridente, Alessandro Sacchetti, Roberto Savio, Guido Tellini Florenzano, Marco Valtriani, Lorenzo Vanni, Ursula Veken, Andrea Vezzani

Enti finanziatori: 2009-2013 Regione Toscana, Direzione Generale dello Sviluppo Economico, Settore Politiche agroambientali, attività faunistica-venatoria e pesca dilettantistica. Beneficiario COT

Per la citazione di questo documento si raccomanda: Rete Nazionale della Pac & Lipu (2025). Toscana – *Farmland Bird Index* e andamenti di popolazione delle specie 2000-2025.

Indice

1.	DESCRIZIONE DELLA BANCA DATI REGIONALE 2000-2025	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.....	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
3.	IL <i>FARMLAND BIRD INDEX</i> REGIONALE NEL PERIODO 2000-2025	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>	17
4.	BIBLIOGRAFIA.....	19
5.	RINGRAZIAMENTI.....	20

1. DESCRIZIONE DELLA BANCA DATI REGIONALE 2000-2025

La banca dati relativa al territorio regionale consta di 195.901 record di Uccelli, rilevati in 14.166 punti d'ascolto realizzati tra il 2000 e il 2025 e distribuiti in 168 particelle UTM 10x10 km riferiti al programma randomizzato¹. Nel 2025 sono stati realizzati 690 punti d'ascolto, distribuiti in 44 particelle, durante i quali sono stati registrati 9.854 record di osservazioni di individui.

Il numero delle particelle (Figura 1) e dei punti (Figura 2) rilevati in Toscana si è mantenuto relativamente stabile negli anni ad esclusione dell'anno 2005, quando si è registrato il numero minimo di particelle censite. I dati sono stati messi a disposizione dal progetto MITO2000 - avviato nel 2000 grazie ad un contributo iniziale dell'allora Ministero dell'Ambiente e proseguito sia grazie a contributi volontari che grazie alla raccolta dati finanziata dalla Regione Toscana nell'ambito di un progetto di monitoraggio regionale gestito dal COT (Centro Ornitologico Toscano) e durato fino al 2014.

A partire dal 2009 il programma è stato in buona parte sostenuto e integrato dal Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste – Masaf (già Mipaaf) che, nell'ambito delle attività della Rete Rurale Nazionale – RRN, ha integrato l'archivio dati disponibile con un numero di particelle che è cresciuto gradualmente senza più scendere sotto le 40 unità dopo il 2016. A partire dal 2025 il progetto di monitoraggio rientra nell'ambito del Rete Nazionale della PAC 2025-2027 e il numero di particelle visitate è stato pari a 44.

Per maggiori dettagli sul contenuto della Banca Dati si veda la Sezione “Metodologie e Database 2000-2025” scaricabile alla pagina www.reterurale.it/farmlandbirdindex.

