



PROGETTO É ORA DI AIUTARE LE RONDINI

Relazione indagine 2014

Dott. Roberto Ambrosini

Dipartimento di Biotecnologie e Bioscienze
Università degli Studi di Milano - Bicocca

SOMMARIO

Riassunto	3
Introduzione	4
Risultati	5
Sintesi dei dati acquisiti	5
Trend demografico a scala regionale	7
Dati raccolti nel 2014 in ciascun'area di studio	8
Parco Adda Sud	9
PLIS dei colli brianza	10
Pianura cremasca	11
Parco delle Groane	12
Parco di Montevicchio e della Valle del Curone	13
Parco del Mincio	14
Area del Sebino Bresciano	15
Area della Val Seriana	16
Analisi dei trend demografici lungo il periodo di studio 2010-2014	17
Parco della Pineta di Appiano Gentile e Tradate	18
Parco Adda Sud	19
Pianura Cremasca	20
Area di Morbegno	21
Parco delle Groane	22
Parco di Montevicchio e della Valle del Curone	23
Parco del Mincio	24
PLIS dei colli brianza	25
Area del Sebino Bresciano	26
Discussione dei risultati	28
Prospettive future	29
Metodi	31
Scelta del campione di cascate	31
Rilevamento dei dati relativi alla biologia riproduttiva delle rondini	31
Rilevamento dei dati relativi alla struttura degli edifici rurali, all'allevamento ed all'uso del suolo attorno alle cascate	32
Metodi statistici	32
Riferimenti bibliografici	35

Il progetto **“È ora di aiutare le rondini”** è un ambizioso progetto di censimento estensivo delle popolazioni di Rondine (Hirundo rustica) **nidificanti in varie aree della Lombardia** che mira ad ottenere una stima accurata della distribuzione e della consistenza numerica di questa specie. Tale progetto nasce su iniziativa del Parco della Pineta di Appiano Gentile e Tradate, grazie al contributo della Regione Lombardia, alla collaborazione di numerosi gruppi di Guardie Ecologiche Volontarie, e al supporto scientifico del Dipartimento di Biotecnologie e Bioscienze dell'Università di Milano-Bicocca.

Esso si è concretizzato nel 2011, quando è stato svolto un **censimento** delle colonie di rondini nidificanti in 420 cascine in dieci aree di studio in Lombardia. Questo progetto rappresenta il più esteso censimento di rondini mai effettuato al mondo. I dati, raccolti secondo un protocollo standardizzato, hanno consentito di stimare il numero complessivo e la densità di rondini nidificanti in ciascuna area di studio. Il progetto è proseguito negli anni successivi con censimenti effettuati ogni anno in sette delle dieci aree di studio censite nel 2011, mentre altre cinque aree di studio sono state censite solo in alcuni anni. Nel 2014, in particolare, il censimento ha coinvolto 341 cascine in 8 aree di studio. In tutti i casi possibili si è cercato di ripetere il censimento nelle medesime cascine degli anni precedenti in modo da ottenere una stima della variazione della consistenza delle popolazioni tra un anno e il successivo. I dati raccolti hanno consentito di valutare la consistenza e la distribuzione delle popolazioni di Rondine sul territorio lombardo e i trend demografici che le popolazioni di questa specie hanno subito. Negli ultimi anni, infatti, le rondini paiono non aver subito, nel complesso, né decrementi né incrementi significativi in Lombardia, come dimostrano i trend sostanzialmente stabili osservati in quasi tutte le aree di studio, con l'eccezione dell'area del Sebino Bresciano in cui il trend pluriennale pare indicare un aumento, nonostante nel 2014 sia stato rilevato un decremento nel numero di coppie rispetto all'anno precedente. L'inclusione nel 2014 di una nuova area di studio in Val Seriana è stata di notevole importanza poiché essa rappresenta l'unica area censita in provincia di Bergamo e l'unica area con cascine a quote superiori ai 500 m.

Per il futuro risulta di grande importanza scientifica oltre che applicativa la ripetizione del censimento nelle medesime aree di studio e nelle medesime cascine in modo da ottenere stime, il più possibile precise, dei trend demografici in atto nelle colonie di rondini.

INTRODUZIONE

Le popolazioni di Rondine (*Hirundo rustica*) stanno subendo preoccupanti cali demografici in varie aree europee. Lo European Bird Census Council ha stimato un calo complessivo del 9% in Europa nel periodo 1990-2006 (PECBMS 2009). I trend demografici sono però variabili. In Inghilterra, ad esempio, le popolazioni di rondini nidificanti sono nel complesso stabili, pur mostrando marcate fluttuazioni cicliche su scale temporali decennali (Robinson et al. 2003). In Danimarca, invece, le rondini hanno mostrato un decremento del 7% all'anno tra il 1970 ed il 1999 (Engen et al. 2001). In Lombardia è documentato un calo generale del 4.3% all'anno (Bani et al. 2009), ma i trend demografici paiono differire tra aree diverse della regione. Ad esempio nel Parco Adda Sud le rondini si sono più che dimezzate, diminuendo del 56.5% nel periodo 2001-2010 e nel Parco di Montevicchio e della Valle del Curone circa il 50% delle colonie attive nel 2001 era estinto nel 2010 (Ambrosini et al. 2012).

Le cause di tali marcati cali demografici vanno probabilmente ricercate nelle variazioni delle pratiche agricole e zootecniche che sono avvenute nelle campagne Europee negli anni recenti, dove l'agricoltura si è sempre più indirizzata verso monoculture estese su appezzamenti di dimensioni sempre maggiori e dove si è assistito alla progressiva dismissione dell'allevamento, soprattutto bovino, in molte cascine. Questi cambiamenti nelle pratiche agricole portano a una semplificazione dell'habitat ed alla scomparsa di siepi e margini tra i campi che rappresentano aree importanti per la sopravvivenza di molte specie di uccelli legati agli agro-ecosistemi. Non è quindi sorprendente che molte di queste specie, inclusa la Rondine, stiano subendo marcati cali demografici (BirdLife International 2004). La Rondine, inoltre, foraggia prevalentemente sui prati da sfalcio e sulle colture foraggere in generale (Ambrosini et al. 2002) e la loro progressiva riduzione a favore delle colture cerealicole può aver ridotto la disponibilità di insetti volanti di cui la Rondine si nutre ed aver quindi contribuito al declino delle popolazioni (Sicurella et al. 2014). Anche la dismissione dell'allevamento in una cascina determina un declino marcato delle popolazioni (Ambrosini et al. 2012). Le rondini infatti nidificano preferenzialmente nelle cascine dove è praticato l'allevamento (Ambrosini et al. 2002) e, all'interno delle cascine, proprio nei locali adibiti all'allevamento del bestiame, probabilmente perché le stalle, essendo più calde degli altri locali, presentano condizioni più favorevoli per la riproduzione (Ambrosini & Saino 2010) e perché la presenza di allevamento determina una maggiore abbondanza di insetti volanti nelle immediate vicinanze dei siti di nidificazione.

La Rondine, inoltre, essendo un uccello migratore, risente anche dei cambiamenti nelle condizioni ecologiche che avvengono nei quartieri di svernamento e lungo la rotta migratoria (Sanderson et al. 2006). Da ultimo, i cambiamenti climatici paiono influire negativamente sulle dinamiche di popolazione dei migratori (Saino et al. 2011).

L'accertamento delle cause precise che determinano i declini delle popolazioni e la pianificazione, secondo criteri scientificamente corretti, di programmi di gestione delle popolazioni atti a contrastare tali trend demografici negativi, si basano necessariamente sulla conoscenza dello stato attuale delle popolazioni presenti nella regione Lombardia.

Queste considerazioni hanno spinto il Parco della Pineta di Appiano Gentile e Tradate a farsi promotore di un ambizioso progetto di censimento estensivo delle popolazioni di rondini nidificanti in varie aree della Lombardia, con lo scopo di ottenere una stima accurata della distribuzione e della consistenza numerica di questa specie. Dopo un primo anno in cui è stato condotto un censimento 'sperimentale' in quattro aree di studio, questo progetto si è potuto concretizzare nel 2011 grazie alla collaborazione di numerosi gruppi di Guardie Ecologiche Volontarie che hanno fornito il necessario supporto logistico per la raccolta dei dati sul campo. Il coordinamento scientifico del progetto è stato affidato al Dipartimento di Biotecnologie e Bioscienze dell'Università di Milano-Bicocca, il cui personale da anni coordina il monitoraggio delle popolazioni di rondini nidificanti nel Parco Adda Sud. Il censimento nel 2011 è stato svolto in ben 420 cascine sparse in 10 aree di studio in Lombardia, configurandosi come il più grande progetto di censimento di rondini mai avviato in Europa. Da sottolineare, inoltre, che questo censimento è stato svolto con metodologie rigorosamente standardizzate che garantiscono la validità scientifica dei dati raccolti. Essi quindi rappresentano la migliore 'fotografia' attualmente disponibile della distribuzione e dell'abbondanza di questa specie sul territorio regionale.

Tale 'fotografia' è stata ripetuta negli anni seguenti cercando, ove possibile, di ripetere il censimento nelle medesime cascine visitate nell'anno precedente. In questo modo è stato possibile valutare, nel modo più corretto, la dinamica delle popolazioni nidificanti nelle diverse aree geografiche della Lombardia.

In particolare, nel 2012 sono state censite le popolazioni di rondini nidificanti in 9 delle 10 aree di studio censite nel 2011 e in una nuova area di studio non censita nell'anno precedente. Nel 2013 il censimento è stato ripetuto in 9 delle 10 aree censite nel 2012, mentre nel 2014 sono state censite 7 delle aree censite nel 2013 ed è stata aggiunta una nuova area di studio.

RISULTATI

Sintesi dei dati acquisiti

Il progetto “È ora di aiutare le rondini” ha coinvolto 341 cascine nel 2014 (Figura 1). Nel 2011 sono state censite dieci aree, nove delle quali sono state censite anche nel 2012 (non è stato possibile proseguire il lavoro nella Bassa Bresciana). In sette di queste aree il lavoro è proseguito fino al 2014. Dal 2013, infatti, non è stato possibile proseguire il lavoro nel Parco Valle Lambro e nel 2014 non è stato possibile eseguire il censimento nel Parco Pineta di Appiano Gentile e Tradate. Nel 2012 si è aggiunto alle aree di studio il Parco del Mincio, il cui censimento è proseguito negli anni seguenti e nel 2014 si è aggiunta una nuova area di studio in Val Seriana.

Durante le fasi preparative del lavoro è stato conteggiato il numero complessivo di cascine presenti in ciascuna area di studio tramite l'accurata osservazione delle Carte Tecniche Regionali (scala 1:10.000), di foto aeree e di Google Earth (Mountain View, CA). Questo lavoro ha consentito di pianificare il campionamento secondo criteri rigorosamente casuali (vedi Metodi) ed ha permesso di stimare il numero complessivo di coppie di rondini nidificanti in ciascuna area di studio e la densità di rondini intesa come numero di coppie nidificanti per km². Si osserva una considerevole variabilità nel numero di coppie nidificanti e nelle densità di rondini tra le diverse aree. Le aree nella bassa pianura presentano generalmente le maggiori densità di rondini nidificanti. Le densità minori si osservano, invece, nella fascia collinare.

Tabella 1: Numero totale e densità di coppie stimate nel 2014 nelle otto aree di studio. Le aree sono ordinate secondo una decrescente densità stimata di rondini. I numeri in parentesi rappresentano gli errori standard, corretti per la frazione di campionamento. Essi rappresentano una misura dell'incertezza nelle stime del numero totale e nella densità di coppie di rondini (si veda il paragrafo Metodi statistici per ulteriori dettagli).

Area	Sigla	Numero coppie stimato (Errore standard)	Densità stimata (Errore standard) (coppie / km ²)
Pianura Cremasca	CR	539 (87)	7.95 (1.28)
Parco Adda Sud	AS	1607 (162)	6.6 (0.66)
Area del Sebino Bresciano	SB	413 (169)	5.29 (2.16)
Parco delle Groane	GR	122 (32)	3.5 (0.93)
Parco del Mincio	MI	316 (72)	2.23 (0.51)
Parco di Montevicchia e della Valle del Curone	MC	39 (8)	1.43 (0.28)
PLIS dei colli brianteri	CB	26 (11)	0.65 (0.28)
Area della Val Seriana	VS	44 (16)	0.51 (0.19)

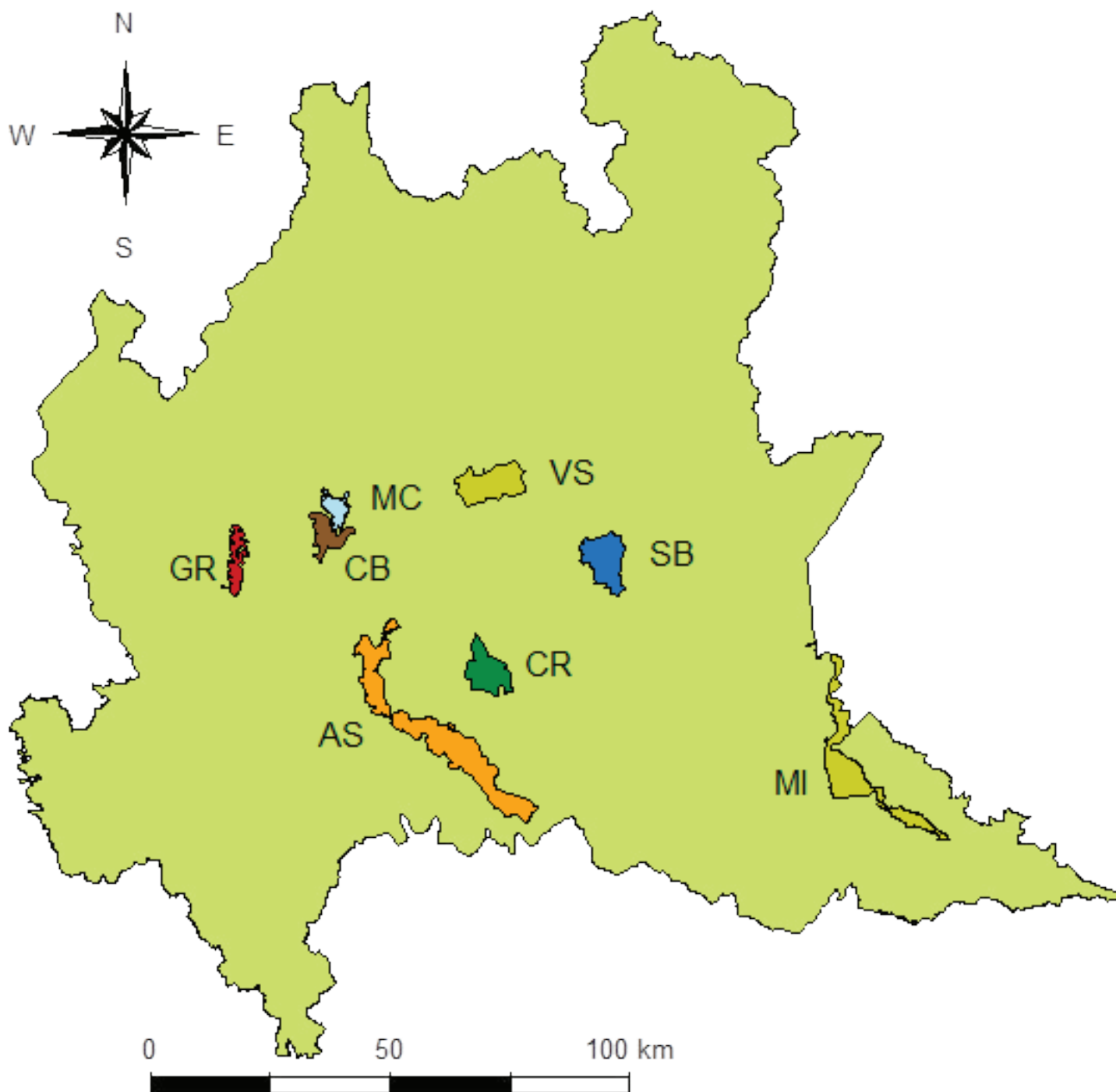


Figura 1 *Mappa della Lombardia con indicate le aree di studio.*

AS: Parco Adda Sud, **CB:** PLIS dei Colli Briantei, **CR:** pianura cremasca, **GR:** Parco delle Groane, **MC:** Parco di Montevicchia e della Valle del Curone, **MI:** Parco del Mincio, **MO:** area di Morbegno, **SB:** area del Sebino Bresciano, **VS:** area della Val Seriana.

