
La Rondine (*Hirundo rustica*) nella Bassa Riviera (Ticino): sviluppo degli effettivi, successo riproduttivo e tasso di sopravvivenza negli anni 1997 - 2004

Johann von Hirschheydt¹, Michael Schaub^{1,3} e Flavio Del Fante²

¹ Stazione ornitologica svizzera, CH - 6204 Sempach (hannes.hirschheydt@vogelwarte.ch)

² Costa, CH - 6997 Sessa

³ Zoological Institute - Conservation Biology, University of Bern, Balzerstrasse 6, CH - 3012 Bern

Riassunto: Nell'ambito del programma internazionale EURING per lo studio delle cause, a lungo termine, della diminuzione degli effettivi di Rondine (*Hirundo rustica*) nell'Europa centrale e occidentale, la Stazione ornitologica svizzera di Sempach ha analizzato la situazione della specie in Svizzera. In questo lavoro presentiamo i risultati provenienti dall'unica area di studio al Sud delle Alpi. Tra il 1997 e il 2004 sono state seguite, in totale, le nidificazioni di 286 coppie, sono stati inanellati tutti i giovani e il maggior numero possibile di adulti ($n = 1663$), per poi essere controllati di nuovo negli anni seguenti. Complessivamente, tra il 1998 e il 2004, la popolazione nidificante si è praticamente dimezzata. Questa diminuzione è principalmente da imputare, da un lato, all'abbandono dell'allevamento di bestiame e a cambiamenti di sfruttamento, arrecanti notevoli disturbi, nell'azienda agricola che all'inizio dello studio presentava il maggior numero di rondini e il cui effettivo è quasi completamente crollato; dall'altro, al fatto che, agli anni con le diminuzioni più marcate, hanno corrisposto periodi con basso successo riproduttivo e bassi tassi di sopravvivenza. Globalmente, gli effettivi presenti in aziende agricole con bestiame sono diminuiti in maniera meno pronunciata rispetto ai siti di nidificazione che si trovano al di fuori delle strutture agricole. Poiché lo sviluppo degli effettivi in regioni di confronto a sud e a nord delle Alpi è stato molto simile, è ipotizzabile che esso dipenda da fattori con un influsso a livello sovregionale. Il numero di giovani atti al volo per coppia e anno variava da 4 a 5.7. Il successo riproduttivo era influenzato positivamente dal numero di tentativi di nidificazione effettuati, da un inizio precoce di deposizione delle uova, da un breve periodo d'incubazione e dalla vicinanza del nido al bestiame. Moderate quantità di pioggia durante l'allevamento della prima nidata miglioravano il successo riproduttivo, mentre siccità e periodi con forti precipitazioni lo peggioravano. Caratteristiche individuali degli uccelli adulti non avevano nessun influsso sul successo riproduttivo. I tassi di sopravvivenza locale degli adulti erano di 0.44 per i maschi, rispettivamente di 0.38 per le femmine. La differenza è probabilmente dovuta a una maggior tendenza nelle femmine a emigrare. I tassi molto bassi di sopravvivenza, a livello locale, dei giovani fanno supporre, nell'ambito della dispersione giovanile, un'emigrazione dei due terzi dei maschi e di praticamente tutte le femmine. Il lavoro termina con alcune riflessioni sulle prospettive della specie nella regione.

The Barn Swallow (*Hirundo rustica*) in the lower Riviera area (Canton of Ticino): population trend, reproduction success and survival rates during the years 1997 to 2004.

Abstract: Within the international research programme of EURING to study the causes of population declines of the Barn Swallow *Hirundo rustica* in Western and Central Europe, the Swiss Ornithological Institute has documented the significant variables of population dynamics of the species at 12 places throughout Switzerland. Here we present results from the only study site south of the Alps. From 1997 to 2004 we recorded the fate of the broods of 286 breeding pairs in the lower Riviera area, ringed all nestlings and most of the adults ($n = 1663$), and recaptured them in successive years. Between 1998 and 2004 the breeding population declined by nearly 50%. This decline was partly due to the abandonment of housing cattle, associated with a loss of nest site quality, in the farm originally holding the largest colony. In addition, years with the strongest general decline coincided with years of a low reproductive output and annual survival. Breeding colonies in farms with cattle declined less than those in buildings without cattle. The general population trend was similar to the population trends in other areas of Switzerland, suggesting large-scale environmental factors driving the population dynamics. The number of fledglings per pair and year varied between 4.0 and 5.7. The number of breeding attempts, an early start of laying, a short incubation period and the presence of cattle near the nest site had a positive effect on the reproductive output. The amount of rainfall also affected breeding success: it was low when the amount of rainfall was either extremely low or very high, and peaked when precipitation was intermediate. Individual traits of the adults had no impact on the reproductive output. Local survival rates were higher in adult males (0.44) than in adult females (0.38). The difference is presumably the result of a stronger breeding dispersal in females. Due to strong natal dispersal, the local survival rates of juveniles were low (males: 0.07, females: 0.002). If we assume a true juvenile survival rate of 0.2, we can estimate that about two thirds of the locally born males and almost all of the females dispersed from the study area. We discuss these findings with special emphasis on the perspectives of the Barn Swallow in the study area.

Key words: *Hirundo rustica*, population trend, breeding success, survival rates, Southern Switzerland

INTRODUZIONE

In Europa la Rondine è una specie molto diffusa, frequente e molto amata dalla popolazione. Nidifica esclusivamente all'interno o sotto i portici e gli spioventi di edifici e cerca il suo nutrimento (insetti volanti) nei paesaggi agricoli aperti e semi-aperti. Nella maggioranza dei Paesi dell'Europa occidentale, centrale e meridionale, tra il 1970 e il 1990, i suoi effettivi sono diminuiti (TUCKER & HEATH 1994); anche nei dieci anni seguenti questa tendenza non ha subito cambiamenti sostanziali (BIRDLIFE INTERNATIONAL 2004). Per questo motivo, a metà degli anni novanta, l'EURING, Unione Europea per l'Inanellamento, ha lanciato un programma di ricerca, coordinato a livello internazionale, per tentare di scoprire quali fossero i motivi di questo sviluppo; questo programma si basa su studi effettuati nelle aree europee di nidificazione, lungo le vie migratorie e nei quartieri africani di sverno. La Stazione ornitologica svizzera ha partecipato sin dall'inizio, con propri progetti di ricerca, a questo programma comune. Nell'ambito di questi studi ci si è chiesti soprattutto se le rondini svizzere producessero abbastanza giovani per compensare le perdite annuali. Per questa ricerca sono state scelte 12 regioni che rappresentano tutte le possibili condizioni di vita della Rondine sul nostro territorio. Una di queste superfici si trova nella Svizzera meridionale. Qui di seguito presentiamo i risultati degli studi in quest'area. Al centro dell'attenzione stanno lo sviluppo del numero di coppie nidificanti, il successo riproduttivo annuale e i tassi di sopravvivenza. Analizziamo i fattori più importanti che possono influire su di essi e cerchiamo di valutare fino a che punto i risultati sono rappresentativi per la situazione nella Svizzera meridionale.