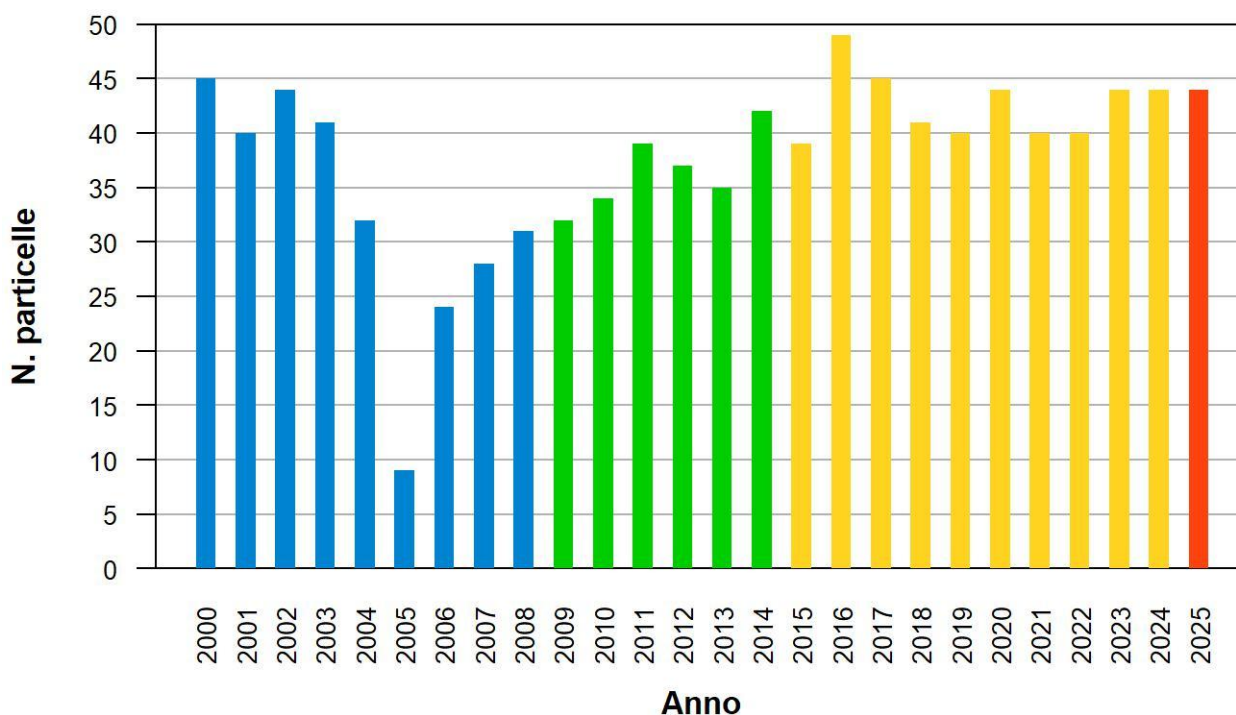


Figura 1. Numero di particelle monitorate ogni anno: in blu i dati presenti nella banca dati del progetto MITO2000 dove sono confluiti anche i dati raccolti grazie al finanziamento regionale (attraverso il COT), in verde gli anni in cui i dati sono stati raccolti sia da RRN sia da Regione Toscana (attraverso il COT), in giallo i dati raccolti esclusivamente 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.

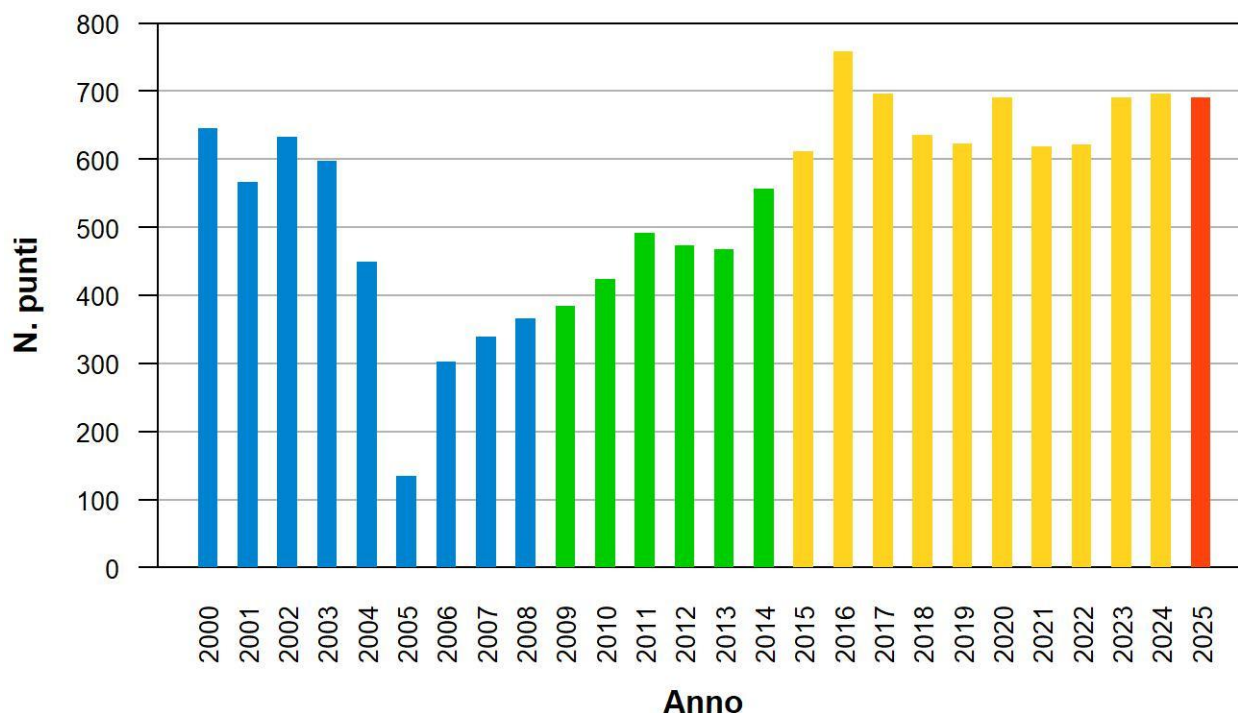


Figura 2. Numero dei punti monitorati ogni anno: in blu i dati presenti nella banca dati del progetto MITO2000 dove sono confluiti anche i dati raccolti grazie al finanziamento regionale (attraverso il COT), in verde gli anni in cui i dati sono stati raccolti sia da RRN sia da Regione Toscana (attraverso il COT), in giallo i dati raccolti esclusivamente grazie al sostegno della RRN, in rosso l'ultima stagione.

La metodologia adottata per i dati regionali prevede l'analisi basata sui singoli punti di ascolto (quadrati UTM 1x1 km) anziché sulle particelle (si veda il paragrafo 2.5).

Per la definizione degli andamenti di popolazione delle specie di ambiente agricolo vengono utilizzati i dati riferiti ai punti d'ascolto ripetuti almeno due volte nel periodo 2000-2025 (si veda il paragrafo 2.5). Il set di dati utilizzati nelle analisi è pertanto costituito da 1855 stazioni di campionamento illustrate nella Figura 3, da cui si evince che 337 di esse presentano una serie storica composta da almeno 11 anni di monitoraggio effettuato tra il 2000 e il 2025 e per alte 83 stazioni la serie storica disponibile supera i 20 anni.