Si noti che i confini delle aree di studio non coincidono necessariamente con i confini di aree protette o con i confini delle aree di competenza territoriale dei gruppi GEV che hanno partecipato al progetto.

TREND DEMOGRAFICO A SCALA REGIONALE

In totale 291 caschine in 7 aree di studio sono state censite sia nel 2013 che nel 2014. Si evidenzia, nel complesso, un leggero aumento del numero totale di coppie censite in queste caschine che è passato da 915 a 933 (Figura 2). Tenendo conto della diversa estensione delle aree di studio, del diverso numero di caschine censite nelle varie aree, e della diversa precisione nella stima dei trend demografici ottenuti nelle diverse aree (si vedano i paragrafi 'Sintesi dei dati acquisiti' e 'Metodi statistici' per ulteriori dettagli) è possibile stimare che nell'intera Lombardia le rondini siano aumentate dell'1.7% (15.4 ES) tra il 2013 ed il 2014. Tale incremento non risulta però essere significativo ($t_7 = 0.112$, $P = 0.457$).

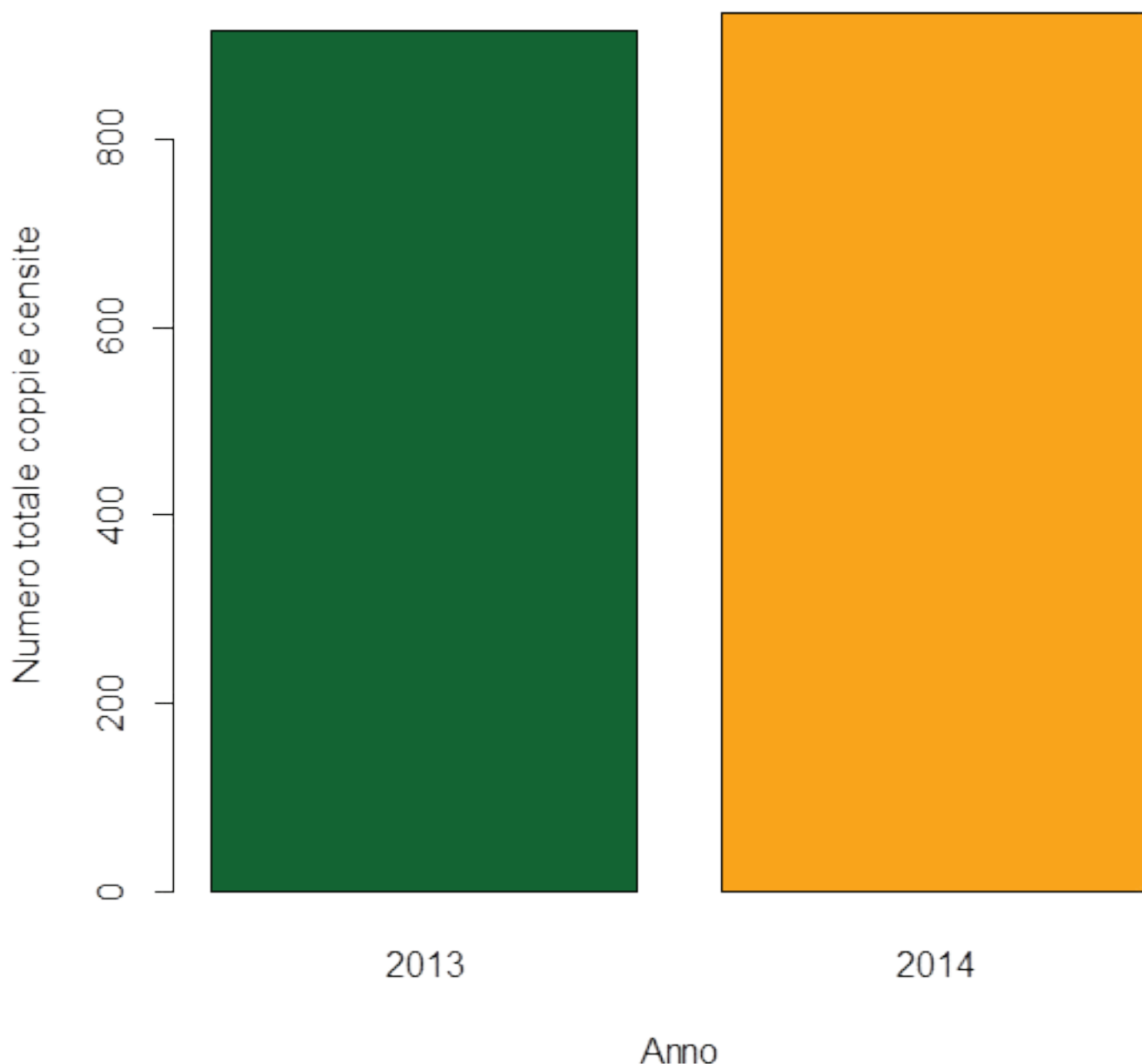
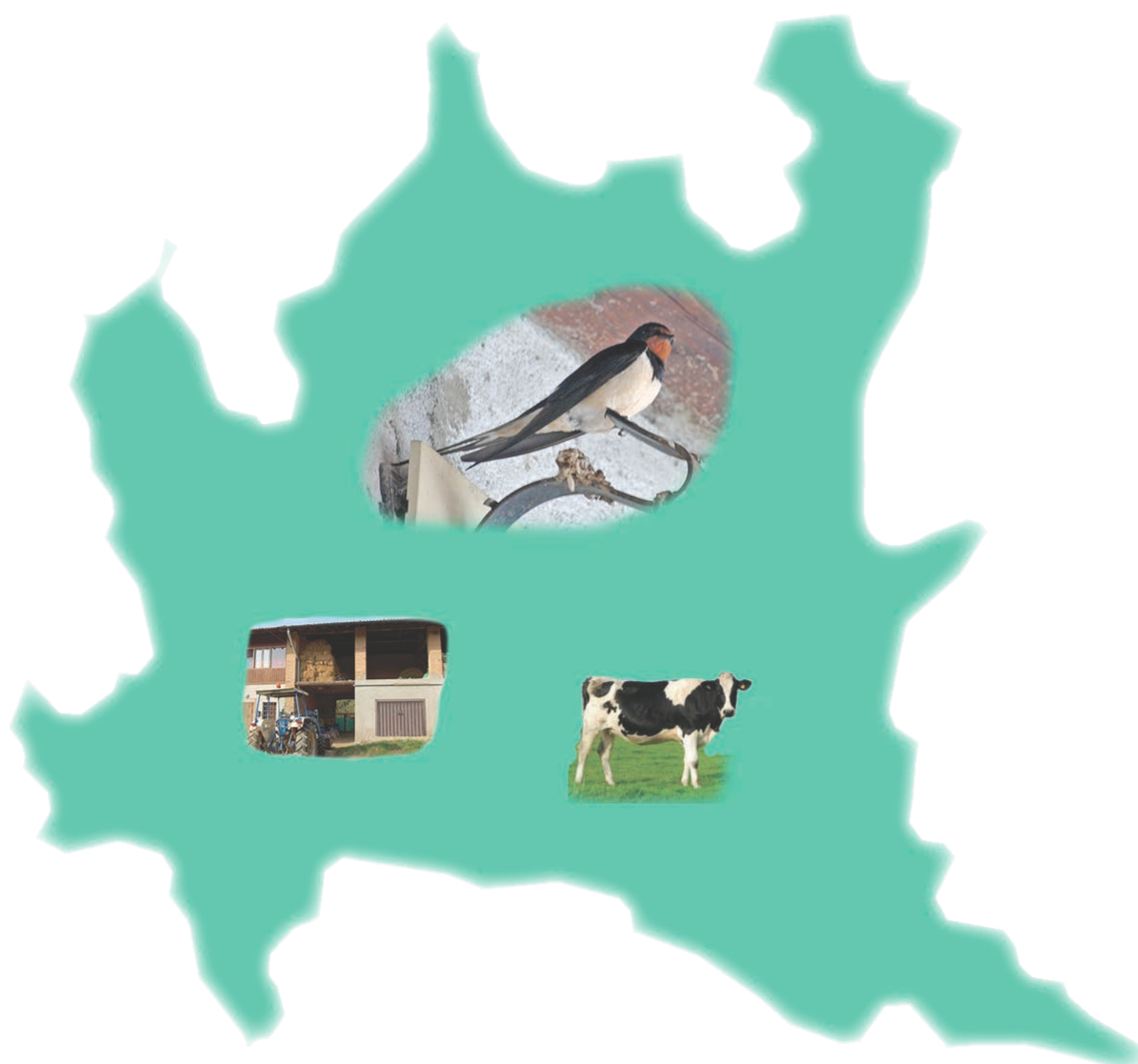


Figura 2 Numero complessivo di coppie osservate nelle 291 caschine censite in entrambi gli anni nelle sette aree di studio dove il censimento è stato ripetuto sia nel 2013 sia nel 2014.

DATI RACCOLTI NEL 2014

IN CIASCUN'AREA DI STUDIO

Di seguito sono riportate in dettaglio le cascine censite in ciascuna area di studio nel 2014 (Figure 3-10). Le tabelle 2-9 sintetizzano invece i dati raccolti in ciascuna area.



PARCO ADDA SUD

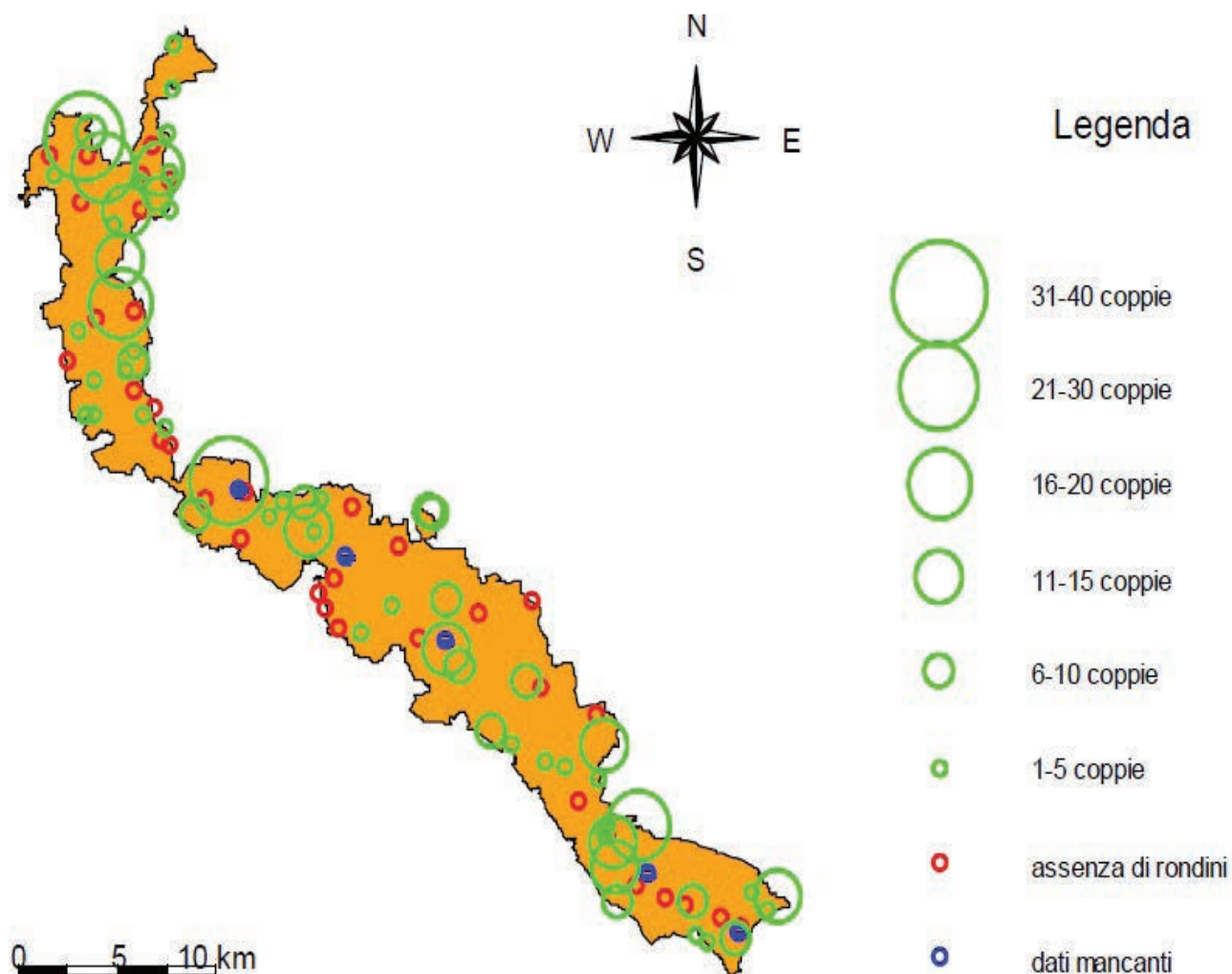


Figura 3: mappa dettagliata dell'area di studio del Parco Adda Sud.

I punti rappresentano le cascine censite. La dimensione dei punti in verde è proporzionale al numero di coppie nidificanti, secondo quanto indicato nella legenda. È stata utilizzata la medesima dimensione dei punti in tutte le mappe per rendere più agevole il confronto tra aree di studio.

Tabella 2: sintesi dei dati raccolti nell'area del Parco Adda Sud.

Sintesi dei dati raccolti			
Numero di cascine censite	111	Numero di uova deposte per covata (Errore standard)	4.82 (0.04)
Numero di cascine con rondini (Proporzione)	72 (66.67%)	Numero minimo e massimo di uova deposte per covata	1 - 10
Numero di cascine senza rondini (Proporzione)	36 (33.33%)	Dta media di schiusa (Errore standard) (1 aprile = 1)	54.23 (0.73)
Numero di cascine con dati mancanti	3	Dta media di schiusa minima e massima (1 aprile = 1)	20 - 116
Numero medio di coppie per cascina (Errore standard)	5.04 (0.62)	Numero medio di pulcini per nidiata (Errore standard)	3.52 (0.1)
Numero minimo e massimo di coppie nelle cascine	1 - 28	Numero minimo e massimo di pulcini per nidiata	0 - 7
Variazione proporzionale nel numero di coppie tra 2013 e 2014 (Errore standard)		Non significativa	

PLIS DEI COLLI BRIANTEI

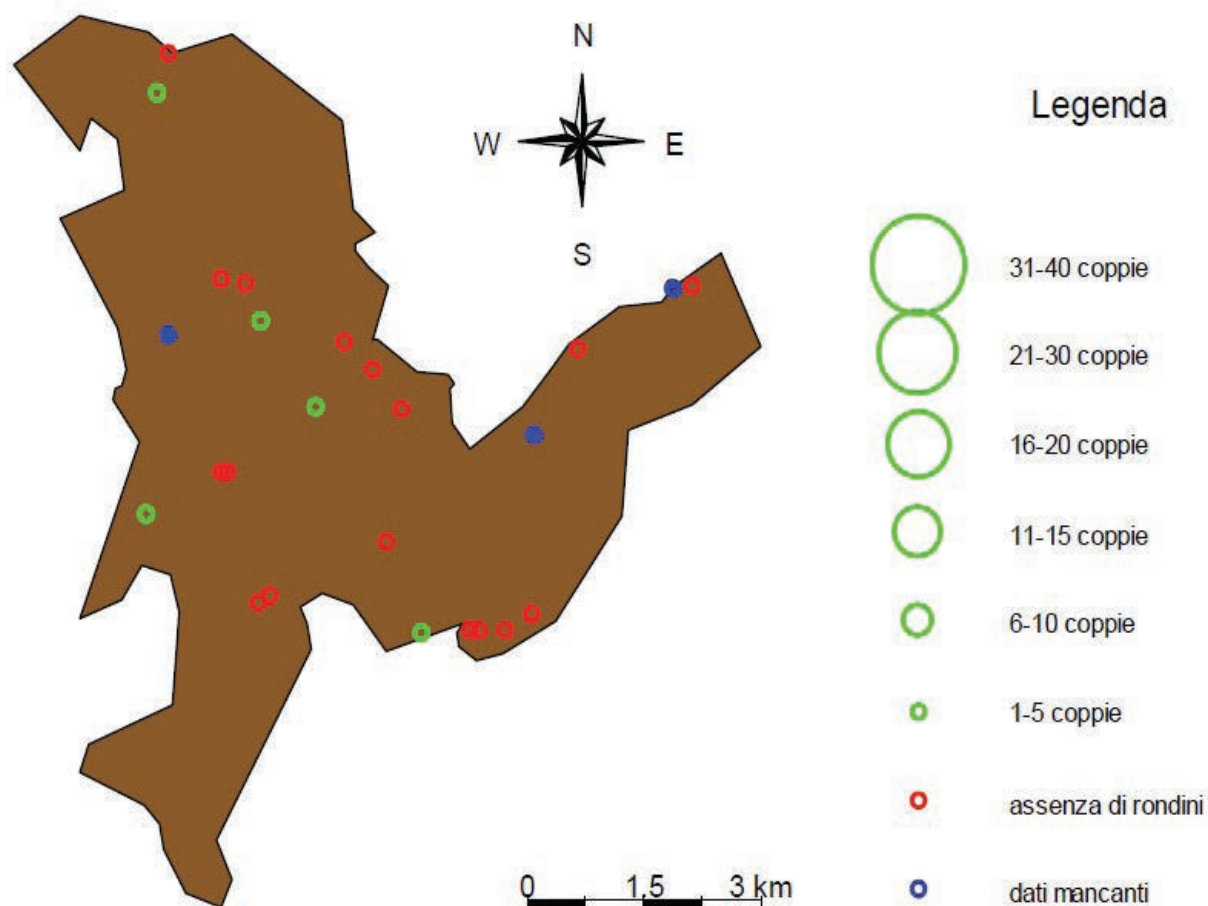


Figura 4: mappa dettagliata dell'area di studio del PLIS dei Colli Briantei.