Successo riproduttivo e tassi di sopravvivenza sono importanti parametri che influenzano lo sviluppo degli effettivi. Gioca inoltre un ruolo il rapporto tra il numero di uccelli che emigra dall'area studiata e quello che vi immigra. Mutamenti in questo rapporto sono possibili qualora la qualità dell'ambiente nella regione di studio, cioè l'offerta di nutrimento e di siti di nidificazione, vari notevolmente rispetto al territorio circostante. In questo studio non ci è tuttavia stato possibile studiare anche questo fattore. I tassi di sopravvivenza variano probabilmente in primo luogo a causa dei molteplici e variabili influssi meteorologici a cui sono esposte le rondini, quali migratori su lunghe distanze, nei luoghi di nidificazione, durante la migrazione o nei quartieri invernali. Durante i sette anni di ricerca abbiamo verificato se i tassi di sopravvivenza delle rondini in Riviera variavano in maniera significativa e se si potevano osservare variazioni dovute al sesso e all'età degli uccelli. Per finire, il successo riproduttivo della Rondine dipende da una moltitudine di influssi, constatati in parte già in altre regioni. Qui di seguito elenchiamo i più importanti:

- il numero di tentativi di nidificazione e il numero totale di uova deposte, rispettivamente di piccoli nati, formano la base del susseguente successo riproduttivo;
- il momento dell'inizio della nidificazione può determi-

nare se potranno essere allevate una sola o più nidiate (BANBURA & ZIELINSKI 1998);

- le condizioni meteorologiche possono avere un influsso positivo o negativo sulla data d'inizio della deposizione delle uova, la grandezza delle covate, la durata dell'incubazione, la condizione fisica e la mortalità dei nidiacei (LOSKE 1992);
- il luogo in cui si trova il nido può attenuare o aumentare le influenze negative delle condizioni meteorologiche: in una stalla calda con molti ditteri gli uccelli sopportano meglio periodi piovosi e freddi che in siti freddi con correnti d'aria (MØLLER 2001; AMBROSINI *et al.* 2002);
- disturbi ai siti di nidificazione possono minacciare la riproduzione in ogni momento;
- la qualità dei territori di caccia, espressa attraverso l'offerta di nutrimento, determina la provvista di energia dei nidiacei e/o lo sforzo che devono sostenere gli adulti per la ricerca del nutrimento (EGGER 2000);
- condizione fisica (in merito agli indicatori rilevanti dal punto di vista della selezione cfr. MØLLER 1994) ed esperienza degli uccelli adulti hanno effetti prevalentemente positivi sulla loro efficienza; in tarda età possono apparire cali di efficienza dovuti a senescenza (MØLLER & DE LOPE 1999).

Questi ed altri fattori sono stati da noi esaminati in rapporto al loro influsso sul successo riproduttivo delle rondini in Riviera.

MATERIALI E METODI

Area di studio

L'area di studio si trova sul fondovalle della Bassa Riviera, situata nella parte centrale del Cantone Ticino, ad un'altitudine di 240–300 m slm (fig. 1). Due dei 34 edifici controllati si trovano in territorio del Comune di Gnosca, un'azienda agricola (controllata solo nel 1999) in quello di Castione, tutti gli altri edifici in quello di Claro. Diciassette edifici si trovano nella pianura alluvionale del fiume Ticino, sulla quale, accanto al letto del fiume e al bosco di latifoglie che lo costeggia, si trovano soprattutto campi di mais, prati da sfalcio e pascoli, ed appartengono, a parte un'eccezione, ad aziende agricole situate fuori dai centri abitati. I diciassette edifici restanti si trovano sul dolce pendio del cono di deiezione sopra la linea ferroviaria, nelle frazioni ad edificazione sparsa di Torrazza e Cassero, del Comune di Claro. Tra di essi solo uno è di carattere agricolo. In questa zona, accanto a strade ed edifici, l'uso del suolo consiste in prati da sfalcio, pascoli, vigneti ed estesi giardini attorno alle case.

Le prime ricerche, effettuate nel 1997, si sono limitate ad una grande azienda agricola a Gnosca. La maggior parte degli edifici sono stati controllati dal 1998 al 2003, mentre tra il 1999 e il 2001 se ne sono aggiunti alcuni altri. Nel 2004 abbiamo rilevato di nuovo l'effettivo di coppie nidificanti in tutta l'area di studio.

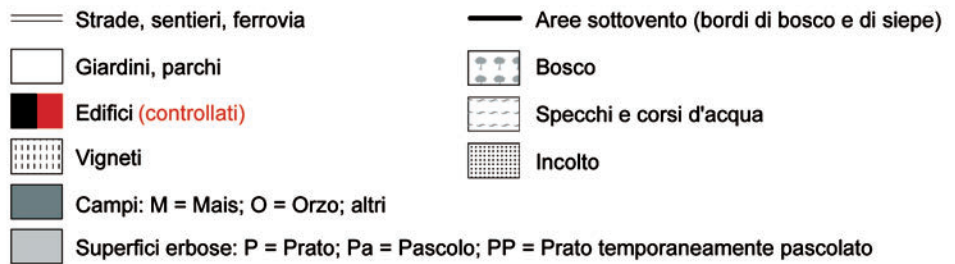
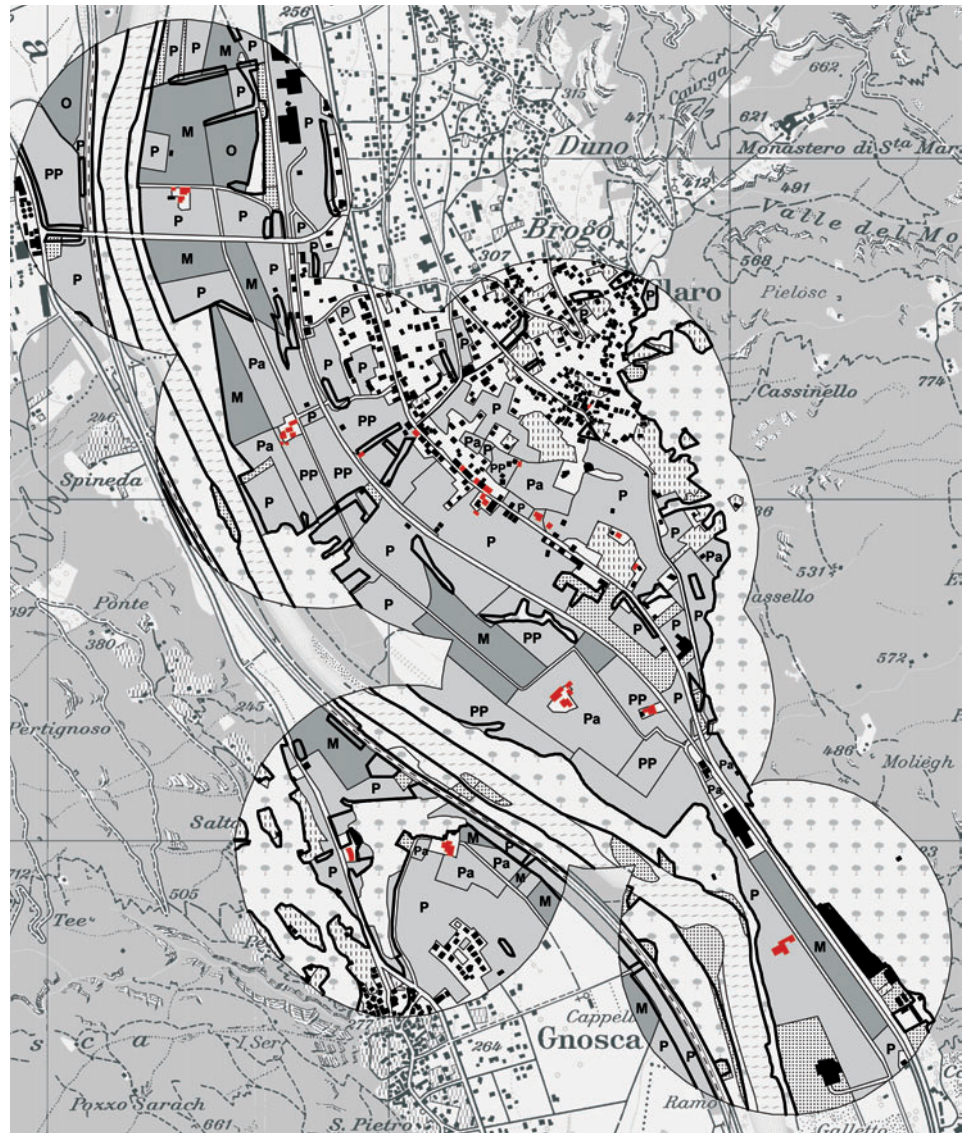