Le analisi hanno preso in considerazione complessivamente 13.052 punti; la Tabella 1 mostra i punti utilizzati suddivisi per anno nel periodo considerato.

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	Anno	Numero punti di ascolto
2000	389	2013	458
2001	352	2014	536
2002	476	2015	593
2003	462	2016	741
2004	299	2017	676
2005	121	2018	636
2006	289	2019	623
2007	328	2020	691
2008	355	2021	618
2009	378	2022	621
2010	406	2023	687
2011	474	2024	695
2012	464	2025	684

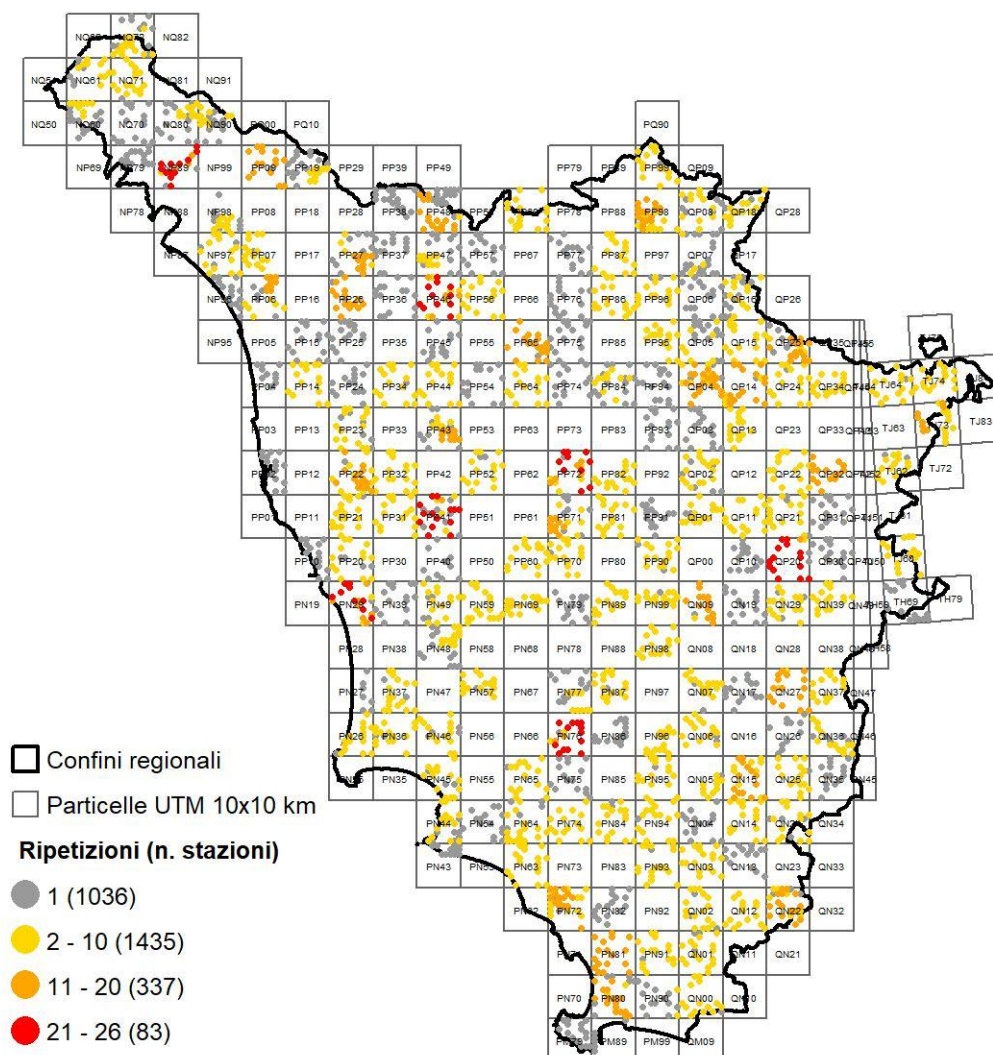


Figura 3. Punti di ascolto utilizzati nel calcolo degli andamenti delle specie tipiche di ambiente agricolo e dell'andamento del Farmland Bird Index: i punti sono distinti in base al numero di ripetizioni annuali. In legenda tra parentesi viene riportato il numero di stazioni per ogni categoria di ripetizioni.

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 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 Toscana, che ha contribuito in maniera autonoma al progetto finanziando la raccolta dei dati tra il 2001 ed il 2014.

Di norma le analisi sono 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 della regione Toscana, tuttavia, la banca dati regionale contiene informazioni provenienti da differenti progetti di monitoraggio con piani di campionamento differenti in relazione alla copertura delle singole particelle. Tale situazione rende poco efficace la procedura di selezione dei dati normalmente adottata e precedentemente descritta poiché porterebbe all'esclusione di un grande numero di punti di ascolto dal calcolo degli andamenti di popolazione.

Al fine di valorizzare nel miglior modo possibile la banca dati regionale, utilizzando dunque il maggior numero di dati, si è deciso di procedere al calcolo degli andamenti di popolazione utilizzando quale unità territoriale le singole stazioni di campionamento.