I punti rappresentano le cascine censite. La dimensione dei punti in verde è proporzionale al numero di coppie nidificanti, secondo quanto indicato nella legenda. È stata utilizzata la medesima dimensione dei punti in tutte le mappe per rendere più agevole il confronto tra aree di studio.

Tabella 3: sintesi dei dati raccolti nell'area del PLIS dei Colli Briantei.

Sintesi dei dati raccolti			
Numero di cascine censite	23	Numero di uova deposte per covata (Errore standard)	4.67 (0.37)
Numero di cascine con rondini (Proporzione)	5 (21.74%)	Numero minimo e massimo di uova deposte per covata	2 - 6
Numero di cascine senza rondini (Proporzione)	18 (78.26%)	Dta media di schiusa (Errore standard) (1 aprile = 1)	51.89 (8.01)
Numero di cascine con dati mancanti	0	Dta media di schiusa minima e massima (1 aprile = 1)	23 - 90
Numero medio di coppie per cascina (Errore standard)	0.48 (0.27)	Numero medio di pulcini per nidiata (Errore standard)	1.22 (0.6)
Numero minimo e massimo di coppie nelle cascine	1 - 6	Numero minimo e massimo di pulcini per nidiata	0 - 5
Variazione proporzionale nel numero di coppie tra 2013 e 2014 (Errore standard)		Non significativa	

PIANURA CREMASCA

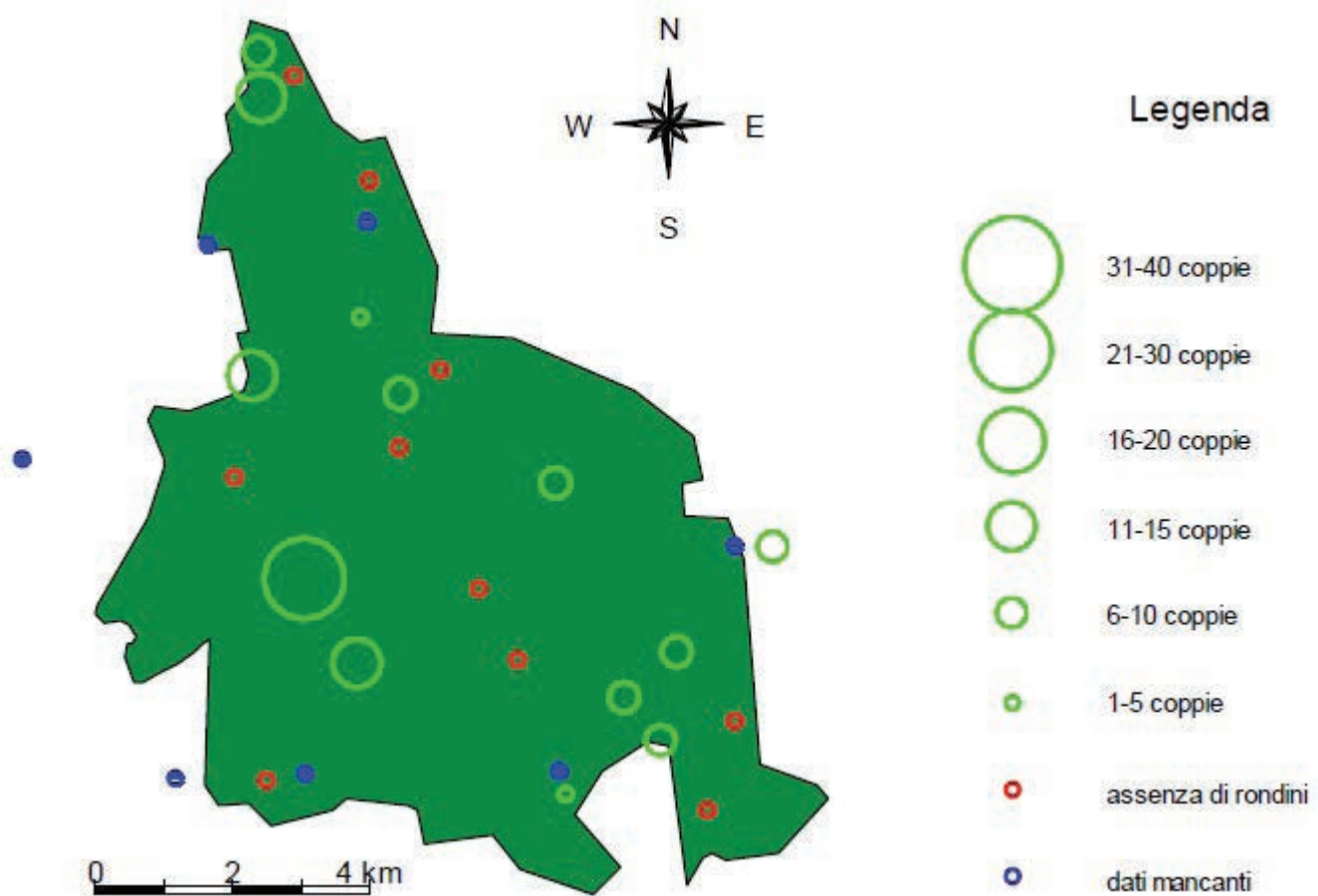


Figura 5: mappa dettagliata dell'area di studio della pianura cremasca.

I punti rappresentano le caschine censite. La dimensione dei punti in verde è proporzionale al numero di coppie nidificanti, secondo quanto indicato nella legenda. È stata utilizzata la medesima dimensione dei punti in tutte le mappe per rendere più agevole il confronto tra aree di studio.

Tabella 4 : sintesi dei dati raccolti nell'area del Parco della pianura cremasca.

Sintesi dei dati raccolti			
Numero di caschine censite	31	Numero di uova deposte per covata (Errore standard)	4.77 (0.07)
Numero di caschine con rondini (Proporzione)	20 (66.67%)	Numero minimo e massimo di uova deposte per covata	1 - 6
Numero di caschine senza rondini (Proporzione)	10 (33.33%)	Dta media di schiusa (Errore standard) (1 aprile = 1)	51.92 (1.07)
Numero di caschine con dati mancanti	1	Dta media di schiusa minima e massima (1 aprile = 1)	20 - 79
Numero medio di coppie per cascina (Errore standard)	7 (1.44)	Numero medio di pulcini per nidiata (Errore standard)	4.12 (0.15)
Numero minimo e massimo di coppie nelle caschine	1 - 30	Numero minimo e massimo di pulcini per nidiata	0 - 6
Variazione proporzionale nel numero di coppie tra 2013 e 2014 (Errore standard)		Non significativa	

PARCO DELLE GROANE

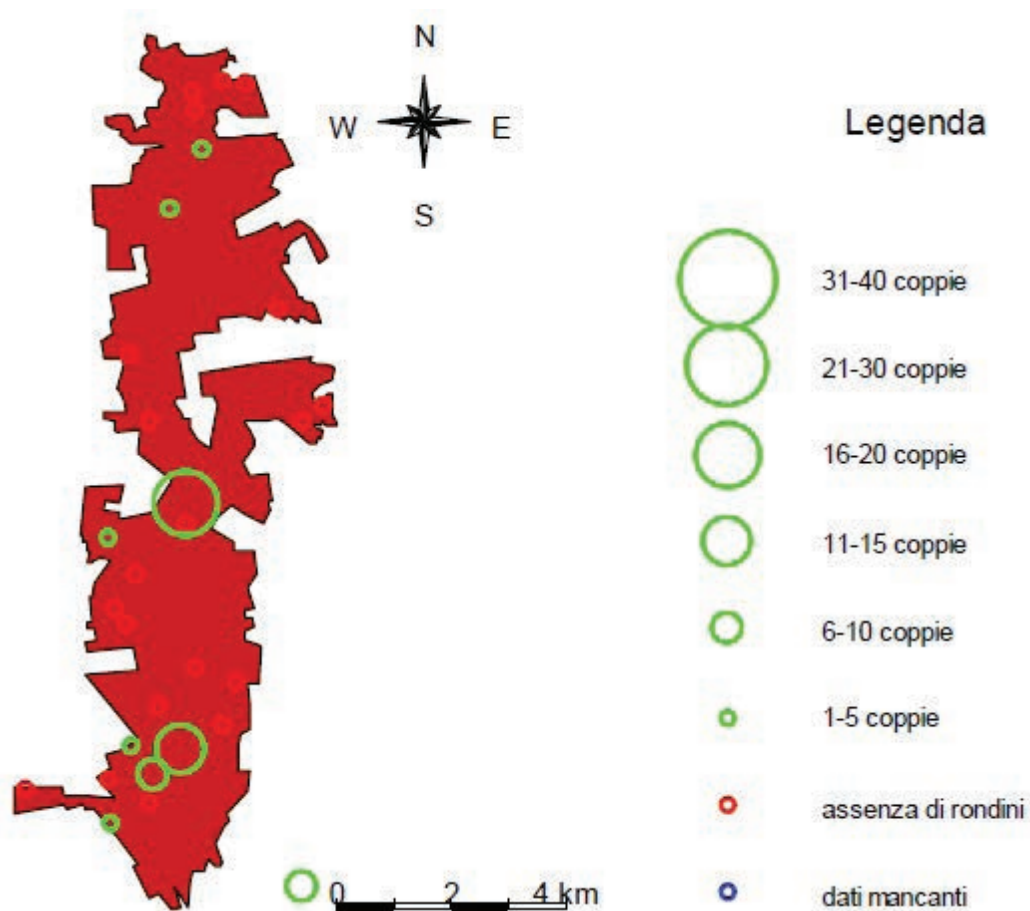


Figura 6: mappa dettagliata dell'area di studio del Parco delle Groane.

I punti rappresentano le caschine censite. La dimensione dei punti in verde è proporzionale al numero di coppie nidificanti, secondo quanto indicato nella legenda. È stata utilizzata la medesima dimensione dei punti in tutte le mappe per rendere più agevole il confronto tra aree di studio.

Tabella 5: sintesi dei dati raccolti nell'area del Parco delle Groane.

Sintesi dei dati raccolti			
Numero di caschine censite	29	Numero di uova deposte per covata (Errore standard)	4.82(0.16)
Numero di caschine con rondini (Proporzione)	8 (27.59%)	Numero minimo e massimo di uova deposte per covata	2 - 7
Numero di caschine senza rondini (Proporzione)	21 (72.41%)	Dta media di schiusa (Errore standard) (1 aprile = 1)	54.35 (1.8)
Numero di caschine con dati mancanti	0	Dta media di schiusa minima e massima (1 aprile = 1)	26 - 85
Numero medio di coppie per cascina (Errore standard)	2.03 (0.75)	Numero medio di pulcini per nidiata (Errore standard)	3.35 (0.31)
Numero minimo e massimo di coppie nelle caschine	2 - 24	Numero minimo e massimo di pulcini per nidiata	0 - 7
Variazione proporzionale nel numero di coppie tra 2013 e 2014 (Errore standard)		Non significativa	

PARCO DI MONTEVECCHIA E DELLA VALLE DEL CURONE

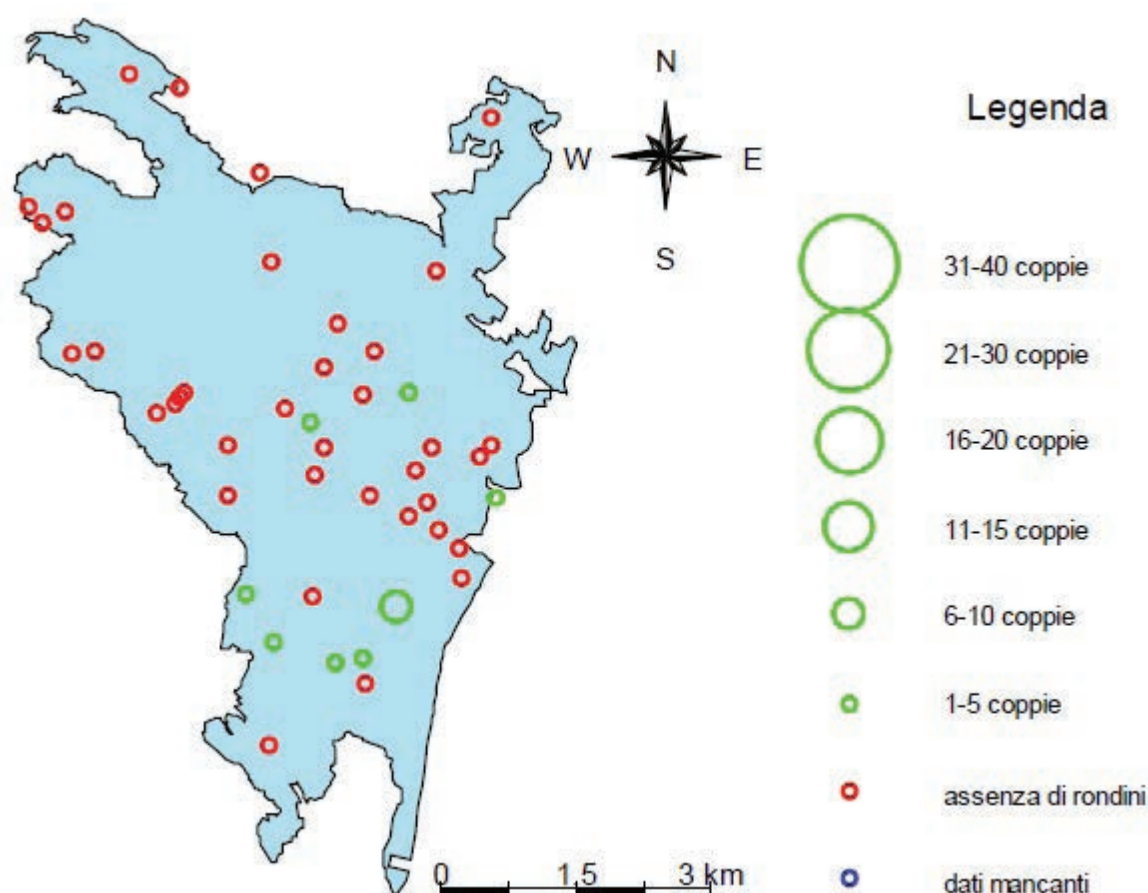


Figura 8: mappa dettagliata dell'area di studio del Parco di Montevicchia e della Valle del Curone. I punti rappresentano le caschine censite. La dimensione dei punti in verde è proporzionale al numero di coppie nidificanti, secondo quanto indicato nella legenda. È stata utilizzata la medesima dimensione dei punti in tutte le mappe per rendere più agevole il confronto tra aree di studio.