Fig. 1 - Estratto della cartina topografica 1 : 25'000 dell'area di studio Riviera con indicazione dello sfruttamento agricolo (estate 2001) e delle aree sottovento nel raggio di 500 m attorno agli edifici controllati (riprodotto con l'autorizzazione di Swisstopo [BA 057524]).

Raccolta dei dati

Siti di nidificazione, andamento della nidificazione e dati sugli uccelli

Le ricerche sul campo si sono svolte ogni anno da metà aprile a metà settembre, con una metodologia standard utilizzata per tutte le superfici svizzere del progetto. Primo obiettivo dei sopralluoghi era quello di trovare tutti gli edifici con nidi di Rondine. Per ognuno di questi edifici descrivevamo, secondo criteri fissati in precedenza, il luogo dei nidi e i nidi stessi. Sulla base di controlli settimanali dei nidi abbiamo documentato l'andamento delle nidifica-

zioni; abbiamo così potuto determinare la data d'inizio della deposizione delle uova, il numero di uova deposte, la durata d'incubazione, il momento in cui i piccoli sono usciti dall'uovo e il numero di questi ultimi, la durata d'allevamento, la data d'involo e il numero di giovani atti al volo. Abbiamo inanellato tutti i nidiacei e annotato l'età, il peso e i parassiti visibili esteriormente. L'età è stata stimata con un errore di \pm un giorno mediante lo sviluppo del piumaggio (JENNI 1998) e con l'aiuto delle annotazioni effettuate durante i sopralluoghi precedenti. Durante la deposizione e la cova, in caso di disturbo gli adulti di Rondine abbandonano facilmente le uova, mentre sono molto più

tolleranti durante l'allavamento dei piccoli (KANIA 1992). Per questo motivo abbiamo inanellato gli adulti solo quando si stavano già occupando di nidiacei. Le catture sono avvenute di notte, con l'aiuto di retini, mentre gli uccelli si trovavano nel nido o nei suoi pressi. Al momento di ogni cattura abbiamo annotato il sesso, la lunghezza dell'ottava remigante (quale misura della dimensione corporea; BERTHOLD & FRIEDRICH 1979, JENNI & WINKLER 1989) come pure delle timoniere più interne e più esterne, le riserve di grasso (scala a 9 livelli secondo KAISER 1993), lo sviluppo dei muscoli pettorali (scala a 4 livelli, BAIRLEIN 1995) e i parassiti visibili esteriormente. Le ricatture di uccelli inanellati, negli anni successivi all'inanellamento, ci hanno fornito indicazioni sul tasso di sopravvivenza all'interno della popolazione locale.

Struttura del paesaggio e sfruttamento agricolo nei dintorni del nido

Le rondini cacciano perlopiù relativamente vicino agli strati superiori della vegetazione. MORAND (2000) ha mostrato che la densità degli insetti volanti sopra i principali coltivi è molto variabile. A seconda della struttura del territorio di caccia di una coppia, ciò potrebbe quindi riflettersi sull'apporto in energia ai nidiacei e, con questo, sul successo riproduttivo. In condizioni meteorologiche favorevoli, durante il periodo di nidificazione le rondini cercano il loro nutrimento in un raggio di 200–300 m (LOSKE 1992, TURNER 1994, GRÜEBLER com. pers.) rispettivamente 500 m (MEIER 1982, MØLLER 1983) dal luogo in cui si trova il nido. Solo raramente si sono constatate distanze superiori ai 500 m (LOSKE 1992). Per scoprire se gli ambienti nei dintorni del nido avevano un influsso sul successo riproduttivo, negli anni 1999 e 2001, abbiamo cartografato, in estate, lo sfruttamento agricolo e l'uso del suolo da parte dell'uomo in un raggio di 500 m attorno a tutti gli edifici con nidi di Rondine (fig. 1).

Sulla base del numero di punti di un reticolo che esse coprivano, abbiamo quantificato tutte le unità di superficie che si trovavano all'interno di queste aree circolari secondo il tipo di paesaggio, risp. di utilizzo. Inoltre abbiamo notato il numero dei mucchi di letame. Vengono considerate aree sottovento le linee di confine tra due unità di vegetazione con altezza permanentemente e chiaramente diversa (almeno 2 m), come ad esempio si possono trovare lungo i bordi dei boschi, le siepi, i viali densi e i frutteti. Esse giocano un ruolo importante soprattutto in caso di brutto tempo, poiché, al loro riparo, volano nettamente più insetti che sui coltivi aperti. Per questo motivo vengono visitate in maniera mirata dalle rondini (EVANS *et al.* 2003, MORAND 2000). I coltivi, risp. gli elementi del paesaggio rilevati nell'area di studio della Riviera sono elencati nell'appendice.

Metodi di analisi dei dati

Effettivi degli uccelli nidificanti

La determinazione del numero di coppie nidificanti è avvenuta riferendosi ad ogni edificio e utilizzando i numeri

degli uccelli adulti inanellati. Dove ciò non era possibile, ci siamo basati sulle osservazioni di nidi occupati contemporaneamente, attribuendo i nidi restanti, con attività di nidificazione, ad ulteriori coppie, a seconda della sequenza temporale della loro occupazione e della loro posizione uno rispetto all'altro. Perché un nido venisse considerato occupato, doveva esservi stato deposto almeno un uovo. Uccelli, che erano presenti ma che non potevano venir associati ad alcun nido con uova, non sono stati considerati al momento della determinazione del numero di coppie nidificanti. Per rappresentare lo sviluppo degli effettivi abbiamo considerato solo gli edifici controllati in maniera continua dal 1998 al 2004.

Successo riproduttivo

Quale parametro per misurare il successo riproduttivo abbiamo scelto il numero di giovani atti al volo per coppia e anno. Il significato dei potenziali fattori che influiscono su questo parametro è stato determinato a tappe, con l'ausilio di modelli lineari generali. Dapprima abbiamo testato il livello di significatività di ogni fattore singolarmente, per il quale assumevamo che avrebbe potuto giocare un ruolo. In seguito, attraverso varie combinazioni dei fattori risultati rilevanti, abbiamo determinato il modello ottimale.