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 (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, dell'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 vengono 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 52 (corrispondente ad una media di due casi positivi per anno). Per la regione Toscana, poiché le analisi sono state condotte esclusivamente utilizzando i punti quali unità di campionamento, è stata utilizzata la soglia di 98 casi positivi². 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 Tale soglia è stata individuata confrontando, per tutte le regioni coinvolte nel progetto e per tutte le specie rilevate, il numero di casi positivi per particelle e punti. Si è dunque visto che alla soglia di 50 casi positivi, considerando le particelle, corrisponde un valore di 94 casi positivi riferiti ai singoli punti di ascolto.

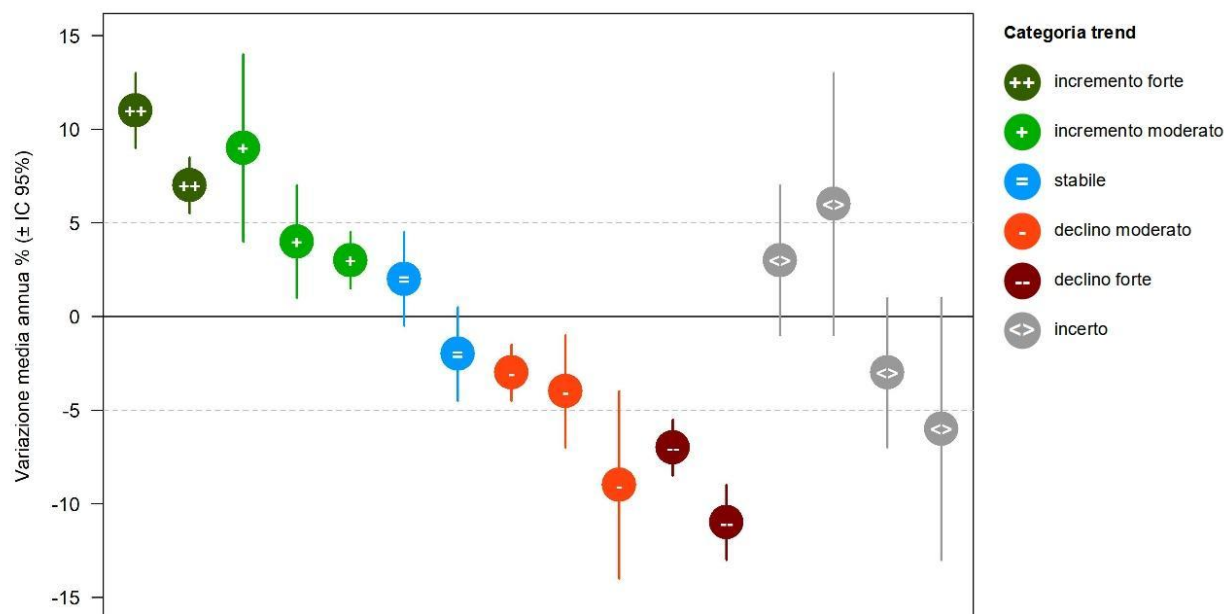


Figura 3. . Esempi di classificazione dei trend, la quale avviene in base alla stima della variazione media annua (pallino colorato) e all'incertezza statistica rappresentata dall'intervallo di confidenza al 95% (barre).

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 della sezione 3.4 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 MSIttools 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 2000-2025

3.1. IL FARMLAND BIRD INDEX

Il Farmland Bird Index si dimostra un indicatore idoneo a rappresentare lo stato di salute degli ambienti agricoli nazionali ed europei.

Nell'attuale programmazione della Politica Agricola Comune 2023-2027, il Farmland Bird Index è stato riconfermato quale indicatore di contesto C36 "Indice dell'avifauna presente nelle zone agricole (FBI - Farmland Bird Index)" (Regolamento UE n. 2115/2021), in continuità alla precedente programmazione 2014-2022 (nella quale era indicato come l'indicatore di contesto ambientale C35 "Indice dell'avifauna in habitat agricolo (FBI)", allegato 4 del Regolamento UE n. 808/2014³).

In qualità di **indicatore di contesto**, fornisce una rappresentazione delle condizioni ambientali complessive e della qualità degli habitat agricoli, riflettendo le caratteristiche ecologiche e l'uso del territorio.

Gli indicatori di contesto⁴ rappresentano degli strumenti fondamentali perché forniscono alle istituzioni, alla comunità scientifica ma anche ai cittadini stessi informazioni affidabili e comparabili; essi costituiscono un'utile base conoscitiva per valutare gli impatti conseguiti nell'ambito della programmazione della Politica Agricola Comune, alla luce delle tendenze economiche, sociali, strutturali o ambientali generali, oltre che a fornire informazioni di base necessarie all'individuazione dei fabbisogni di intervento.

È importante ricordare che il Farmland Bird Index è un indicatore di contesto che, come tale e nella forma presentata in questo lavoro, non può essere utilizzato per valutare l'impatto sulla biodiversità dei singoli interventi del CSR (o per le precedenti programmazioni 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 imboschimento mediante indicatori biologici: gli uccelli nidificanti" (fare riferimento alla Sezione 4 alla pagina www.reterurale.it).