Tabella 7: sintesi dei dati raccolti nell'area del Parco di Montevicchia e della Valle del Curone.

Sintesi dei dati raccolti			
Numero di caschine censite	49	Numero di uova deposte per covata (Errore standard)	4.94 (0.18)
Numero di caschine con rondini (Proporzione)	11 (22.45%)	Numero minimo e massimo di uova deposte per covata	4 - 7
Numero di caschine senza rondini (Proporzione)	38 (77.55%)	Dta media di schiusa (Errore standard) (1 aprile = 1)	58.31 (3.62)
Numero di caschine con dati mancanti	0	Dta media di schiusa minima e massima (1 aprile = 1)	33- 91
Numero medio di coppie per cascina (Errore standard)	0.49 (0.15)	Numero medio di pulcini per nidiata (Errore standard)	3.94 (0.45)
Numero minimo e massimo di coppie nelle caschine	1 - 4	Numero minimo e massimo di pulcini per nidiata	0 - 6
Variazione proporzionale nel numero di coppie tra 2013 e 2014 (Errore standard)		Non significativa	

PARCO DEL MINCIO

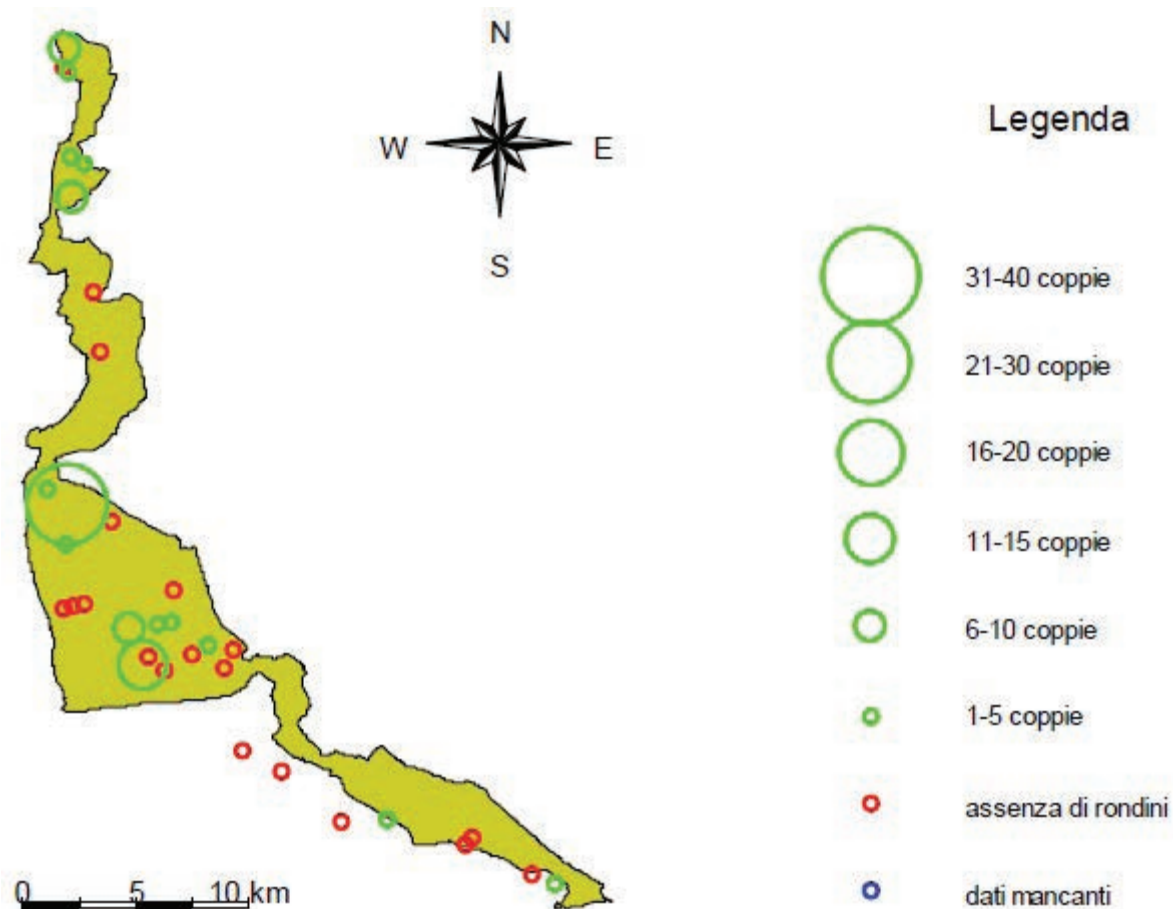


Figura 8: mappa dettagliata dell'area di studio del Parco del Mincio. mappa dettagliata dell'area di studio del Parco del Mincio. I punti rappresentano le cascine censite. La dimensione dei punti in verde è proporzionale al numero di coppie nidificanti, secondo quanto indicato nella legenda. È stata utilizzata la medesima dimensione dei punti in tutte le mappe per rendere più agevole il confronto tra aree di studio.

Tabella 7: sintesi dei dati raccolti nell'area del Parco del Mincio.

Sintesi dei dati raccolti			
Numero di cascine censite	35	Numero di uova deposte per covata (Errore standard)	4.2 (0.16)
Numero di cascine con rondini (Proporzione)	15 (42.86%)	Numero minimo e massimo di uova deposte per covata	1 - 6
Numero di cascine senza rondini (Proporzione)	20 (57.14%)	Dta media di schiusa (Errore standard) (1 aprile = 1)	53.51 (2.29)
Numero di cascine con dati mancanti	0	Dta media di schiusa minima e massima (1 aprile = 1)	29 - 91
Numero medio di coppie per cascina (Errore standard)	2 (0.52)	Numero medio di pulcini per nidiata (Errore standard)	2.3 (0.27)
Numero minimo e massimo di coppie nelle cascine	1 - 10	Numero minimo e massimo di pulcini per nidiata	0 - 6
Variazione proporzionale nel numero di coppie tra 2013 e 2014 (Errore standard)		Non significativa	

COMUNITÀ MONTANA DEL SEBINO BRESCIANO

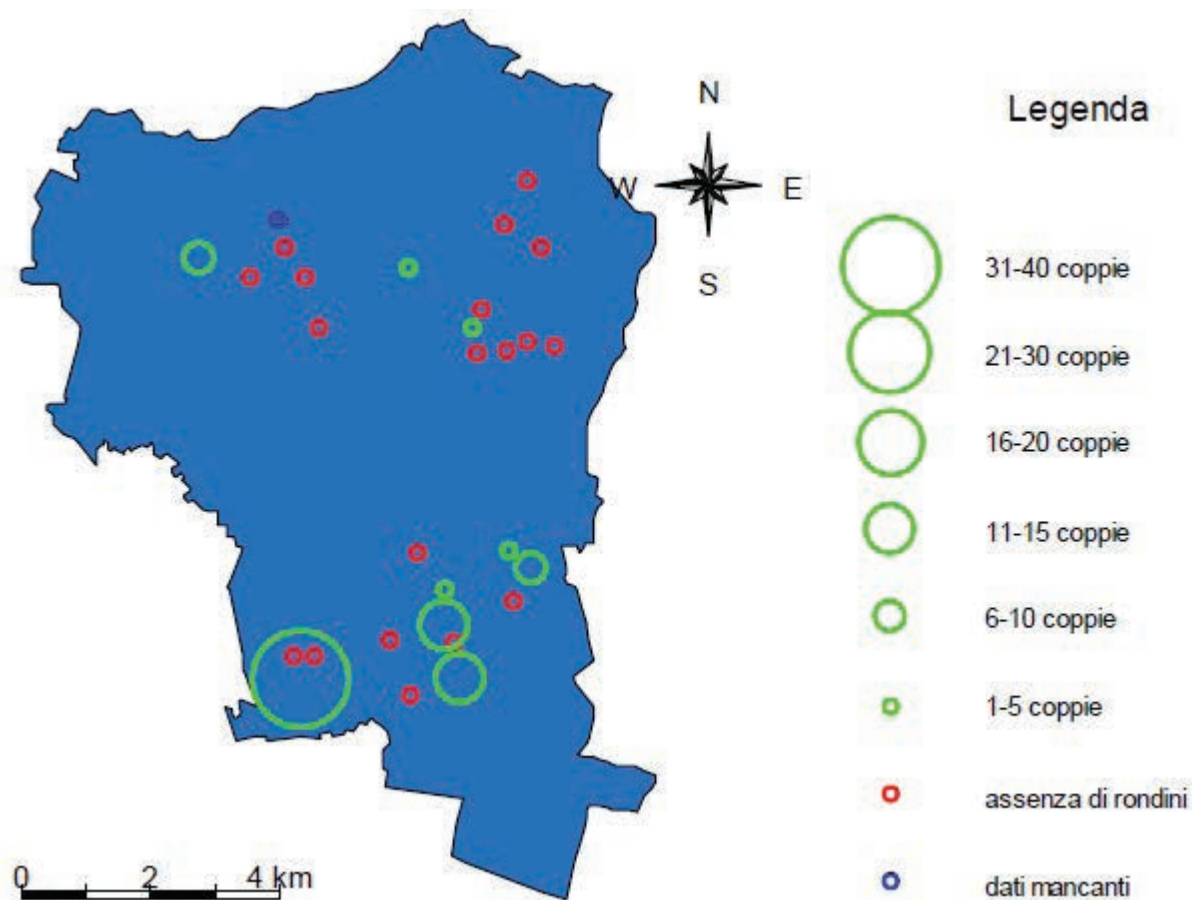


Figura 11: mappa dettagliata dell'area di studio del Sebino Bresciano.

I punti rappresentano le cascate censite. La dimensione dei punti in verde è proporzionale al numero di coppie nidificanti, secondo quanto indicato nella legenda. È stata utilizzata la medesima dimensione dei punti in tutte le mappe per rendere più agevole il confronto tra aree di studio.

Tabella 10: sintesi dei dati raccolti nell'area di studio del Sebino Bresciano.

Sintesi dei dati raccolti			
Numero di cascate censite	29	Numero di uova deposte per covata (Errore standard)	4.56 (0.12)
Numero di cascate con rondini (Proporzione)	8 (27.59%)	Numero minimo e massimo di uova deposte per covata	2 - 7
Numero di cascate senza rondini (Proporzione)	21 (72.41%)	Dta media di schiusa (Errore standard) (1 aprile = 1)	51.39 (1.89)
Numero di cascate con dati mancanti	0	Dta media di schiusa minima e massima (1 aprile = 1)	18 - 75
Numero medio di coppie per cascina (Errore standard)	3.1 (1.43)	Numero medio di pulcini per nidiata (Errore standard)	3.45 (0.27)
Numero minimo e massimo di coppie nelle cascate	2 - 37	Numero minimo e massimo di pulcini per nidiata	0 - 6
Variazione proporzionale nel numero di coppie tra 2013 e 2014 (Errore standard)		- 11,76 (5,35)	

AREA DELLA VAL SERIANA

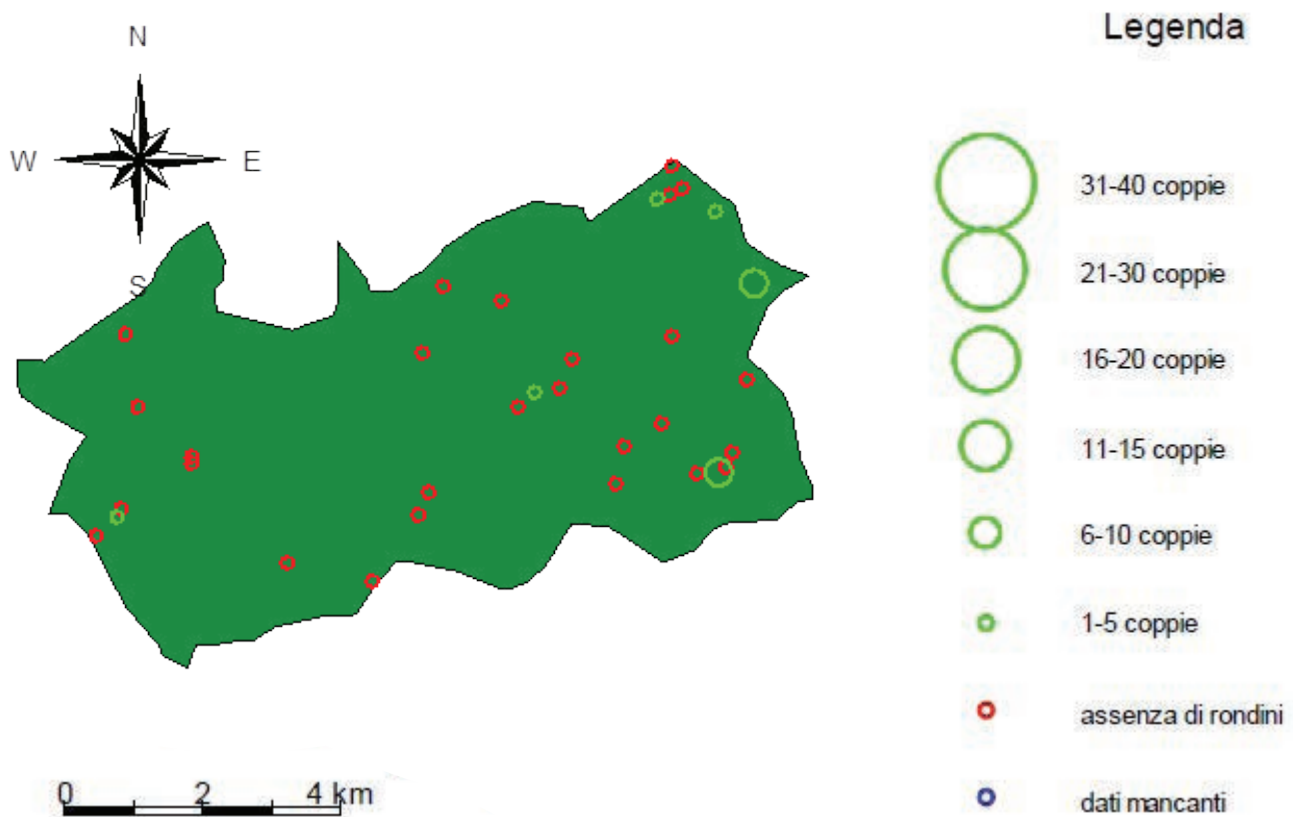


Figura 10: mappa dettagliata dell'area di studio della Val Seriana.

I punti rappresentano le cascate censite. La dimensione dei punti in verde è proporzionale al numero di coppie nidificanti, secondo quanto indicato nella legenda. È stata utilizzata la medesima dimensione dei punti in tutte le mappe per rendere più agevole il confronto tra aree di studio.

Sintesi dei dati raccolti			
Numero di cascate censite	34	Numero di uova deposte per covata (Errore standard)	5 (0.12)
Numero di cascate con rondini (Proporzione)	6 (17.65%)	Numero minimo e massimo di uova deposte per covata	4 - 6
Numero di cascate senza rondini (Proporzione)	28 (82.35%)	Dta media di schiusa (Errore standard) (1 aprile = 1)	55.95 (2.89)
Numero di cascate con dati mancanti	0	Dta media di schiusa minima e massima (1 aprile = 1)	35 - 76
Numero medio di coppie per cascina (Errore standard)	0.59 (0.3)	Numero medio di pulcini per nidiata (Errore standard)	3.77 (0.5)
Numero minimo e massimo di coppie nelle cascate	1 - 8	Numero minimo e massimo di pulcini per nidiata	0 - 5
Variazione proporzionale nel numero di coppie tra 2013 e 2014 (Errore standard)		Non stimabile	

ANALISI DEI TREND DEMOGRAFICI LUNGO IL PERIODO DI STUDIO 2010-2014

Per ogni area è stato stimato il trend demografico utilizzando i dati rilevati sulle cascate censite per almeno tre anni in ciascuna area. Per quest'analisi sono stati utilizzati anche i dati rilevati durante il lavoro preliminare svolto nel 2010 in quattro aree di studio. Non è stato possibile stimare il trend demografico nelle aree censite per meno di tre anni.