Tassi di sopravvivenza

Per stimare i tassi di sopravvivenza locali, abbiamo utilizzato il modello di Cormack–Jolly–Seber (CJS; LEBRETON *et al.* 1992). Questo modello calcola, oltre ai tassi di sopravvivenza locali, anche la probabilità che un individuo marcato venga ricatturato, indispensabile perché raramente si riesce a ricattare tutti gli individui inanellati, anche con azioni di cattura intensive. Senza un'adeguata correzione i tassi di sopravvivenza risulterebbero sottostimati (MARTIN *et al.* 1995). I modelli CJS hanno anche il pregio che con essi è possibile esaminare l'influsso che altri fattori hanno sul tasso di ricattura e/o il tasso di sopravvivenza locale.

Questo modello include due distinti parametri: la probabilità di sopravvivenza locale e la probabilità di ricattura. La probabilità di sopravvivenza locale (ϕ_i), è la probabilità che un individuo marcato durante il periodo da i a $i+1$ sopravviva e non sia emigrato permanentemente dalla popolazione locale. La probabilità di ricattura (p_i) è la probabilità che un individuo marcato che vive nella popolazione locale al momento i sia catturato. Sia ϕ_i che p_i possono essere influenzati da diversi fattori. Noi abbiamo esaminato gli effetti del sesso e dell'età degli individui e abbiamo inoltre verificato se le due probabilità mostravano differenze annuali significative.

Per esaminare quali fattori hanno avuto un influsso su questi parametri, abbiamo usato il criterio d'informazione Akaike (AIC). Questo criterio è composto dalla devianza del modello (che rappresenta quindi la sua qualità) e dal numero di parametri valutati (che rappresenta quindi la sua complessità). Con il suo aiuto è possibile ordinare i modelli in base ai dati da loro interpretati (BURNHAM &

ANDERSON 1998). Ogni modello utilizzato rappresenta una delle nostre ipotesi sulla variazione dei tassi di sopravvivenza e di ricattura locali. Per ogni modello abbiamo calcolato un peso Akaike (w_i), cioè la probabilità che il modello i sia il migliore tra i modelli esaminati. Da questi pesi Akaike abbiamo quindi calcolato i valori di stima medi, moltiplicando i valori stimati di ogni modello con il loro peso Akaike e quindi sommandoli. Di conseguenza, i valori rappresentati considerano le informazioni ottenute da tutti i modelli utilizzati, e le incertezze sulla scelta del modello sono così incluse nelle stime e negli errori standard. Questi valori di stima ci sono serviti poi per l'interpretazione e la discussione.

Per determinare con un modello la probabilità di ricattura (p), abbiamo considerato gli effetti dell'anno, del sesso e dell'età. Gli effetti dell'anno possono presentarsi quando l'impegno per la cattura varia di anno in anno. Gli effetti del sesso e dell'età nascono da differenze comportamentali nelle rondini. Per esempio, di notte la probabilità di incontrare i maschi e le femmine presso il nido può essere diversa, oppure tra le giovani rondini ci possono essere più individui che non si riproducono che non tra rondini adulte.

Con i tre fattori d'influsso anno, sesso ed età abbiamo formulato 10 possibili modelli per stimare la probabilità di cattura. Questi modelli si differenziano da una parte, per il fatto che considerano tutti e tre i fattori contemporaneamente, oppure solo due, solo uno oppure nessuno, mentre dall'altra parte si distinguono nella forma della loro azione congiunta. Se due fattori agiscono simultaneamente, lo possono fare in modo indipendente (modello con interazione, «*») o additivamente (modello senza interazione, «+»). I modelli considerati sono i seguenti:

$p_{\text{età}*\text{sesso}*\text{anno}}$, $p_{\text{età}+\text{sesso}*\text{anno}}$, $p_{\text{età}*\text{sesso}}$, $p_{\text{anno}*\text{sesso}}$, $p_{\text{età}+\text{sesso}}$,
 $p_{\text{anno}+\text{sesso}}$, $p_{\text{età}}$, p_{sesso} , p_{anno} , e p .

Abbiamo usato gli stessi fattori d'influsso, per determinare con un modello la probabilità di sopravvivenza. In ogni modello siamo partiti dall'ipotesi che la probabilità di sopravvivenza durante il primo anno di vita si differenzi rispetto al tasso di sopravvivenza durante gli anni di vita successivi. Come è documentato in diverse pubblicazioni (KOIVULA, ORELL & RYTKÖNEN 1996; SCHAUB & AMANN 2001; LOISON *et al.* 2002; ROBINSON *et al.* 2004), la definizione di due classi di età di questo tipo può essere considerato realistico per piccoli passeriformi. Nel modello più complesso abbiamo lasciato variare le probabilità di sopravvivenza dei 4 gruppi (giovani maschi, giovani femmine, maschi adulti, femmine adulte) in modo indipendente lungo gli anni ($\phi_{\text{età}*\text{sesso}*\text{anno}}$). Un altro modello ha considerato la possibilità che alcuni fattori ambientali abbiano influito in modo analogo sui tassi di sopravvivenza di questi gruppi, lasciandoli variare in modo parallelo lungo il tempo ($\phi_{\text{età}*\text{sesso}+\text{anno}}$). I modelli seguenti hanno postulato che le variazioni nel tempo delle due classi d'età si dimostrino differenti, ma all'interno di ogni classe d'età e per ogni sesso rimangano costanti ($\phi_{\text{juv: anno}+\text{sesso}}$; ad: anno+sesso), oppure le variazioni nel tempo occorrono solo nei giovani ($\phi_{\text{juv: anno}+\text{sesso}}$; ad: sesso), oppure

solo negli adulti ($\phi_{\text{juv: sesso}}$; ad: anno+sesso). I tre modelli seguenti si basavano sulla supposizione che i tassi di sopravvivenza nei due sessi fossero uguali, e che le variazioni annuali nelle due classi di età procedessero in modo diverso ($\phi_{\text{età}*\text{anno}}$), parallelamente ($\phi_{\text{età}+\text{anno}}$) oppure che non ci fossero per niente variazioni nel tempo ($\phi_{\text{età}}$). L'ultimo modello considera infine differenze nel sesso e nell'età ma senza effetti nel tempo ($\phi_{\text{età}*\text{sesso}}$). Ogni combinazione dei 5 modelli p e dei 9 modelli ϕ (in tutto 45 modelli) è stata quindi esaminata con l'aiuto del programma MARK (WHITE & BURNHAM 1999).

Per il modello più complesso ($\phi_{\text{età}*\text{sesso}*\text{anno}}$; $p_{\text{età}*\text{sesso}*\text{anno}}$) abbiamo inoltre eseguito un'analisi di bontà dell'adattamento (Goodness-Of-Fit test, GOF), utilizzando il programma U-Care (CHOQUET *et al.* 2001). Quest'analisi verifica se le supposizioni formulate per il modello, sulla base dei dati raccolti, siano in generale soddisfatte (LEBRETON *et al.* 1992). Applicato sui nostri dati il GOF risulta non significativo ($\chi^2 = 5.03$, d.f. = 15, $P = 0.99$). Così le premesse necessarie sono date, e possiamo aspettarci che il modello dia una descrizione adeguata dei dati.

Per mantenere costante la serie di dati in relazione alla probabilità di ricattura, in queste analisi abbiamo tralasciato i dati riguardanti due edifici, che durante gli anni 1998 – 2003 non sono stati controllati annualmente.