Il Farmland Bird Index è, inoltre, un **indicatore composito** in quanto 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. Questa metodologia consente di ottenere una sintesi complessiva dello stato di salute delle popolazioni di uccelli nelle aree agricole aggregando i dati di diverse specie e variabili in un'unica misura rappresentativa, facilitando il monitoraggio delle tendenze generali e l'identificazione di cambiamenti ambientali o di gestione agricola che possono influenzare la biodiversità.

L'andamento dell'FBI è mostrato in Figura 5 e i valori annuali sono riportati nella Tabella 2. Si ricorda che l'indicatore viene ricalcolato annualmente per tutta la serie a disposizione 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.

Per il calcolo dell'indicatore Farmland Bird Index della regione Toscana, in continuità con quanto svolto in passato, si è mantenuto lo stesso set di specie utilizzato dal COT (Centro Ornitologico Toscano 2011) ovvero la lista di specie che definisce l'indicatore nazionale, composta da 28 specie, dalla quale sono state escluse le seguenti specie per motivi biogeografici: calandra, storno nero, passera sarda, ortolano. La lista delle specie agricole utilizzate per il calcolo del Farmland Bird Index toscano risulta dunque composta da 24 specie.

³ 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).

⁴ 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 al seguente link www.reterurale.it.

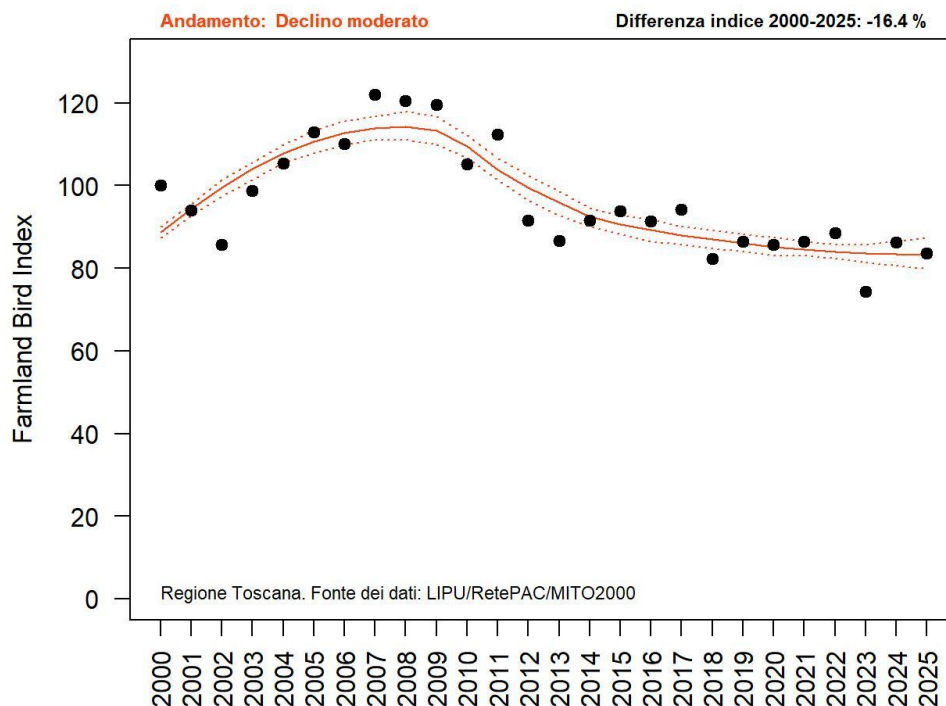


Figura 5. Andamento del Farmland Bird Index regionale nel periodo 2000-2025. I punti indicano i valori annuali del Farmland Bird Index (calcolato come media geometrica degli andamenti delle singole specie), la linea continua e le linee tratteggiate rappresentano rispettivamente la tendenza dell'indicatore ed il relativo intervallo di confidenza al 95% (stimati con MSIttools).

Tabella 2. Valori assunti dal Farmland Bird Index nel periodo 2000-2025.

Anno	FBI	Anno	FBI
2000	100,00	2013	86,68
2001	93,99	2014	91,67
2002	85,70	2015	93,86
2003	98,69	2016	91,46
2004	105,34	2017	94,26
2005	113,01	2018	82,40
2006	110,09	2019	86,38
2007	122,10	2020	85,70
2008	120,45	2021	86,41
2009	119,53	2022	88,58
2010	105,25	2023	74,30
2011	112,42	2024	86,29
2012	91,59	2025	83,60

3.2. ANDAMENTI DI POPOLAZIONE DELLE SPECIE AGRICOLE

L'andamento di popolazione delle 24 specie degli ambienti agricoli individuate per il calcolo del *Farmland Bird Index* regionale in Toscana è riportato in *Tabella 3*.