Parco Pineta

Il trend demografico è stato calcolato su 45 cascine censite per almeno 3 anni nell'area di studio.
Non si osservano variazioni significative nel numero di coppie tra il 2010 ed il 2013.

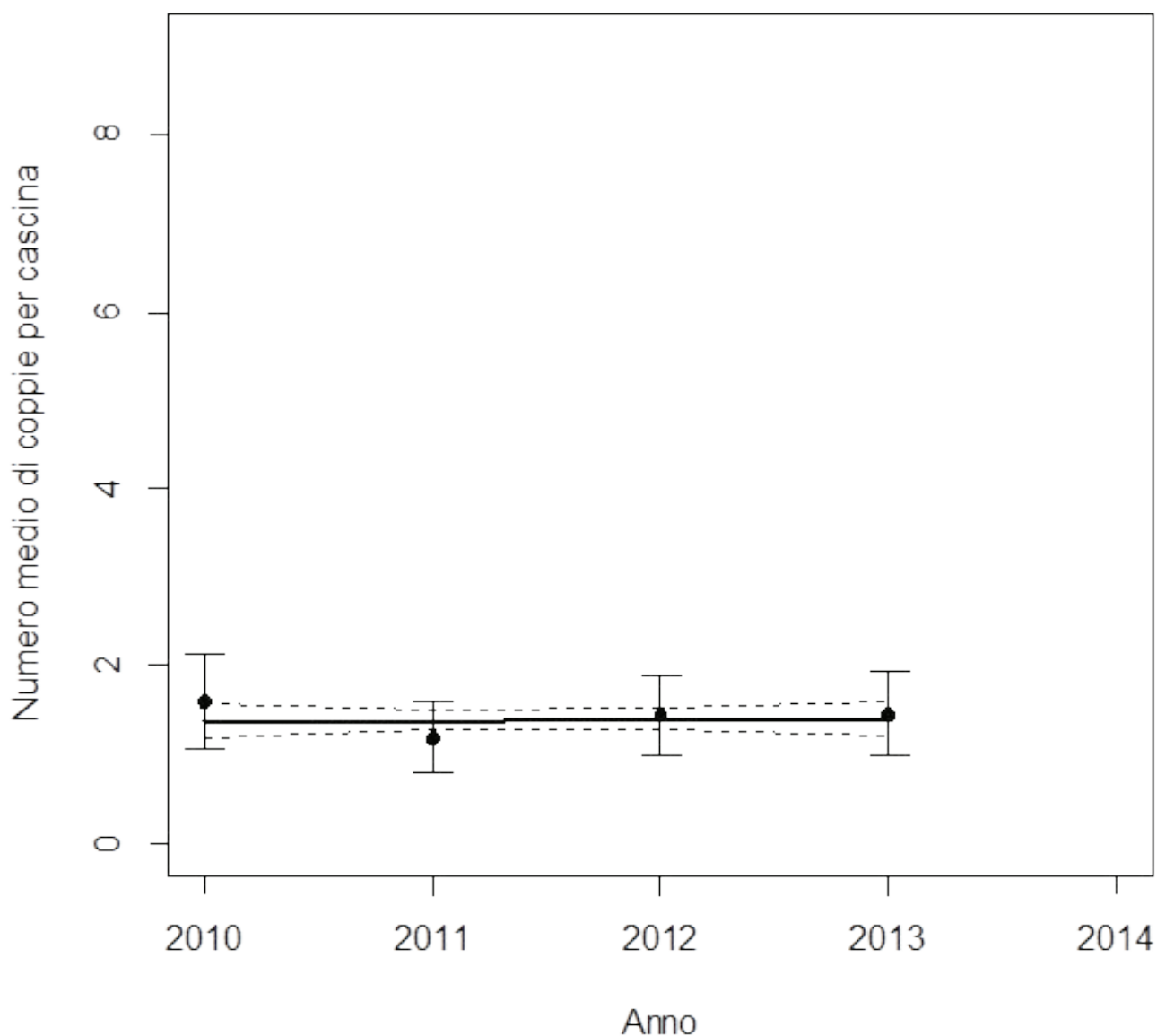


Figura 11: trend demografico stimato nel Parco della Pineta di Appiano Gentile e Tradate.

I punti rappresentano il numero medio di coppie osservato in ogni anno nelle cascine censite per almeno tre anni. Le barre rappresentano l'errore standard. La linea continua rappresenta il trend demografico stimato mentre le linee tratteggiate rappresentano l'errore standard del trend demografico.

Parco Adda Sud

Il trend demografico è stato calcolato su 104 cascine censite per almeno 3 anni nell'area di studio.
Non si osservano variazioni significative nel numero di coppie tra il 2010 ed il 2014.

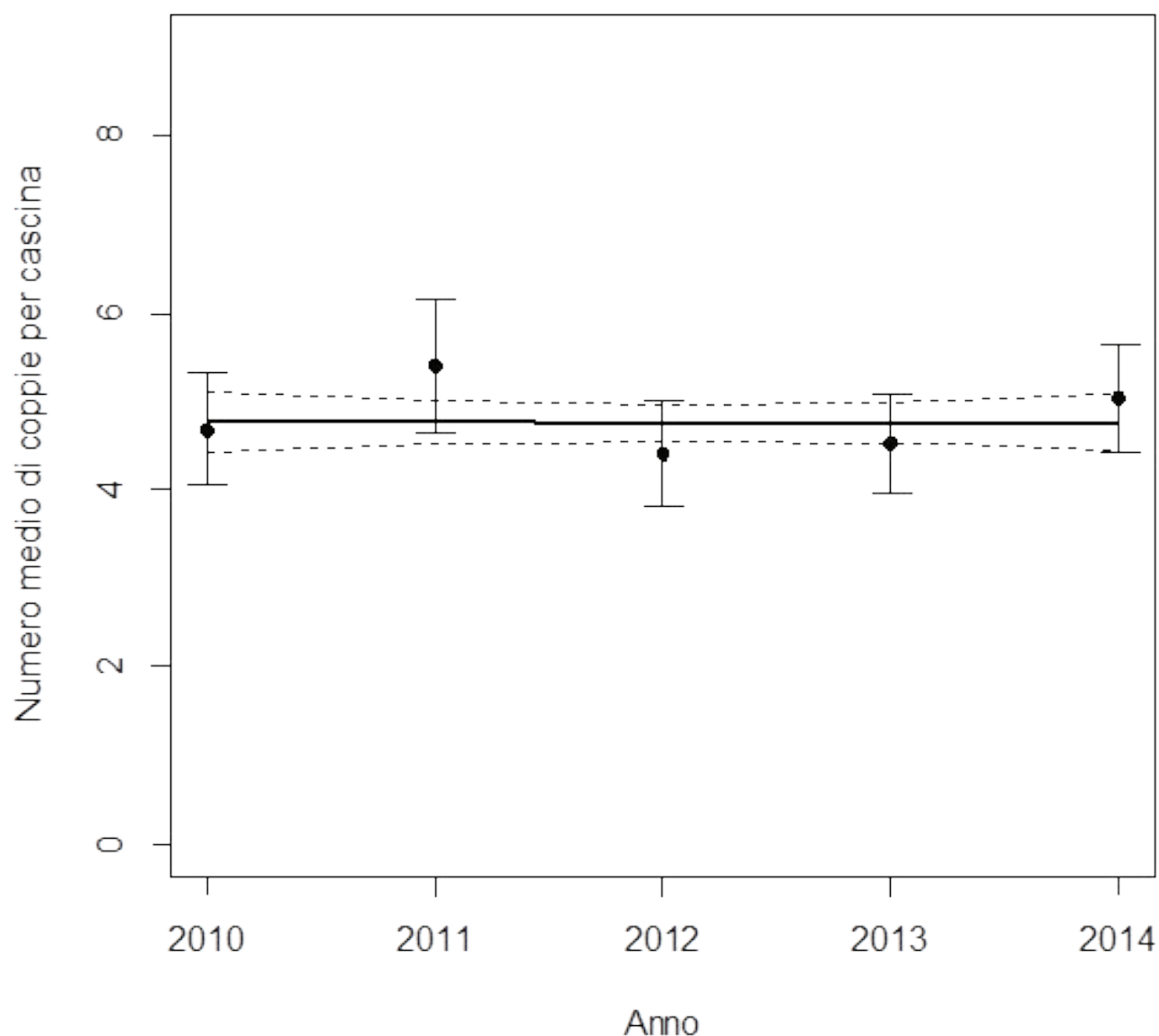


Figura 12: trend demografico stimato nel Parco Adda Sud.

I punti rappresentano il numero medio di coppie osservato in ogni anno nelle cascine censite per almeno tre anni. Le barre rappresentano l'errore standard. La linea continua rappresenta il trend demografico stimato mentre le linee tratteggiate rappresentano l'errore standard del trend demografico.

Pianura cremasca

Il trend demografico è stato calcolato su 29 cascine censite per almeno 3 anni nell'area di studio.
Non si osservano variazioni significative nel numero di coppie tra il 2011 ed il 2013.

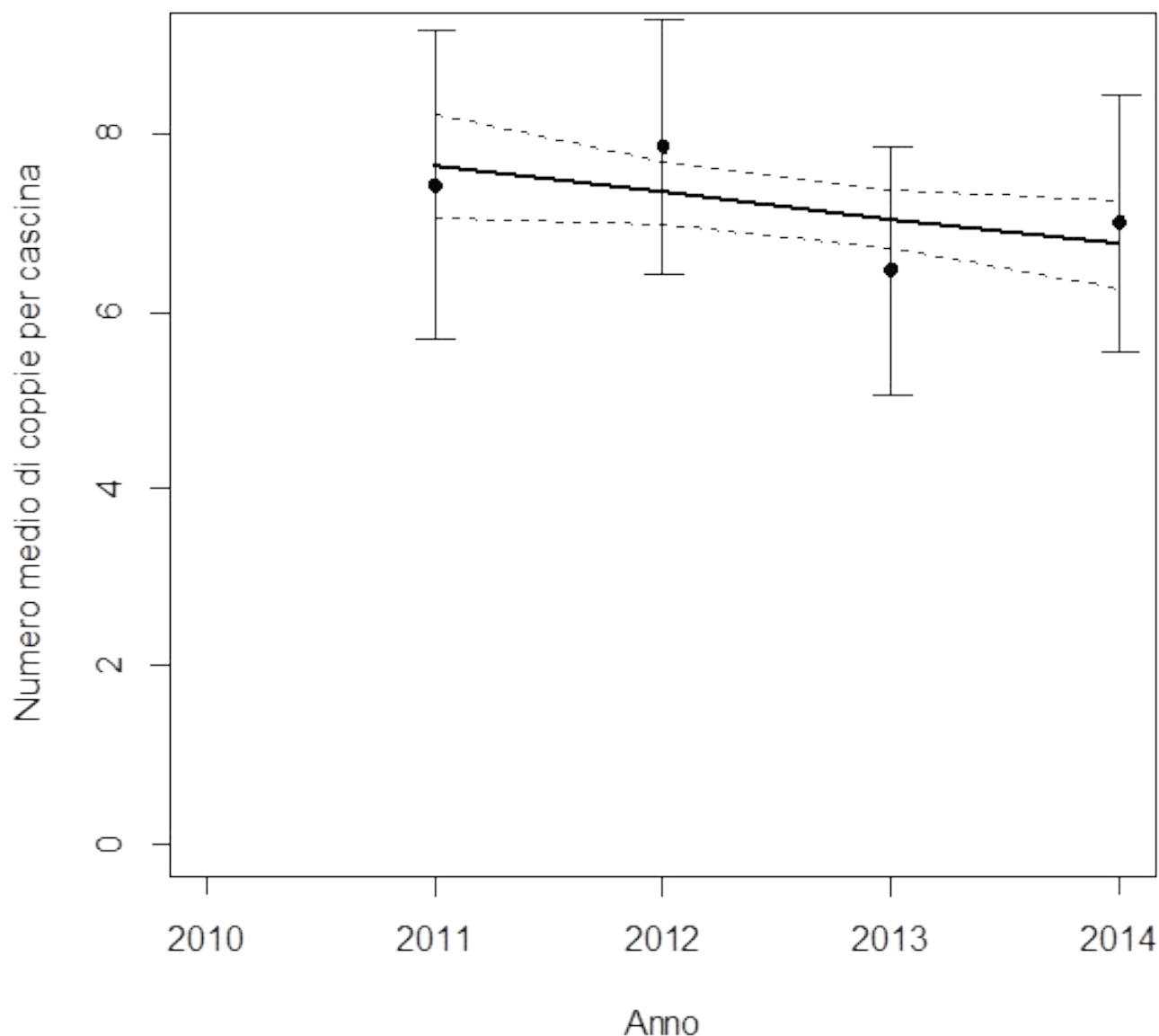


Figura 13: trend demografico stimato nell'area della Pianura Cremasca.

I punti rappresentano il numero medio di coppie osservato in ogni anno nelle cascine censite per almeno tre anni. Le barre rappresentano l'errore standard. La linea continua rappresenta il trend demografico stimato mentre le linee tratteggiate rappresentano l'errore standard del trend demografico.

Area di Morbegno

Il trend demografico è stato calcolato su 6 cascine censite per almeno 3 anni nell'area di studio.
Non si osservano variazioni significative nel numero di coppie tra il 2011 ed il 2013.

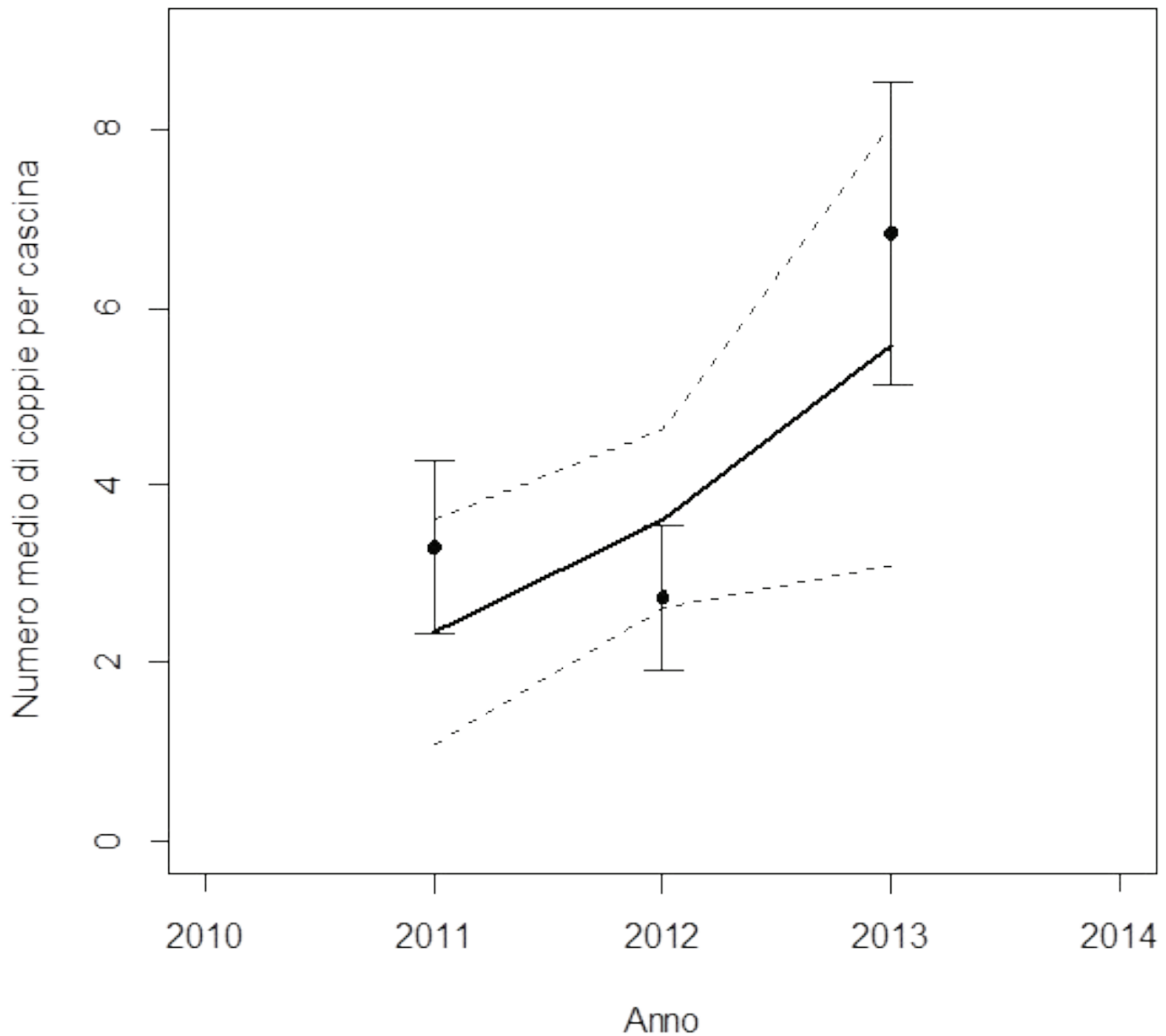


Figura 14: trend demografico stimato nell'area di Morbegno.