RISULTATI

Sviluppo degli effettivi dei nidificanti

Nel 1998 l'effettivo dei nidificanti ammontava in totale a 49 coppie. Nel 1999 era di un quarto più elevato, mentre nei tre anni successivi ha subito una netta diminuzione di 12 coppie l'anno; nel 2003 e nel 2004 si è stabilizzato sulle 26 coppie (fig. 2). Questo corrisponde al 53% dell'effettivo iniziale. Otteniamo una visione più precisa di questo sviluppo se consideriamo separatamente l'evoluzione degli effettivi in diversi gruppi di edifici.

Il fatto che, nell'inverno 1999–2000, l'azienda agricola con l'effettivo iniziale più elevato di rondini (azienda Stacchi) abbia rinunciato all'allevamento, ha avuto un grande influsso negativo sullo sviluppo globale. La stalla più ampia (che, da sola, fino a quel momento aveva ospitato ogni anno da 8 a 13 coppie), è stata trasformata in deposito di fieno che, nel corso della stagione, è arrivato ad occupare fino a tre quarti della superficie e quasi tutta l'altezza del locale. Negli anni 1997–1999, in questa azienda nidificavano 15–21 coppie, nei tre anni seguenti il numero di coppie è crollato a 1–3 (2002–2004, fig. 2).

Anche la tendenza negli edifici non collegati all'agricoltura era chiaramente negativa: qui il numero di coppie nidificanti è sceso in maniera continua da 12 (1998) a 1 (2003–2004, fig. 2).

Negli edifici restanti – tutte strutture agricole senza grossi cambiamenti d'utilizzo – dopo un forte aumento degli ef-

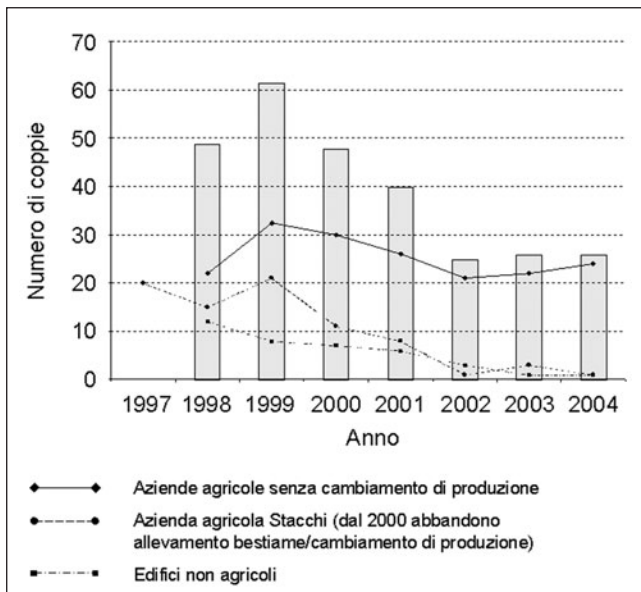


Fig. 2 - Sviluppo degli effettivi di Rondine in Riviera in totale (colonne) e in diversi gruppi di edifici (linee).

fettivi dal 1998 al 1999, si è assistito a un marcato calo; negli ultimi due anni il numero di coppie è tuttavia salito di nuovo leggermente, posizionandosi nel 2004 persino un po' più in alto rispetto al 1998.

Successo riproduttivo

La figura 3 mostra il numero medio di giovani atti al volo per coppia e anno per tutta l'area di studio. La media di tutti gli anni è 4.92, i valori estremi sono 0 e 14. Esistono grandi differenze tra i singoli anni: il valore annuale medio minimo (2001: 3.98 juv.) non raggiunge quasi neanche il 70% del valore massimo (1998: 5.74 juv.).

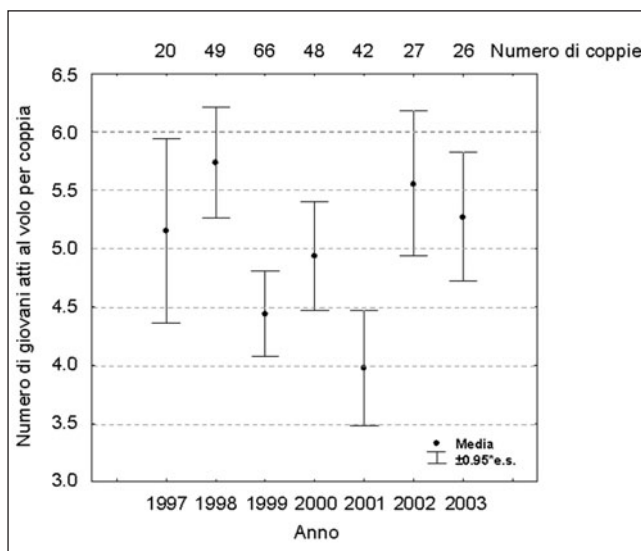


Fig. 3 - Numero medio di giovani atti al volo per coppia e anno in Riviera.

Influsso di singoli fattori

Dall'esame esplorativo dei singoli fattori elencati nella tab. 1 è risultato che 21 di essi presentavano correlazioni significative con il successo riproduttivo ($p < 0.05$).

I fattori più importanti sono risultati i parametri che presentano una relazione diretta con la produzione globale: il numero totale di uova schiuse spiegava due terzi della varianza nel caso del numero di giovani atti al volo, seguito dal numero totale di uova deposte. Solo leggermente meno significativo è risultato se gli adulti nell'anno corrente avevano intrapreso solo uno o più tentativi di nidificazione. Oltre a questi fattori era riconoscibile un chiaro effetto negativo della data d'inizio della cova: più presto nell'anno veniva iniziata la nidificazione, più alto era il numero di nidiacci che si involava. Anche la durata del periodo d'incubazione delle prime uova ha mostrato un effetto significativamente negativo sul successo riproduttivo.

Per quanto riguarda le condizioni meteorologiche, soltanto le temperature medie giornaliere durante le diverse fasi della prima nidificazione hanno mostrato correlazioni significative con il successo riproduttivo; il fatto che esse fossero tutte, senza eccezione, correlate negativamente con quest'ultimo, di primo acchito può sembrare strano, poiché ciò non sembra molto sensato dal punto di vista biologico. Se però si tiene conto del fatto che, in primavera, anche in Ticino, con il procedere della stagione, le temperature giornaliere aumentano in modo netto, diviene plausibile che anche questo fenomeno sia in primo luogo l'espressione dell'effetto negativo della data d'inizio della cova.

Tra le caratteristiche qualitative degli uccelli adulti, l'età aveva un effetto positivo sul successo riproduttivo; l'età della femmina aveva un effetto più marcato rispetto all'età del maschio. Le condizioni fisiche dei genitori giocavano un ruolo secondario: solo il peso massimo della femmina, nell'anno in corso, mostrava un effetto positivo.

Tra i parametri che descrivono la qualità del luogo in cui si trovava il nido, la vicinanza del bestiame ha mostrato un effetto nettamente positivo. Il numero di coltivi diversi nel raggio di 500 m attorno ai siti di nidificazione variava, nella zona, solo tra 10 e 11, fatto che, dal punto di vista biologico, dovrebbe essere irrilevante. L'effetto negativo, statisticamente significativo, di questo fattore dipende quindi probabilmente da altri effetti nascosti che agiscono in sottofondo. Leggermente negativo si è dimostrato anche l'influsso dello spazio attorno al nido a disposizione di ogni coppia, per i nidi che si trovano all'interno di locali.