Tabella 3. Riepilogo degli andamenti di popolazione registrati nei 26 anni di indagine, per le specie degli ambienti agricoli. Per ciascuna specie sono riportati l'andamento di popolazione stimato per il periodo 2000-2025, 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 2000-2025 (Sig.). Simboli utilizzati per gli andamenti: DD: dati insufficienti; =: stabile; +: incremento moderato; ++: incremento forte; -: declino moderato; --: declino forte; <=: incerto.*

Specie	2000 2025	Metodo	N. positivi	N. siti	Variazione media annua \pm ES	Sig.
Gheppio	+	pu	702	428	2,99 \pm 0,65	**
Tortora selvatica	-	pu	4514	1312	-3,09 \pm 0,18	**
Upupa	=	pu	1647	686	-0,20 \pm 0,36	
Torricollo	--	pu	357	247	-7,75 \pm 0,84	**
Calandrella	DD	pu	98	57		
Cappellaccia	+	pu	1578	443	0,70 \pm 0,32	*
Allodola	-	pu	1274	459	-1,19 \pm 0,35	**
Rondine	-	pu	4371	1177	-1,34 \pm 0,21	**
Calandro	DD	pu	59	40		
Cutrettola	=	pu	226	89	1,81 \pm 0,98	
Ballerina bianca	-	pu	1091	578	-4,85 \pm 0,42	**
Usignolo	-	pu	5439	1256	-0,75 \pm 0,15	**
Saltimpalo	-	pu	1169	606	-5,26 \pm 0,36	**
Rigogolo	+	pu	3138	970	1,51 \pm 0,25	**
Averla piccola	-	pu	521	291	-3,30 \pm 0,60	**
Gazza	+	pu	4215	1072	2,44 \pm 0,22	**
Cornacchia grigia	+	pu	6498	1527	1,90 \pm 0,19	**
Sturno	+	pu	5052	1200	2,18 \pm 0,30	**
Passera d'Italia	-	pu	6443	1268	-1,82 \pm 0,16	**
Passera mattugia	-	pu	1988	660	-4,11 \pm 0,30	**
Verzellino	-	pu	5524	1352	-0,80 \pm 0,17	**
Verdone	-	pu	3106	1068	-1,76 \pm 0,24	**
Cardellino	-	pu	4507	1352	-2,22 \pm 0,20	**
Strillozzo	+	pu	2816	754	1,74 \pm 0,25	**

Nella Figura 6 si riporta la suddivisione delle specie legate agli ambienti agricoli in base all'andamento di popolazione e il suo andamento negli anni di progetto.

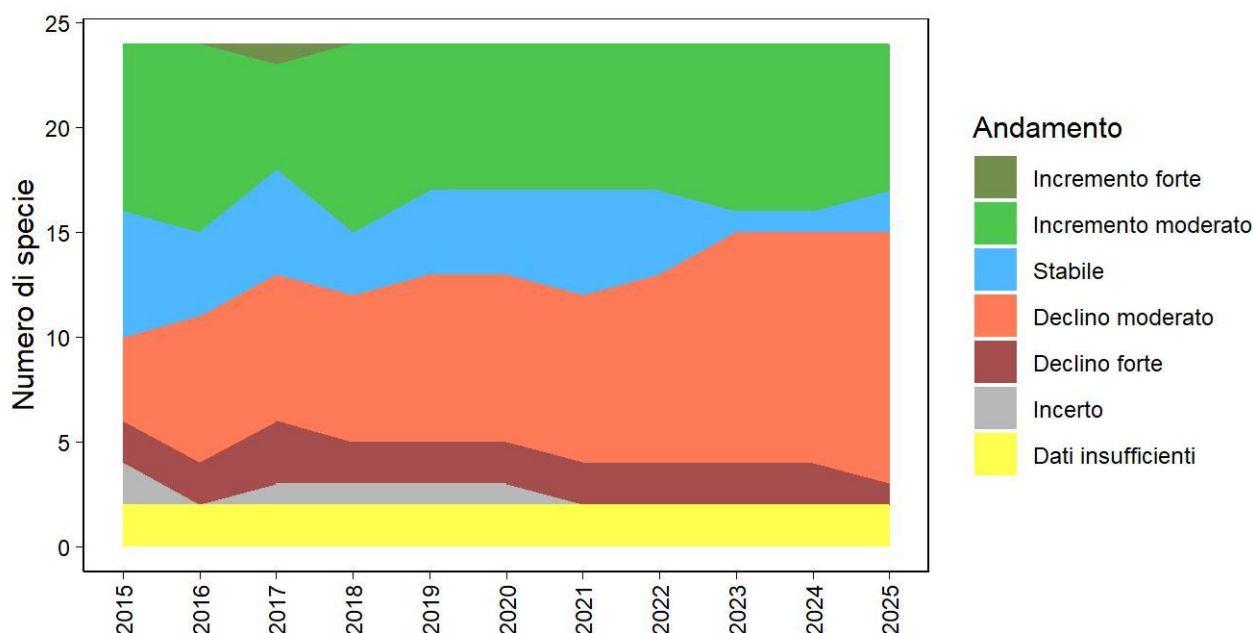


Figura 6. Categorie di andamento delle specie agricole negli anni.

3.3. CONSIDERAZIONI SUI RISULTATI OTTENUTI

I dati raccolti con il contributo del Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste tra il 2009 e il 2025, congiuntamente a quelli presenti nella banca dati regionale (2001-2014) e nella banca dati del progetto MITO2000 (2000-2008), consentono di definire con certezza, al momento attuale, le tendenze in atto di 22 specie sulle 24 considerate (Tabella 3).