I punti rappresentano il numero medio di coppie osservato in ogni anno nelle cascine censite per almeno tre anni. Le barre rappresentano l'errore standard. La linea continua rappresenta il trend demografico stimato mentre le linee tratteggiate rappresentano l'errore standard del trend demografico.

Parco delle Groane

Il trend demografico è stato calcolato su 29 cascine censite per almeno 3 anni nell'area di studio.
Non si osservano variazioni significative nel numero di coppie tra il 2011 ed il 2014.

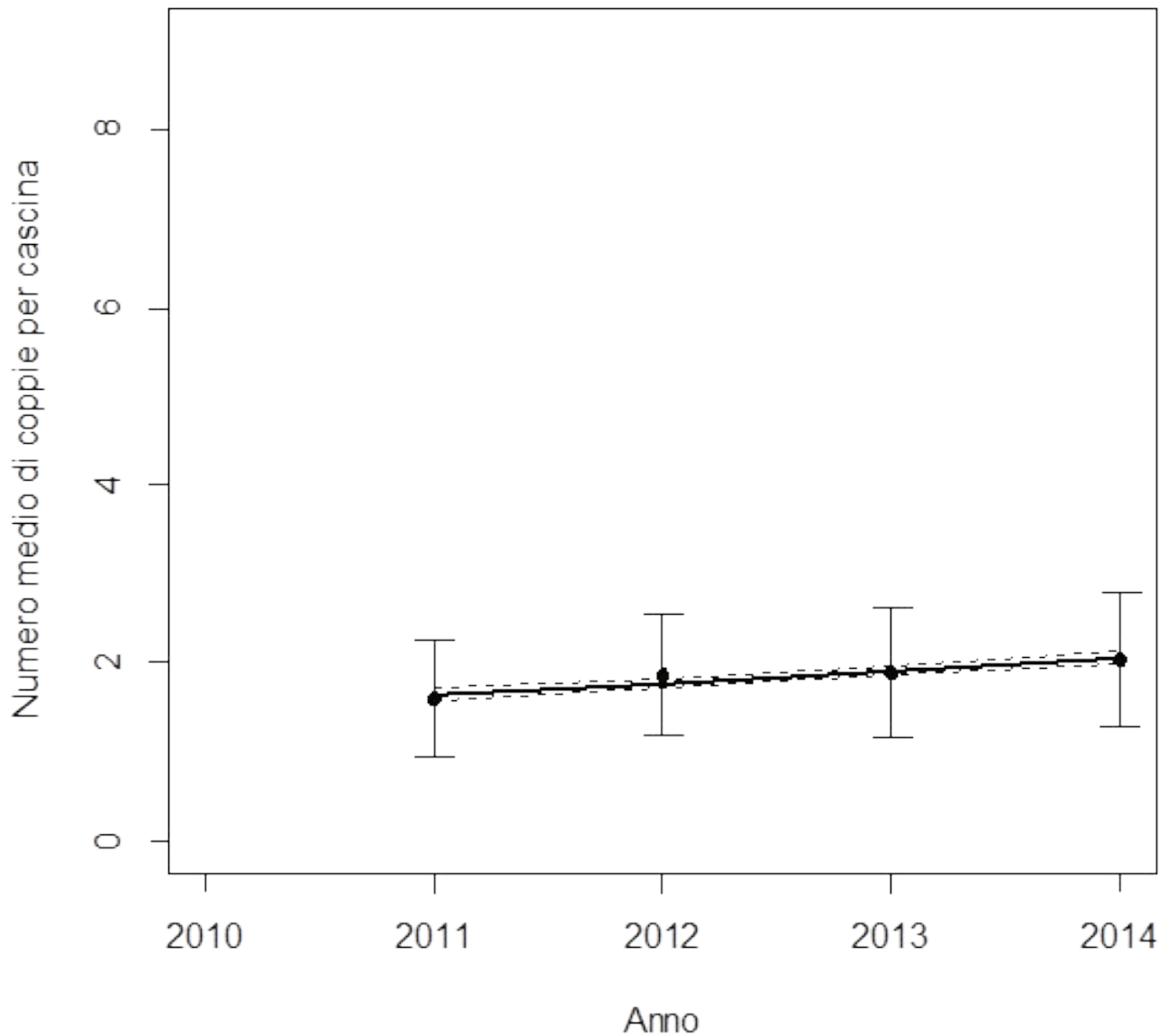


Figura 15: trend demografico stimato nel Parco delle Groane.

I punti rappresentano il numero medio di coppie osservato in ogni anno nelle cascine censite per almeno tre anni. Le barre rappresentano l'errore standard. La linea continua rappresenta il trend demografico stimato mentre le linee tratteggiate rappresentano l'errore standard del trend demografico.

Parco di Montevécchia e della Valle del Curone

Il trend demografico è stato calcolato su 49 cascate censite per almeno 3 anni nell'area di studio.
Non si osservano variazioni significative nel numero di coppie tra il 2010 ed il 2014.

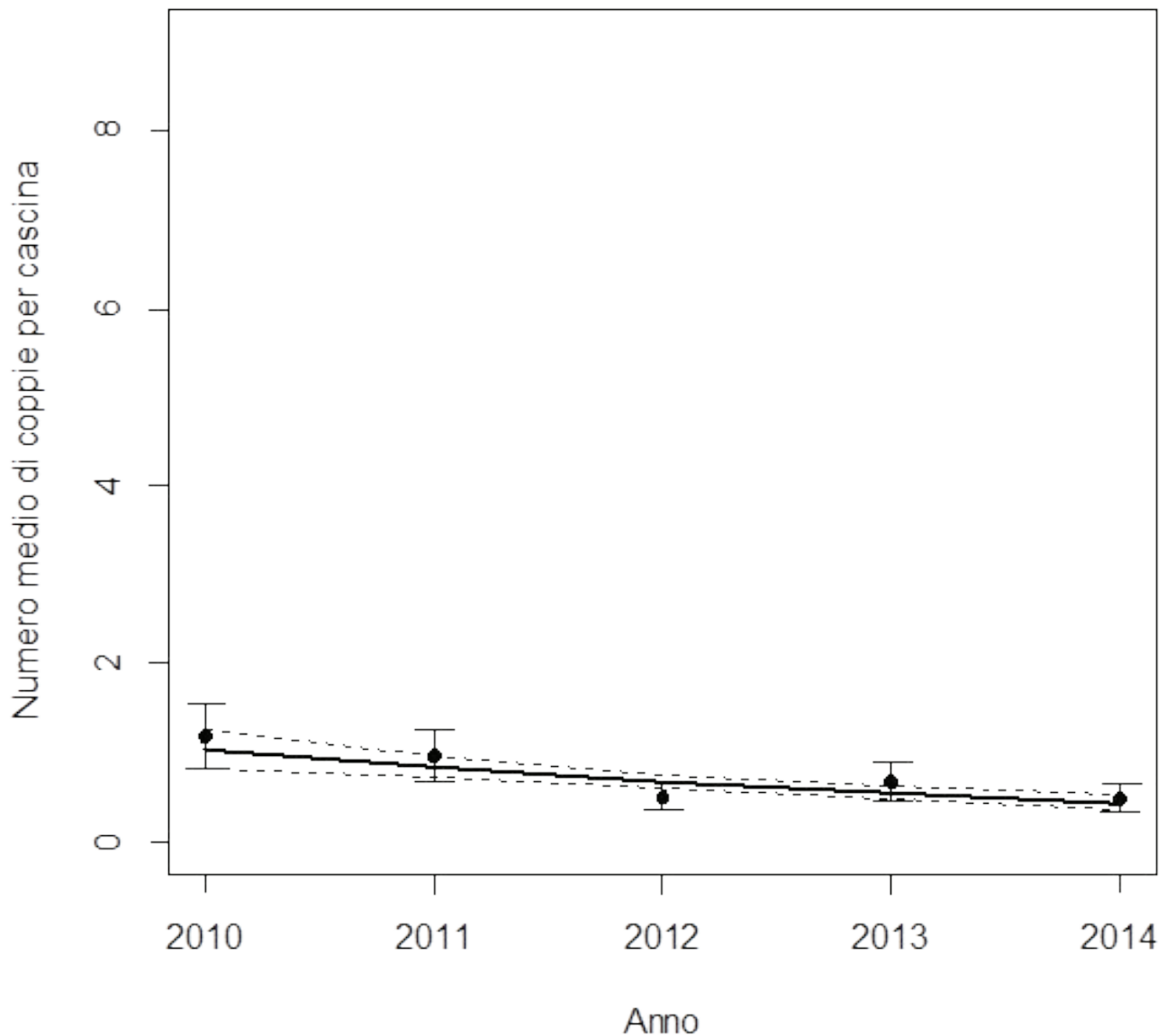


Figura 16: trend demografico stimato nel Parco di Montevécchia e della Valle del Curone.

I punti rappresentano il numero medio di coppie osservato in ogni anno nelle cascate censite per almeno tre anni. Le barre rappresentano l'errore standard. La linea continua rappresenta il trend demografico stimato mentre le linee tratteggiate rappresentano l'errore standard del trend demografico.

Parco del Mincio

Il trend demografico è stato calcolato su 35 cascine censite per almeno 3 anni nell'area di studio.
Non si osservano variazioni significative nel numero di coppie tra il 2012 ed il 2014.

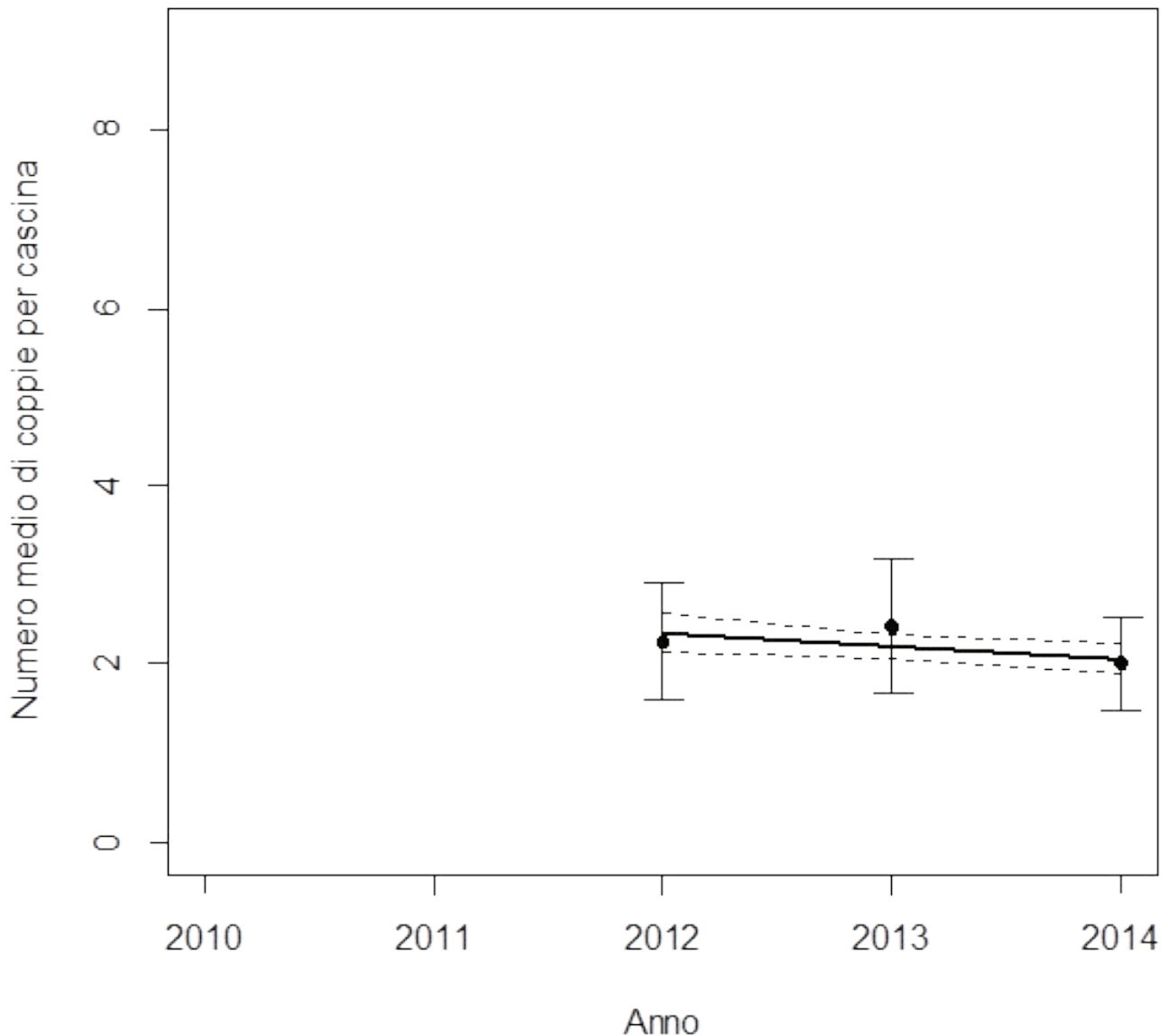


Figura 17: trend demografico stimato nel Parco del Mincio.

I punti rappresentano il numero medio di coppie osservato in ogni anno nelle cascine censite per almeno tre anni. Le barre rappresentano l'errore standard. La linea continua rappresenta il trend demografico stimato mentre le linee tratteggiate rappresentano l'errore standard del trend demografico.

PLIS dei colli briantei

Il trend demografico è stato calcolato su 21 cascine censite per almeno 3 anni nell'area di studio.
Non si osservano variazioni significative nel numero di coppie tra il 2011 ed il 2014.