Modello interpretativo multifattoriale ottimale

Per l'elaborazione del modello interpretativo ottimale, tra i fattori che, singolarmente, avevano mostrato effetti significativi sul successo riproduttivo, abbiamo scelto quelli che ci sembravano il più possibile indipendenti l'uno dall'altro. In particolare, per quanto riguarda i fattori in relazione alla produzione globale, non abbiamo considerato il numero totale di uova schiuse che, da solo, spiega già quasi due terzi della varianza del successo riproduttivo. Da parte sua, questo parametro integra, infatti, in maniera in gran parte nascosta, effetti di diversi fattori che influiscono

Fattore d'influsso	Eff.	R ² aggiust.	F	p
<i>(p < 0.05; all'interno dei gruppi tematici ordinati secondo il R² aggiust. decrescente)</i>				
Numero di uova schiuse per coppia e anno	pos.	0.65	505.8	< 0.0001
Numero di uova deposte per coppia e anno	pos.	0.32	127.9	< 0.0001
Classe di tentativo di nidificazione (1, >1)	pos.	0.24	90.3	< 0.0001
Numero di tentativi di nidificazione	pos.	0.24	30.0	< 0.0001
Data d'involto 1 ^a nidata	neg.	0.32	89.0	< 0.0001
Data di schiusa prime uova	neg.	0.27	84.0	< 0.0001
Data d'inizio deposizione prime uova	neg.	0.22	74.8	< 0.0001
Classe d'età F (giovane, vecchia)	pos.	0.12	33.0	< 0.0001
Età F in anni	pos.	0.10	26.4	< 0.0001
Classe d'età coppia (giovane, giovane/vecchio, vecchio)	pos.	0.07	6.2	0.0025
Età M in anni	pos.	0.03	6.4	0.0127
Classe d'età M (giovane, vecchio)	pos.	0.03	5.3	0.0226
Durata d'incubazione 1 ^a covata	neg.	0.08	20.4	< 0.0001
Influsso del bestiame (sì/no)	pos.	0.06	18.1	< 0.0001
Numero di coltivi 500 m attorno al sito di nidificazione	neg.	0.02	6.4	0.0118
Volume dello spazio attorno al nido per coppia 1 ^a covata	neg.	0.02	5.2	0.0232
Temperatura media giornaliera incubazione 1 ^a covata	neg.	0.11	32.9	< 0.0001
Temperatura media giornaliera 1 ^a settimana allevamento 1 ^a nidata	neg.	0.05	13.4	0.0003
Temperatura media giornaliera all'inizio deposizione 1 ^a covata	neg.	0.05	14.7	0.0002
Temperatura media giornaliera allevamento 1 ^a nidata	neg.	0.04	10.1	0.0017
Peso massimo F	pos.	0.02	6.0	0.0151
<i>Ulteriori fattori studiati senza effetto significativo (p > 0.05)</i>				
Anno				
Lunghezza delle aree sottovento nel raggio di 500 m				
Percentuale di pascoli nel raggio di 500 m				
Numero di letamai nel raggio di 500 m				
Volume del locale 1 ^a covata				
Altezza nido 1 ^a covata in rapporto all'altezza del locale				
Numero di coppie nello stesso locale 1 ^a covata				
1° peso M risp. F				
Peso massimo M				
1° accumulo di grasso M risp. F				
Accumulo di grasso massimo M risp. F				
1 ^a massa muscolare M risp. F				
Massa muscolare massima M risp. F				
Lunghezza delle remiganti primarie M risp. F				
Lunghezza della coda M risp. F				
Profondità della biforcazione della coda M risp. F				
Differenza di lunghezza delle timoniere più esterne M risp. F				
Quantità media giornaliera di pioggia caduta di giorno (MGPG) inizio deposizione 1 ^a covata				
MGPG ² inizio deposizione 1 ^a covata				
MGPG incubazione 1 ^a covata				
MGPG ² incubazione 1 ^a covata				
MGPG allevamento 1 ^a nidata				
MGPG ² allevamento 1 ^a nidata				
MGPG 1 ^a settimana allevamento 1 ^a nidata				
MGPG ² 1 ^a settimana allevamento 1 ^a nidata				
Durata allevamento 1 ^a nidata				

Tab. 1 – Influsso dei fattori singoli, testati mediante regressione lineare semplice, sul numero di giovani atti al volo per coppia e anno (n = 278 coppie). Per i fattori significativi sono indicati la direzione dell'effetto (pos.: positivo, neg.: negativo), la percentuale di varianza spiegata (R² aggiust.), il valore di F e la significatività (p); i fattori non significativi (p > 0.05) sono elencati senza ulteriori indicazioni.

su di esso. In questo contesto, il criterio più indipendente ci è perciò sembrato se erano stati intrapresi uno o più tentativi di nidificazione. Per lo stesso motivo, per la data abbiamo scelto il numero del giorno d'inizio della cova e non quello del giorno d'involto.

Il modello multiplo ottimale, i cui indici sono elencati nella tabella 2, spiegava il 48.7% della varianza, per quanto riguarda il successo riproduttivo, come pure le differenze tra gli anni, riportate nella figura 3. In questo ambito è risultato determinante se una coppia intraprendeva solo uno o

Effetto	Coeff. di regr. \pm e.s.	F	p	
Intercetta della retta di regressione	23.4686 (\pm 2.5264)	86.29	<0.0001	Tab. 2 – Modello ottimale di regressione multipla per spiegare il numero di giovani atti al volo per coppia e anno (n = 223 coppie). Per tutti i fattori sono indicati i coefficienti di regressione con gli errori standard (e.s.), il valore di F e la significatività (p). Il modello spiega il 48.7% della variazione globale del successo riproduttivo.
Numero giorno data d'inizio deposizione 1 ^a covata	-0.05615 (\pm 0.0118)	22.77	<0.0001	
Durata incubazione 1 ^a covata in giorni	-0.78857 (\pm 0.1223)	41.57	<0.0001	
Quantità media giornaliera di pioggia caduta di giorno (MGPG) allevamento 1 ^a nidia	0.08038 (\pm 0.0347)	5.38	0.0213	
MGPG ² allevamento 1 ^a nidia	-0.00102 (\pm 0.0005)	3.69	0.0561	
Classe di tentativo di nidificazione (1/>>1)	-1.36532 (\pm 0.2016)	45.87	<0.0001	
Influsso del bestiame (si/no)	-0.4143 (\pm 0.1655)	6.26	0.0131	

più tentativi di nidificazione l'anno. Questo criterio, da solo, determinava un divario nel successo riproduttivo di quasi 1.4 piccoli.