Il *Farmland Bird Index* regionale ha mostrato una crescita iniziale culminata con il triennio 2007-2009, dopodiché l'indicatore è progressivamente calato mantenendosi, a partire dal 2012, su valori significativamente inferiori rispetto a quelli del periodo precedente. La tendenza complessiva dell'indicatore viene classificata in "declino moderato". Nel 2025 il valore dell'indicatore è risultato pari all'83,60% di quello iniziale (Figura 5 e Tabella 2).

Dal 2021 tutte le specie per le quali si dispone di dati sufficienti al calcolo del trend, hanno un andamento definito. Rispetto all'ultima stagione riproduttiva si sono verificate due variazioni nella classificazione dei trend. L'andamento della cutrettola è passato da un "incremento moderato" a una situazione di stabilità. Il declino del saltimpalo è invece passato da "forte" a "moderato".

Il numero di specie in declino è stabile dal 2023, anno nel quale ha raggiunto il suo valore più elevato (Figura 6). Le specie in calo sono 13 e di queste il torcicollo è rimasta l'unica il cui declino è classificato come "forte". I declini regionali sono coerenti con quelli registrati a scala nazionale (Rete Nazionale della PAC & Lipu 2025). Le specie "stabili" sul territorio regionale sono soltanto upupa e cutrettola. Le specie in incremento sono infine sette: per due di esse, cappellaccia e storno, l'andamento regionale non è coerente con il declino registrato a scala nazionale (Rete Nazionale della PAC & Lipu 2025).

Per calandrella e calandro, infine, i dati disponibili continuano ad essere al di sotto della soglia stabilita per procedere al calcolo dell'indice di popolazione e del relativo andamento. Pur trattandosi di Passeriformi canori, hanno una distribuzione piuttosto discontinua sul territorio regionale (Puglisi *et al.* 2023), cui non si addice il piano di campionamento randomizzato in uso nel presente progetto. Calandro e calandrella dovrebbero dunque essere monitorati con programmi *ad hoc* e, soprattutto, con piani di campionamento mirati ad indagare estesamente le aree e gli ambienti di elezione sul territorio regionale. Questo tipo di campionamento non è previsto dalla collaborazione tra Rete Nazionale PAC e Lipu ma, trattandosi di sue specie di interesse comunitario, dovrebbe essere condotto nell'ambito delle attività di monitoraggio legate all'applicazione della

Direttiva 2009/147/CE.

La banca dati regionale si conferma una delle più corpose e valide nel panorama nazionale, anche grazie al supporto che Regione Toscana ha garantito prima dell'inizio della collaborazione tra Rete Rurale Nazionale e Lipu. Il *Farmland Bird Index* regionale rappresenta adeguatamente l'andamento complessivo degli indici di popolazione degli uccelli nidificanti nei principali paesaggi agrari della Toscana. Da questo punto di vista è interessante notare il fatto che, a differenza di quanto accaduto in alcune regioni dell'Italia settentrionale, il declino dell'indicatore aggregato non si è mostrato sin dai primi anni del monitoraggio ma sembra avere avuto un inizio più tardivo. Tale andamento potrebbe rispecchiare i processi di intensificazione delle pratiche agricole che, nei sistemi collinari dell'Italia centrale, si sono sviluppati in tempi più recenti rispetto a quanto accaduto ad esempio in Pianura Padana. In questo contesto sarà importante tenere sotto osservazione l'evolversi della situazione attraverso indicatori di biodiversità come il *Farmland Bird Index*. Per far sì che questo strumento mantenga la propria efficacia anche in futuro non bisognerà abbassare gli elevati standard qualitativi regionali nella raccolta dei dati, mantenendo dunque una buona copertura territoriale e garantendo la ripetizione regolare dei rilievi in un elevato numero di stazioni di rilevamento.

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 7. 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.

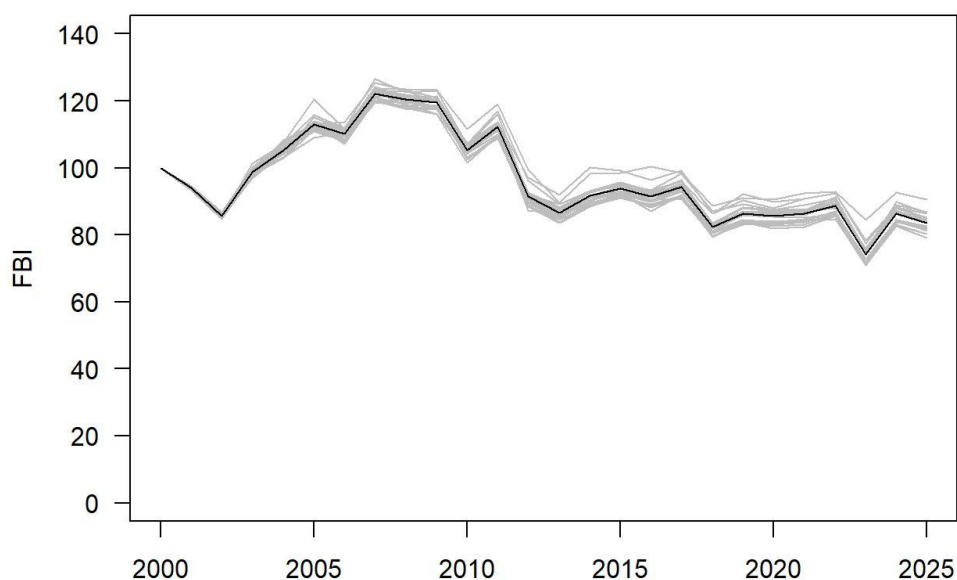


Figura 7. *Farmland Bird Index* regionale nella sua versione definitiva (linea nera) e nelle versioni risultanti dal ricalcolo dell'indicatore effettuato togliendo di volta in volta una delle specie agricole.