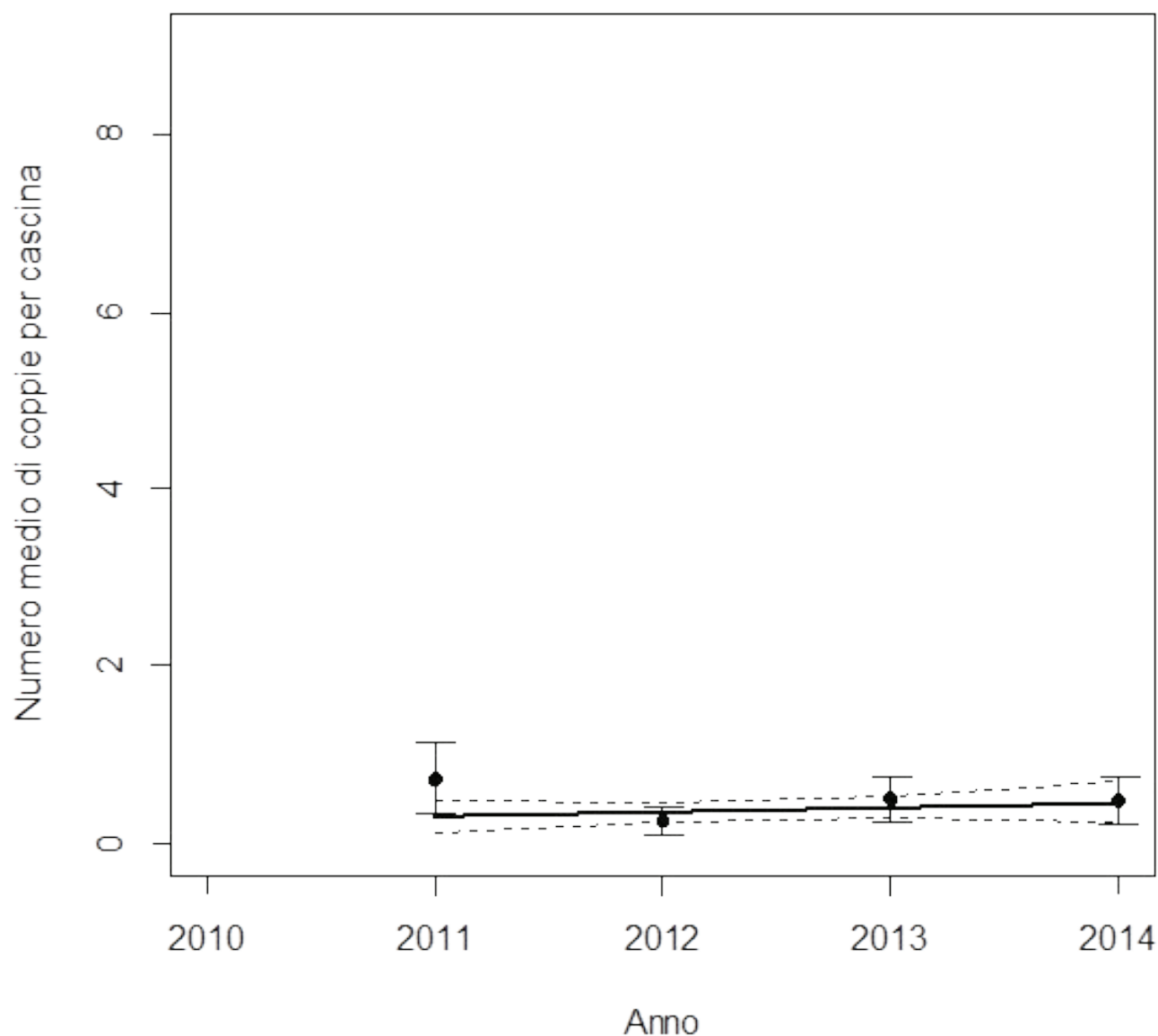


Figura 18: trend demografico stimato nel PLIS dei colli briantei.

I punti rappresentano il numero medio di coppie osservato in ogni anno nelle cascine censite per almeno tre anni. Le barre rappresentano l'errore standard. La linea continua rappresenta il trend demografico stimato mentre le linee tratteggiate rappresentano l'errore standard del trend demografico.

Area del Sebino Bresciano

Il trend demografico è stato calcolato su 31 cascine censite per almeno 3 anni nell'area di studio. Si osserva un incremento pari al 14.43% (8.61% SE, $t_3 = 4.36$, $P = 0.022$) all'anno nel periodo 2010-2014. Si noti che il trend pluriennale risulta essere in incremento significativo sebbene nel 2014 si sia registrato un decremento significativo del numero di coppie rispetto al 2013 (si veda la Tabella 8).

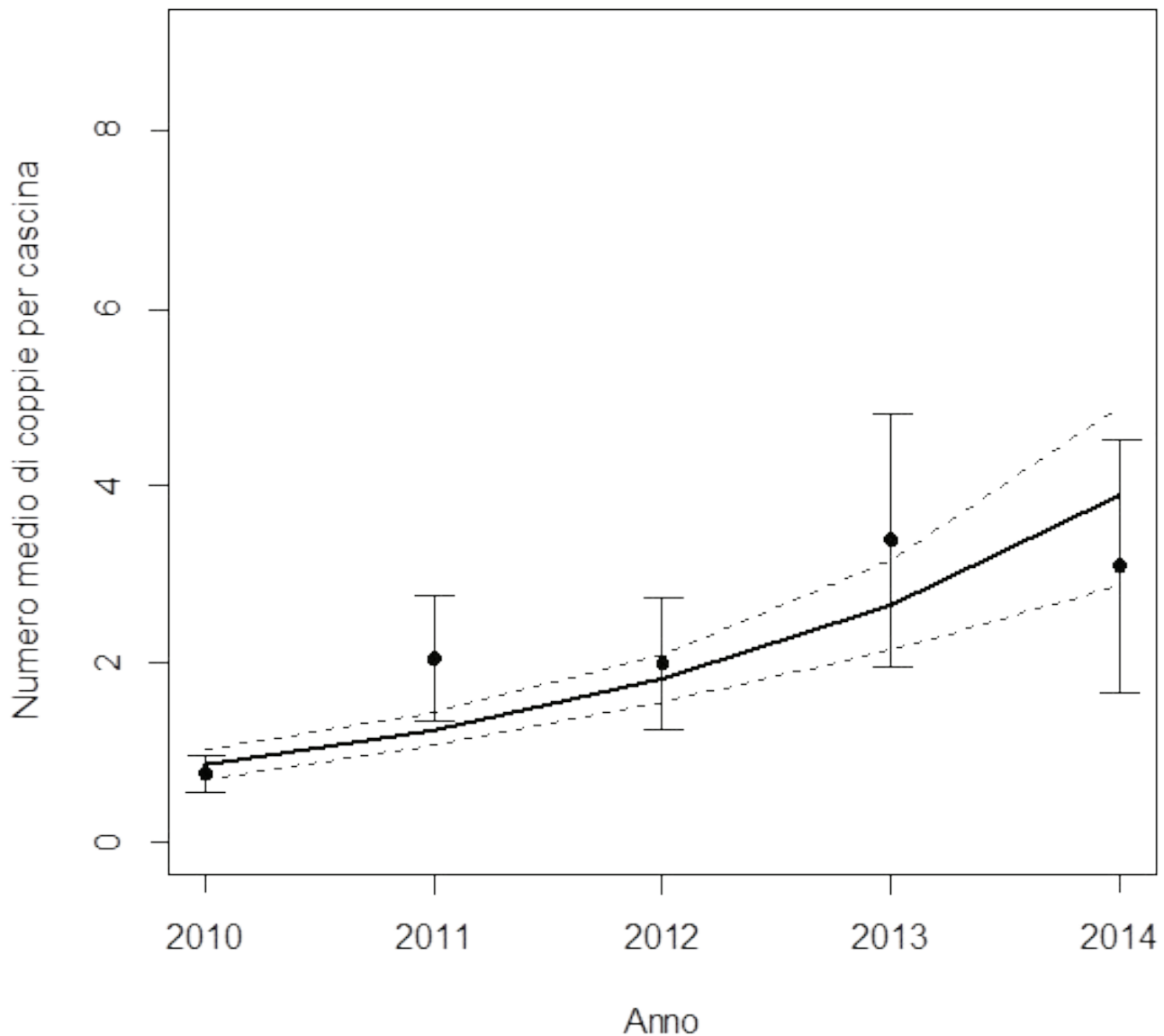


Figura 20: trend demografico stimato nel.

I punti rappresentano il numero medio di coppie osservato in ogni anno nelle cascine censite per almeno tre anni. Le barre rappresentano l'errore standard. La linea continua rappresenta il trend demografico stimato mentre le linee tratteggiate rappresentano l'errore standard del trend demografico.

DISCUSSIONE DEI RISULTATI

I dati mostrano una marcata eterogeneità nella densità di rondini tra le diverse aree della Lombardia, con valori massimi nella bassa pianura e minimi nella zona collinare e nei fondovalle. Questa distribuzione ricalca quella attesa in base alle conoscenze generali sulla biologia di questa specie (Turner 2006). Risulta, inoltre, particolarmente bassa la densità di rondini riscontrata nel Parco del Mincio, simile a quelli riscontrati nelle zone collinari e montuose (Tabella 1). Tale dato contrasta con recenti stime di abbondanza delle rondini in varie aree della Lombardia che indicavano un aumento della densità di questa specie nella bassa pianura orientale (Ambrosini et al. 2011). Bisogna però considerare che il Parco del Mincio presenta una zona settentrionale in ambiente collinare, dove le rondini sono probabilmente meno abbondanti che nella zona meridionale del Parco. Questo potrebbe portare ad una riduzione nella densità media stimata di rondini nell'area.

I dati sui trend demografici mostrano una certa eterogeneità nella variazione del numero coppie tra il 2013 ed il 2014 nelle diverse aree geografiche. Il numero di coppie, infatti, non è variato significativamente in 6 delle 7 aree censite in entrambi gli anni, mentre si è evidenziato un decremento significativo nell'area del Sebino Bresciano (vedi Risultati). L'analisi dei trend demografici pluriennali conferma la sostanziale stabilità nel numero di coppie nidificanti nelle diverse aree della Lombardia nel periodo di studio. L'area del Sebino Bresciano risulta essere, anche in questo caso, un'eccezione, in quanto in essa si evidenzia un trend pluriennale in incremento significativo. Il decremento osservato quest'anno risulta quindi in controtendenza rispetto a quanto osservato negli anni passati. Sarà, quindi, importante proseguire il censimento nel prossimo anno per valutare se in quest'area si stia verificando una inversione nel trend demografico delle popolazioni nidificanti di rondini o se il decremento osservato rifletta invece una semplice fluttuazione attorno ad un trend comunque positivo.

PROSPETTIVE FUTURE

Il censimento, ripetuto nel tempo, delle popolazioni di Rondine nidificanti in diverse aree della Lombardia rappresenta il più esteso progetto di censimento di questa specie al mondo. I dati consentono, quindi, di conoscere la distribuzione di questa specie in molte aree del territorio lombardo, di identificare le aree a maggiore vocazionalità per questa specie (Tabella 1) e di valutare i trend demografici in atto a scala regionale (Figura 2) e locale (Figure). Va rilevato, inoltre, che nel corso del censimento sono stati raccolti anche dati relativi a numerose variabili macro-ecologiche che caratterizzano le cascine censite e che, in base alle conoscenze attuali sulla biologia della Rondine, si ritiene siano importanti per la sua riproduzione. Esse sono, in particolare, la presenza di allevamento nei locali di riproduzione e l'estensione delle colture foraggere nelle vicinanze di una cascina. La raccolta di questi dati ha lo scopo di indagare in dettaglio le relazioni che intercorrono tra la distribuzione delle rondini e le condizioni macro-ecologiche dei siti di nidificazione, in modo da giungere, auspicabilmente, a spiegare la variabilità osservata nella distribuzione delle rondini a scala regional

La comprensione delle cause ecologiche che sottendono la distribuzione osservata delle rondini potrebbe avere anche interessanti applicazioni pratiche per la conservazione della specie. Molti dati relativi alle variabili che, presumibilmente, influenzano la distribuzione delle rondini, quali la distribuzione del bestiame e delle colture foraggere, sono disponibili per l'intero territorio regionale tramite, ad esempio, l'Anagrafe Zootecnica regionale (Direzione Generale Sanità) o il Sistema Informativo Agricolo della Regione Lombardia (Direzione Generale Agricoltura). L'utilizzo di queste fonti di informazione potrebbe consentire di creare, sulla base dei dati raccolti nelle aree censite, modelli previsionali della distribuzione delle rondini in base alla distribuzione, ad esempio, degli allevamenti e delle colture foraggere. Tali modelli potrebbero poi essere estesi all'intera Lombardia per generare mappe accurate della distribuzione delle rondini a scala regionale, con un grado di dettaglio ed una precisione nettamente superiori a quelle pubblicate in un recente lavoro per la sola bassa pianura lombarda (Ambrosini et al. 2011). Tali mappe potrebbero, poi, essere utilizzate per pianificare eventuali progetti di conservazione di questa specie a scala regionale.

I dati raccolti nel censimento compiuto in questi quattro anni consentono quindi di effettuare una precisa valutazione della distribuzione attuale delle rondini in numerose aree della Lombardia. Le popolazioni di questa specie stanno subendo marcati cali demografici, la cui intensità, però, varia tra aree geografiche (PECBMS 2009, si veda anche l'Introduzione). Questa variabilità è confermata anche nei dati raccolti, dove si evidenziano trend demografici contrastanti tra le diverse aree nelle quali le rondini sono rimaste sostanzialmente stabili ed altre come l'area del Sebino Bresciano, in cui sono aumentate. Va sottolineato, inoltre, come in nessuna delle aree censite siano stati registrati incrementi significativi nel numero di rondini nidificanti.

La pianificazione di progetti di tutela e conservazione di questa specie, quindi, non possono prescindere da una valutazione accurata dei trend demografici in atto delle diverse aree di studio e, se possibile, da una loro estrapolazione ad altre aree della regione con caratteristiche macro-ecologiche analoghe. Risulta, pertanto, di grande importanza scientifica oltre che applicativa la ripetizione del censimento nei prossimi anni nelle medesime aree di studio e nelle medesime cascine censite in questi anni, in modo da ottenere stime il più possibile precise dei trend demografici in atto. Queste cascine diverrebbero, pertanto, le 'stazioni' di una 'rete' di monitoraggio di lungo periodo delle rondini, in grado di rilevare rapidamente i cambiamenti nella distribuzione ed abbondanza di questa specie e di indicarne le possibili cause. La prosecuzione del censimento nelle prossime stagioni riproduttive sul medesimo campione di cascine rappresenta, quindi, l'obiettivo principale per la prosecuzione di questo progetto e sarebbe facilitato dalla presenza nelle aree di studio di GEV già in possesso delle competenze necessarie a svolgere tale lavoro.

Il numero di cascine censite in questi quattro anni grazie al lavoro dei vari gruppi di GEV rappresenta già il più ampio campione di dati mai raccolto al mondo, pertanto l'esigenza di ampliare il campione non risulta, in questo caso, primaria. Nel 2014 è stata inclusa per la prima volta nel censimento un'area di studio in Val Seriana. La realizzazione del censimento in questa area nel 2014 è stata di grande importanza poiché essa rappresenta l'unica zona con

cascine a quote superiori a 500 m e l'unica area di studio collocata nella provincia di Bergamo. Sarebbe auspicabile che il censimento in questa area proseguisse anche nei prossimi anni, in quanto i dati che si raccoglieranno potrebbero fornire indicazioni più precise sulla distribuzione delle rondini e sul loro andamento demografico in ambienti montani.

Dal punto di vista della conservazione della natura è importante sottolineare come questo progetto di censimento possa essere anche inteso come un lavoro capillare di informazione sulle problematiche relative alla conservazione di questa specie ed, in generale, di tutte le specie di uccelli legate agli agro-ecosistemi. In questi tre anni, infatti, il censimento ha coinvolto in totale 500 cascine in Lombardia e 11 gruppi di GEV, che hanno ricevuto dettagliate informazioni sulla biologia di questa specie e sulle potenziali cause che ne stanno determinando il decremento.

METODI

Il censimento delle rondini nelle aree di studio è stato eseguito seguendo un protocollo di indagine standardizzato i cui punti essenziali sono descritti in Ambrosini et al. (2002).

SCELTA DEL CAMPIONE DI CASCINE

Le unità campionarie utilizzate nel presente studio, denominate 'cascine' per brevità, sono insiemi di edifici isolati e separati da altri da una distanza di circa 100 m. Tale distanza è stata scelta arbitrariamente come la distanza minima che separa due colonie indipendenti di rondini sulla base dell'osservazione che, nell'Italia settentrionale, le rondini mostrano un'estrema filopatria riproduttiva. Le rondini, infatti, una volta scelto un sito di nidificazione, non lo cambiano nelle covate successive e nemmeno negli anni successivi (Ambrosini et al. 2002). Poiché le rondini possono utilizzare per la riproduzione non solo gli edifici rurali adibiti all'allevamento, ma anche altre strutture quali portici, tettoie e garage, sono state considerate come potenziali siti di censimento non solo le cascine propriamente intese, ma tutti i gruppi di edifici isolati, indipendentemente dalla loro tipologia strutturale. Sono stati esclusi, invece, i borghi o gli agglomerati urbani in quanto, in tali contesti, non sarebbe possibile stabilire oggettivamente i confini delle colonie indipendenti di rondini (Ambrosini et al. 2002).