Oltre a questo sono risultati rilevanti due effetti dovuti alla data: un inizio precoce della nidificazione era vantaggioso, malgrado le perdite prevedibili giornaliere di giovani atti al volo fossero soltanto di 0.05. Al contrario, ritardi nella prima nidificazione avevano effetti molto negativi: ogni giorno che doveva essere investito oltre la normale durata della nidificazione costava 0.79 piccoli. L'effetto positivo del bestiame sul successo riproduttivo è rimasto visibile anche nel modello multiplo. Per finire, è risultato un effetto delle condizioni meteorologiche riguardo alla quantità media di pioggia precipitata di giorno durante il periodo di allevamento dei piccoli della prima nidificazione. Il confronto con la quantità di precipitazioni al quadrato ha rivelato che la relazione con il successo riproduttivo non era lineare bensì curvilinea, secondo una funzione di ottimizzazione (fig. 4): per valori medi di precipitazione il successo riproduttivo era ottimale, mentre diminuiva in caso di siccità o di tempo molto umido. Confrontando le condizioni meteorologiche estreme è risultato che i periodi di siccità diminuivano il successo riproduttivo in maniera meno marcata rispetto ai periodi con forti piogge.

Influssi sul sito di nidificazione dovuti al carattere agricolo degli edifici, alla vicinanza del bestiame e ai cambiamenti d'utilizzazione

In confronto alle altre aree svizzere di studio del progetto Rondine, in Riviera la percentuale di siti di nidificazione in edifici senza carattere agricolo è particolarmente alta. Era quindi ovvio porsi la domanda se e come il successo riproduttivo variasse tra edifici agricoli e non. Il successo riproduttivo medio era complessivamente leggermente più elevato nelle aziende agricole (5.01; n = 234) rispetto agli altri edifici (4.43; n = 44); questa differenza non è però significativa (p = 0.29). E' da notare che, degli otto edifici per i quali il successo riproduttivo annuale medio è risultato il più alto per almeno 3 anni durante lo studio, pur sempre la metà non era utilizzata a scopo agricolo!

La presenza di bestiame sul sito di nidificazione aveva invece un chiaro influsso sul successo riproduttivo (fig. 5): nelle stalle con bestiame o nei locali adiacenti il successo riproduttivo medio era significativamente più elevato che nei siti di nidificazione che non potevano profittare della presenza di bestiame. In questo ambito non era determinante se i siti di nidificazione senza bestiame si trovavano all'interno di aziende agricole o in edifici non ad uso agricolo.

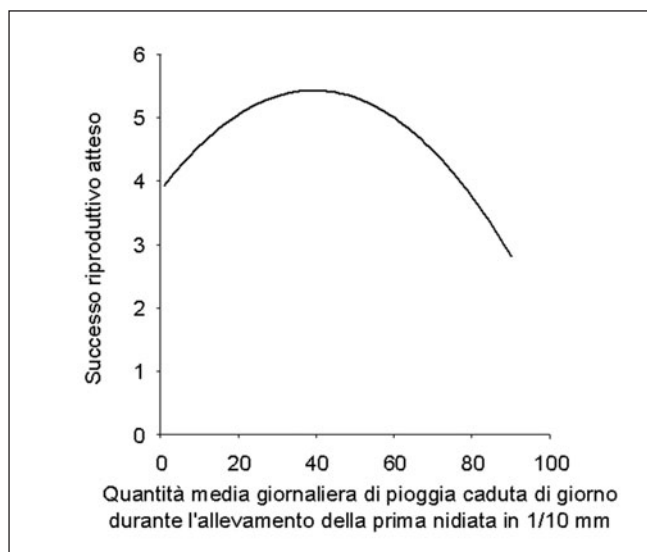


Fig. 4 – Rapporto tra la quantità media giornaliera di pioggia caduta di giorno durante l'allevamento della prima nidia e il successo riproduttivo atteso (statistica: cfr. tab. 2).

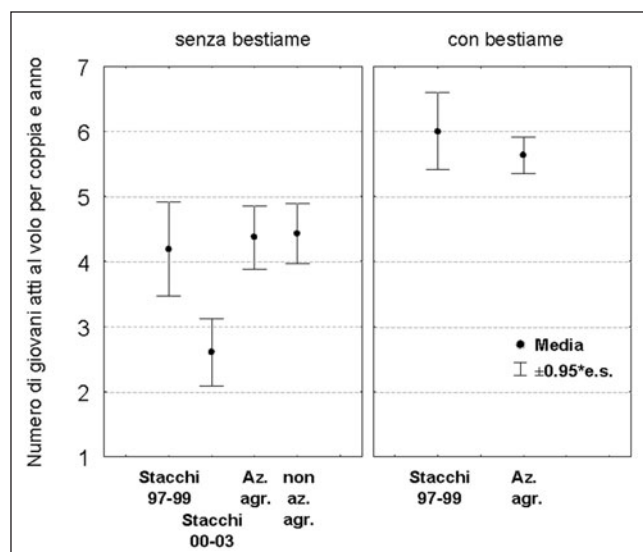


Fig. 5 – Influsso del bestiame e del cambiamento di utilizzo dell'edificio (azienda Stacchi) sul successo riproduttivo.

In Riviera i siti di nidificazione con bestiame erano presenti solo nelle aziende agricole. Prima dell'abbandono dell'allevamento di bestiame, il successo riproduttivo dell'azienda Stacchi non si differenziava dagli altri edifici studiati della categoria corrispondente, né per quanto riguarda i siti di nidificazione con bestiame né per quelli senza (fig. 5). Dopo l'abbandono dell'allevamento di bestiame, tuttavia, anche il successo riproduttivo è crollato e, a partire da quel momento, è rimasto significativamente inferiore a quello degli altri siti di nidificazione senza bestiame.

Tassi di sopravvivenza

Nei sette anni dello studio abbiamo inanellato complessivamente 1663 rondini, tra cui 84 maschi adulti, 162 femmine adulte e 1417 nidiacei. In tutto, negli anni successivi, abbiamo potuto ricontrollarne 111: 81 solo una volta, 21 in due, 7 in tre e 2 in quattro anni diversi.

La classificazione dei modelli (tab. 3) mostra chiaramente che esisteva una netta differenza tra i sessi per quanto riguarda i tassi di sopravvivenza. Il miglior modello con effetti dell'anno restava molto indietro rispetto ai migliori modelli senza questi influssi.

Anche per quanto riguarda la probabilità di cattura sono risultate differenze dipendenti dal sesso degli uccelli. Accanto ad esse, i due migliori modelli hanno mostrato un influsso dell'età; il modello migliore ha mostrato inoltre anche un effetto dell'anno.

Nella figura 6 sono rappresentati i tassi di sopravvivenza ponderati. Se si confrontano con gli intervalli di confidenza dei singoli valori di stima, le loro differenze tra un

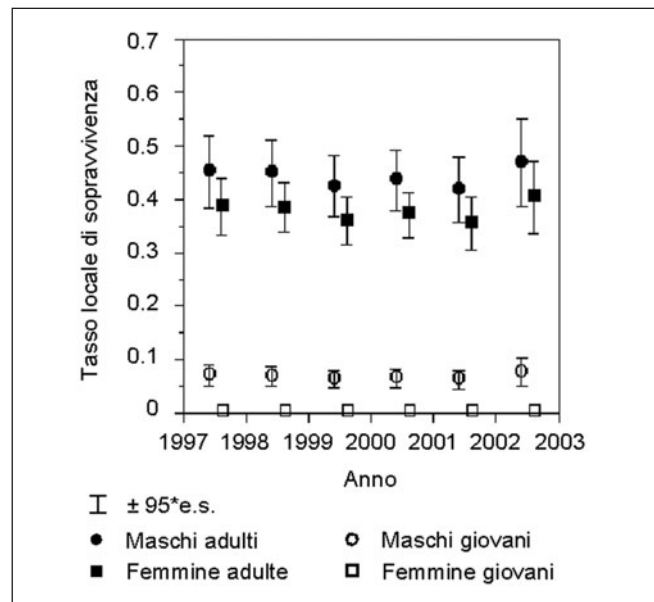


Fig. 6 - Tassi di sopravvivenza annuali locali delle rondini in Riviera. Sono riportate le medie ponderate.

anno e l'altro erano molto piccole. In media i tassi di sopravvivenza dei maschi erano più elevati in ambedue le classi d'età rispetto alle femmine (medie geometriche): maschi adulti 0.441 (e.s.: 0.060), femmine adulte 0.376 (e.s.: 0.046), maschi giovani 0.067 (e.s.: 0.018), femmine giovani 0.002 (e.s.: 0.002).