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 8.

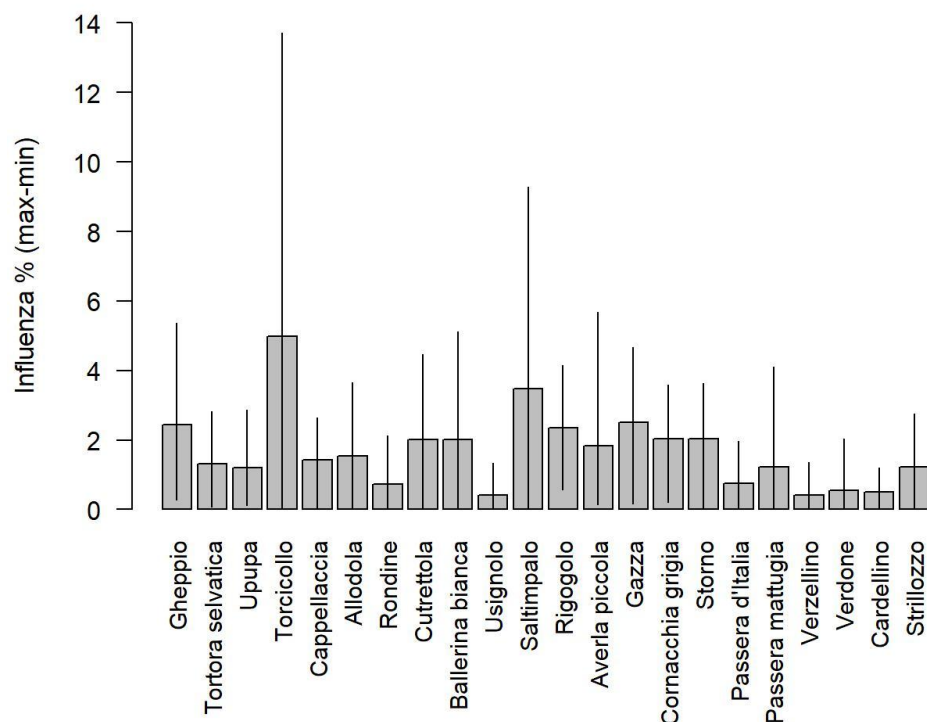


Figura 8. Sensitività del *Farmland Bird Index* al contributo delle singole specie. Per ogni specie è stata stimata la differenza percentuale in valore assoluto tra il *Farmland Bird Index* e l'indicatore ricalcolato senza considerare la specie stessa. Le colonne rappresentano i valori medi negli anni 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*.
- 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.
- Liang, K.-Y. & Zeger, S.L. (1986). Longitudinal Data Analysis Using Generalized Linear Models. *Biometrika*, 73(1), 13–22.
- McCullagh, P. & Nedler, J.A. (1989). *Generalized Linear Models*. Chapman & Hall, London.
- Puglisi, L., Arcamone, E., Franchini, M., Giunchi, D., Meschini, E., Sacchetti, A., *et al.* (Eds.). (2023). *Atlante degli uccelli nidificanti e svernanti in Toscana. 2. Distribuzione, abbondanza e conservazione*. Edizioni Regione Toscana.
- R Core Team. (2022). R: A Language and Environment for Statistical Computing.
- Rete Nazionale della PAC & Lipu. (2025). *Farmland Bird Index nazionale e andamenti di popolazione delle specie in Italia nel periodo 2000-2025*. Rete Nazionale della PAC e Lipu.
- 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.
- 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:

Coordinatori: Guido Tellini Florenzano (COT) (2000-2002), Luca Puglisi (COT) (2003-2008), Guido Tellini Florenzano (D.R.E.Am. Italia) (2006-2008)

Rilevatori: E. Arcamone, N. Baccetti, G. Battaglia, M. Bonora, T. Campedelli, A. Chiti-Batelli, L. Colligiani, I. Corsi, B. Cursano, S. Cutini, L. Favilli, A. Fontanelli, A. Gaggi, P. Giovacchini, M. Giunti, G. Guerrieri, G. Londi, E. Meschini, L. Mini, D. Occhiato, F. Pezzo, S. Piazzini, L. Puglisi, A. Sacchetti, M. Sacchi, M. Salvarani, R. Savio, P. Sposimo, G. Tellini Florenzano, M. Valtriani, L. Vanni, U. Veken, F. Velatta, A. Vezzani

Enti finanziatori: 2000-2008 Regione Toscana, Direzione Generale dello Sviluppo Economico, Settore Politiche agroambientali, attività faunistica-venatoria e pesca dilettantistica. Beneficiario COT