In ciascuna delle aree di studio è stato stilato un elenco di tutte le cascine presenti nell'area in base ad un'accurata analisi delle Carte Tecniche Regionali (scala 1:10.000) e di Google Earth (Mountain View, CA). Un prezioso contributo a questa fase del lavoro è stato fornito dall'approfondita conoscenza del territorio dei gruppi GEV. Il numero di cascine da censire in ogni area di studio è stato determinato in base al numero di GEV disponibili in ciascuna area ed al numero di ore di lavoro che ciascun gruppo ha potuto mettere a disposizione. Le cascine da censire sono state poi estratte casualmente dall'elenco di tutte le cascine presenti nell'area. Qualora non sia stato possibile censire una cascina prescelta, ad esempio perché inagibile o per indisponibilità dei proprietari, essa è stata sostituita con la cascina più vicina tra quelle non incluse nel campione (Ambrosini et al. 2002).

RILEVAMENTO DEI DATI RELATIVI ALLA BIOLOGIA RIPRODUTTIVA DELLE RONDINI

Durante le visite preliminari alle cascine sono state disegnate mappe dettagliate di ogni stanza in cui erano presenti nidi di Rondine. Tutti i nidi sono stati numerati in modo da essere identificabili in modo univoco durante le visite successive. Tali mappe sono state aggiornate ad ogni visita aggiungendo gli eventuali nuovi nidi ed indicando se i nidi preesistenti erano eventualmente crollati.

Le cascine sono state visitate ogni 14 giorni ed ogni nido presente nella cascina è stato ispezionato tramite uno specchietto orientabile montato su di un'asta telescopica ed illuminato grazie ad una torcia elettrica. La cadenza delle visite è scelta in base ad un'attenta valutazione di alcuni parametri della biologia riproduttiva della Rondine, quali la durata della cova (in media 14 giorni) e l'età dei pulcini all'involto (circa 20 giorni). Visite effettuate ogni 14 giorni massimizzano la probabilità di osservare ogni covata almeno una volta dopo il termine della deposizione e di osservare ogni nidata almeno una volta prima dell'involto (Ambrosini et al. 2002).

Ad ogni visita è stato annotato il contenuto di ogni nido osservato. Se il nido risultava occupato è stato rilevato il numero di uova eventualmente presenti, oppure il numero di pulcini. È stata anche stimata l'età dei pulcini in base alla loro morfologia ed allo sviluppo del piumaggio (Turner 2006). In base all'età dei pulcini è stata poi calcolata la data di schiusa del nido e, sottraendo da questa la durata della cova, la data di deposizione dell'ultimo uovo della covata. I dati relativi al numero di uova sono stati utilizzati per le analisi solo se le uova stesse erano state osservate dopo la data di deposizione dell'ultimo uovo della covata. Il numero di pulcini osservati nel nido è stato considerato una stima attendibile del successo riproduttivo solo se i pulcini sono stati osservati quando avevano almeno 10 giorni di età, in quanto la mortalità oltre tale età è molto scarsa (Ambrosini et al. 2002).

In questo studio sono state considerate solo le prime covate. Poiché non è stato possibile catturare e marcare

individualmente ogni rondine, la distinzione tra le prime e le seconde covate deposte in ogni cascina è stata effettuata sulla base della data di inizio deposizione, calcolata sottraendo dalla data di deposizione dell'ultimo uovo della covata un numero di giorni pari al numero di uova deposte. Questo metodo è giustificato dal fatto che le femmine di Rondine solitamente depongono un uovo al giorno (Turner 2006). Sono state considerate seconde covate tutte quelle in cui la deposizione del primo uovo è avvenuta dopo l'involto dei pulcini del nido più precoce della prima covata (Ambrosini et al. 2002).

Il numero di coppie nidificanti in ogni cascina è stato stimato pari al massimo numero di nidi simultaneamente attivi osservati in ogni cascina, indipendentemente dal fatto che ciascun nido sia stato considerato come una prima o una seconda covata (Ambrosini et al. 2002).

RILEVAMENTO DEI DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA DEGLI EDIFICI RURALI, ALL'ALLEVAMENTO ED ALL'USO DEL SUOLO ATTORNO ALLE CASCINE

In ogni cascina è stata rilevata la struttura di ogni edificio dove le rondini potrebbero riprodursi, indipendentemente dall'effettiva presenza o meno di nidi di Rondine in essi. In particolare, sono state rilevate le dimensioni approssimate, l'altezza, la presenza o meno di travi, il materiale con cui è costruito il soffitto. Questi dati potrebbero fornire utili informazioni sulla struttura degli edifici rurali che favorisce la riproduzione delle rondini.

Per ogni cascina è stata poi rilevata la presenza di allevamento di bovini, suini, equini ed ovicapri ed il numero di capi allevati. È noto, infatti, che le rondini si riproducono preferenzialmente nelle cascine dove è praticato l'allevamento (Ambrosini et al. 2002).

Durante la riproduzione le rondini foraggiano entro una distanza di circa 400 m dalla cascina e prevalentemente sui prati (Ambrosini et al. 2002). Per questo è stata rilevata l'estensione delle principali tipologie colturali in un raggio di 400 m da ogni cascina, indicando la superficie occupata dalle diverse colture su Carte Tecniche Regionali (scala 1:10.000).

METODI STATISTICI

La stima del numero totale di coppie nidificanti in ogni area è stata ottenuta moltiplicando il numero medio di coppie nidificanti rilevato nel campione di cascine censite in ciascuna area per il numero totale di cascine presenti nell'area stessa (stimatore per espansione). La varianza di tale stimatore è stata ottenuta moltiplicando la varianza nel numero medio di coppie per cascina nel campione osservato per il quadrato del numero totale di cascine presenti nell'area. La stima della varianza così ottenuta è stata poi corretta tenendo conto della frazione di campionamento (Frosini et al. 1994). La radice quadrata del risultato rappresenta l'errore standard del numero di coppie stimato. La densità stimata è stata, infine, calcolata dividendo il numero totale di coppie per la superficie di ciascuna area di studio.

La procedura utilizzata, quindi, sfrutta i dati raccolti nel campione di cascine censite e li estrapola a tutta l'area di studio, fornendo così una stima del numero di coppie che si osserverebbe se tutte le cascine presenti nell'area fossero censite. Tale stimatore è, però, corretto solo se le cascine censite sono un campione rappresentativo di tutte le cascine presenti in un'area. Per questo motivo è stato necessario scegliere le cascine da campionare in modo assolutamente casuale, perché solo la casualità nella scelta del campione garantisce che non vi siano distorsioni nella stima finale, indotte da un campionamento non rappresentativo.

L'errore standard rappresenta l'incertezza di una stima. Essa dipende dalla variabilità del fenomeno oggetto di indagine (ad esempio il numero di coppie per cascina) e dal numero di unità campionarie (cascine) censite.

Tanto più il fenomeno è variabile tanto maggiore è l'incertezza della stima del totale calcolata a partire da un campione di caschine. Al contempo, tante più caschine sono state effettivamente censite tra quelle presenti in un'area tanto minore sarà l'incertezza nel numero totale di coppie presenti. La correzione per la frazione di campionamento introdotta nel calcolo dell'errore standard consente proprio di tenere conto di questa riduzione nell'incertezza nella stima del numero totale di coppie all'aumentare della proporzione di caschine in un'area che sono state effettivamente censite.

L'errore standard consente anche di calcolare il cosiddetto 'intervallo di confidenza' cioè un range di valori che, secondo quanto indicato dalla teoria statistica, con il 95% di probabilità include il vero numero totale di coppie nidificanti in un'area, o la vera densità di coppie di rondini presenti nell'area stessa. Tale intervallo ha un'ampiezza approssimativamente pari a quattro volte l'errore standard ed è centrato sul numero totale di coppie o sulle densità stimate e riportate in Tabella 1.

La variazione proporzionale nel numero di coppie avvenuta in ogni area tra il 2013 ed il 2014 è stata stimata pari al tasso di accrescimento realizzato dalla popolazione tra gli anni 2013 e 2014 assumendo un modello geometrico di crescita delle popolazioni (parametro $r = \lambda - 1$, Skalski et al. 2005) Il tasso di accrescimento in ogni area di studio è stato stimato calcolando, per ogni cascina censita in entrambi gli anni, la differenza tra il numero di coppie censite nel 2014 e quelle censite nel 2013. La somma di tali differenze è stata poi divisa per il numero totale di coppie censite nell'area nel 2013, secondo la formula

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (N_i(2014) - N_i(2013))}{\sum_{i=1}^n N_i(2013)}$$

Dove $N_i(2013)$ e $N_i(2014)$ rappresentano il numero di coppie censite nella cascina i -esima rispettivamente nel 2013 e nel 2014. Tale metodo rappresenta una modifica allo stimatore per rapporto di λ (Skalski et al. 2005) che tiene conto del fatto che nei due anni di indagine i censimenti sono stati ripetuti sul medesimo campione di caschine. La varianza di tale stimatore è stata calcolata utilizzando lo stimatore per quoziente corretto per la frazione di campionamento secondo la formula

$$var(r) = \frac{1-f}{n} \frac{\bar{D}}{\bar{N}} \left(\frac{\sigma_D^2}{\bar{D}^2} + \frac{\sigma_N^2}{\bar{N}^2} - 2 \frac{\sigma_{DN}}{\bar{D}\bar{N}} \right)$$

Dove $\bar{D}$ rappresenta la differenza media nel numero di coppie censite nel 2014 e nel 2013 nelle caschine dell'area di studio, $\bar{N}$ il numero medio di coppie censite nel 2013 nella medesima area, σ_D^2 e σ_N^2 rappresentano le rispettive varianze e f rappresenta la frazione di campionamento, pari al rapporto tra il numero di caschine censite in un'area ed il numero totale di caschine presenti nell'area stessa. Si può infatti assumere che il numero di coppie censite nella cascina i -esima nell'anno t -esimo sia pari a

$$N_i(t) = \mu(t) + c_i + \varepsilon_i(t)$$

Dove $\mu(t)$ rappresenta il numero medio di coppie per cascina nell'area di studio, c_i rappresenta l'effetto casuale dovuto alla cascina i -esima e $\varepsilon_i(t)$ rappresenta il termine di errore casuale. Da questa formulazione, calcolando la differenza entro cascina i termini c_i si elidono, sotto l'assunto che le condizioni generali della cascina non varino tra i due anni di indagine.

La variazione complessiva avvenuta nell'intera Lombardia tra il 2013 ed il 2014 è stata calcolata come media pesata dei trend stimati nelle diverse aree con pesi w_a direttamente proporzionali alla dimensione delle aree di studio ed inversamente proporzionali alle varianze di r stimate per ciascuna area di studio.

$$\bar{r} = \sum_{a=1}^A w_a r_a$$

La varianza dello stimatore del trend demografico complessivo è stata calcolata sommando la quota di varianza entro le diverse aree di studio e quella tra le diverse aree di studio. La quota di varianza entro aree di studio è stata calcolata combinando le varianze di r stimate nelle A aree di studio secondo la formula

$$Var_{ENTRO}(\bar{r}) = \sum_{a=1}^A w_a Var(r_a)$$

E quelle tra aree come

$$Var_{TRA}(\bar{r}) = \frac{1}{1 - \sum_{a=1}^A w_a^2} \sum_{a=1}^A w_a (r_a - \bar{r})^2$$

Il trend demografico pluriennale nelle aree è stato stimato utilizzando i dati raccolti nelle caschine censite per almeno tre anni. Per ogni anno è stato stimato il numero medio di coppie nidificanti per cascina ed il relativo errore standard. Il trend demografico è stato poi stimato interpolando i dati tramite un modello lineare generalizzato nel quale si è assunta una distribuzione gaussiana dell'errore, giustificata dal fatto che la variabile dipendente è rappresentata da un numero medio di coppie per cascina, ed una link function logaritmica, che fa sì che il coefficiente angolare del modello stimi la variazione proporzionale nel numero di coppie per cascina in ogni anno. Tale modello, quindi, stima il tasso di incremento o di decremento delle rondini assumendo un modello di crescita esponenziale della popolazione.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Ambrosini, R. & Saino, N. (2010) Environmental effects at two nested spatial scales on habitat choice and breeding performance of barn swallow. *Evolutionary Ecology*, 24: 491-508.

Ambrosini, R., Bani, L., Massimino, D., Fornasari, L. & Saino, N. (2011) Large-scale spatial distribution of breeding Barn Swallows *Hirundo rustica* in relation to cattle farming. *Bird Study*, 58: 495-505.

Ambrosini, R., Bolzern, A.M., Canova, L., Arieni, S., Møller, A.P. & Saino, N. (2002) The distribution and colony size of barn swallows in relation to agricultural land use. *Journal of Applied Ecology*, 39: 524-534.

Ambrosini, R., Rubolini, D., Trovò, P., Liberini, G., Bandini, M., Romano, A., Sicurella, B., Scandolara, C., Romano, M. & Saino, N. (2012) Maintenance of livestock farming may buffer population decline of the Barn Swallow *Hirundo rustica*. *Bird Conservation International*, 22: 411-428.

Bani, L., Massimino, D., Orioli, V., Bottoni, L. & Massa, R. (2009) Assessment of population trends of common breeding birds in Lombardy, Northern Italy, 1992-2007. *Ethology Ecology & Evolution*, 21: 27-44.

BirdLife International (2004) *Birds in Europe: Population Estimates, Trends and Conservation Status*. BirdLife International, Cambridge, UK.

Engen, S., Sæther, B. & Møller, A.P. (2001) Stochastic population dynamics and time to extinction of a declining population of barn swallows. *Journal of Animal Ecology*, 70: 789-797.

Frosini, B.V., Montinaro, M. & Nicolini, G. (1994) *Il Campionamento da Popolazioni Finite*. UTET libreria, Torino, Italy.

PECBMS (2009) *The State of Europe's Common Birds 2008*. CSO/RSPB, Prague, Czech Republic.

Robinson, R.A., Crick, H.Q.P. & Peach, W. (2003) Population trends of Swallows *Hirundo rustica* breeding in Britain. *Bird Study*, 50: 1-7.

Saino, N., Ambrosini, R., Rubolini, D., von Hardenberg, J., Provenzale, A., Hüppop, K., Hüppop, O., Lehikoinen, A., Lehikoinen, E., Rainio, K., Romano, M. & Sokolov, L. (2011) Climate warming, ecological mismatch at arrival and population decline in migratory birds. *Proceedings of the Royal Society - B*, 278: 835-842.

Sanderson, F.J., Donald, P.F., Pain, D.J., Burfield, I.J. & van Bommel, F.P.J. (2006) Long-term population declines in Afro-Palearctic migrant birds. *Biological Conservation*, 131: 93-105.

Sicurella, B., Caprioli, M., Romano, M., Rubolini, D., Saino, N. & Ambrosini, R. (2014) Hayfields enhance colony size of the Barn Swallow *Hirundo rustica* in Northern Italy. *Bird Conservation International*, 24: 17-31.

Skalski, J.R., Ryding, K.E. & Millspaugh, J.J. (2005) *Wildlife Demography: Analysis of Sex, Age, and Count Data (First Edition)*. Elsevier Academic Press, Burlington, MA.

Turner, A. (2006) *The Barn Swallow*. T & A D Poyser, London, UK.

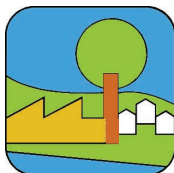
ENTI PARTECIPANTI MEDIANTE L'IMPIEGO DELLE PROPRIE G.E.V.



Parco Pineta
di Appiano Gentile e Tradate



PARCO ADDA SUD



Parco Regionale
Valle del Lambro



Comunità Montana
Valtellina di Morbegno



PARCO DEL MINCIO



Provincia
di Cremona



COMUNE DI
MONZA

Assessorato
all'ambiente



Comunità
Montana
Valle Seriana

PROGETTO



È ORA DI AIUTARE LE RONDINI

a cura



finanziato da



in collaborazione