Tra i vari anni, le probabilità di ricattura oscillavano in maniera più marcata rispetto alle probabilità di sopravvivenza. In media erano più elevate per gli uccelli di più di un anno rispetto a quelli di un anno e nelle femmine erano più elevate che nei maschi (medie aritmetiche): maschi di più di un anno 0.719 (e.s.: 0.116), femmine di più di un anno 0.905 (e.s.: 0.067), maschi di un anno 0.540 (e.s.: 0.160), femmine di un anno 0.805 (e.s.: 0.168).

DISCUSSIONE

Effettivi dei nidificanti

Lo sviluppo globale degli effettivi di Rondine nella zona era fortemente legato agli avvenimenti nei tre gruppi di edifici: lo sviluppo nell'azienda Stacchi è stato influenzato in maniera determinante dai cambiamenti nell'uso degli spazi dopo l'abbandono dell'allevamento. A causa della sistemazione del deposito di fieno nella stalla grande, diversi nidi potevano ora essere raggiunti dai gatti che vivevano nell'azienda; per questo sono stati in seguito evitati dalle rondini. Nei siti di nidificazione non legati all'agricoltura la diminuzione degli effettivi è probabilmente dovuta a diversi motivi: da un lato gli interventi di ristrutturazione dei proprietari degli edifici hanno portato alla perdita temporanea o definitiva di siti di nidificazione (in alcuni casi questi interventi erano rivolti in maniera mirata contro le rondini); dall'altro diversi siti sono stati utilizzati solo in maniera irregolare e, con la diminuzione generale degli ef-

Modello	Np	Devianza	ΔAICc	w _i
Φ _{età* sesso} P _{età+ sesso+ anno}	12	73.67	0.00	0.37
Φ _{età* sesso} P _{età+ sesso}	7	86.04	2.25	0.12
Φ _{età* sesso} P _{sesso}	6	88.51	2.71	0.10
Φ _{età* sesso} P _{sesso+ anno}	11	78.74	3.05	0.08
Φ _{età* sesso+ anno} P _{età+ sesso}	12	77.02	3.35	0.07
Φ _{età* sesso+ anno} P _{sesso}	11	79.81	4.12	0.05
Φ _{età* sesso} P _{età* sesso}	8	85.91	4.14	0.05
Φ _{età* sesso} P _{età}	6	90.76	4.95	0.03
Φ _{età* sesso+ anno} P _{età* sesso}	13	76.89	5.25	0.03
Φ _{età* sesso+ anno} P _{età}	11	81.86	6.16	0.02
Φ _{juv: sesso, ad: sesso+ anno} P _{età+ sesso}	12	80.41	6.74	0.01
Φ _{juv: sesso, ad: sesso+ anno} P _{sesso}	11	82.66	6.67	0.01
Φ _{età* sesso* anno} P _{età* sesso* anno}	39	54.32	36.43	0.00

Tab. 3 - Scelta dei diversi modelli statistici per descrivere i tassi di sopravvivenza e di ricattura delle rondini in Riviera. I modelli sono ordinati secondo la loro importanza, il miglior modello si trova in cima. Dei 45 modelli testati in totale, sono elencati solo il più complesso e quelli con un peso Akaike (w_i) > 0.01. Sono riportati il numero dei parametri stimati (Np), la devianza, la differenza del criterio d'informazione Akaike, adattato a piccole campionature, tra il modello migliore e l'attuale (ΔAIC_c = AIC_c - AIC_c_{min}) e il peso Akaike (w_i = exp(-0.5*ΔAIC_c)/Σexp(-0.5*ΔAIC_c)).

fettivi locali, sono restati sempre più spesso vuoti. Questa è probabilmente una tendenza generale: se gli effettivi di una popolazione diminuiscono, un po' ovunque si liberano siti di nidificazione; tra questi, i nuovi arrivati scelgono i migliori, questo significa che sono i siti peggiori a restare vuoti per primi. Se valutiamo la qualità di un sito di nidificazione secondo il successo riproduttivo, a questi siti ne appartengono sicuramente molti di quelli che si trovano in luoghi senza bestiame; questi ultimi si trovano per lo più in edifici non agricoli.

Negli edifici agricoli che, nel corso dello studio, non hanno subito modifiche nell'utilizzo, gli effettivi hanno mostrato uno sviluppo nettamente più moderato. La tendenza positiva degli anni a partire dal 2002 si è mostrata dapprima, e soprattutto, in questi siti di nidificazione dal successo riproduttivo spesso al di sopra della media. Riteniamo che le oscillazioni degli effettivi debbano venir collegate in gran parte ai due parametri «successo riproduttivo» e «tasso di sopravvivenza», ambedue rilevanti a livello di dinamica della popolazione: il periodo con effettivi in diminuzione tra il 2000 e il 2002 corrisponde ai tre periodi di nidificazione con il successo riproduttivo globalmente peggiore (1999–2001) e si sovrappone agli anni con i tassi di sopravvivenza più bassi.

Successo riproduttivo

Il modello multifattoriale che descriveva meglio il successo riproduttivo annuale per coppia e nel quale sono stati inseriti cinque parametri risultati determinanti, contiene due elementi che tengono conto degli aspetti temporali: più presto viene deposto il primo uovo e più breve risulta il periodo d'incubazione della prima covata, più alto sarà il successo riproduttivo di quell'anno. Per ottimizzare il successo riproduttivo annuale, la stagione di cova deve essere sfruttata sin dall'inizio in maniera ottimale, in particolare perché, per la Rondine, per un successo riproduttivo veramente buono è necessario che venga portato a termine più di un tentativo di nidificazione. Al contrario, le caratteristiche individuali degli uccelli nidificanti non contribuiscono a migliorare il modello. Nell'analisi multifattoriale l'età dell'uccello nidificante non giocava più nessun ruolo, benché, presa singolarmente, avesse mostrato un influsso positivo significativo sul successo riproduttivo. Poiché le rondini più vecchie iniziano a covare prima di quelle giovani, l'effetto positivo dell'età presa singolarmente potrebbe essere stato in gran parte un aspetto dell'effetto della data. Quest'ultimo ha tuttavia un influsso anche indipendentemente dall'età degli uccelli nidificanti. MØLLER (1994) ha mostrato che il 35% della varianza riguardo alla data d'arrivo in primavera (parametro fortemente correlato con la data d'inizio della deposizione delle uova) poteva essere spiegato con la lunghezza della coda dei maschi. Questo importante indicatore di qualità, rilevante dal punto di vista della selezione, era correlato anche nella nostra serie di dati con la data d'inizio della deposizione delle uova, poiché i maschi con la coda lunga iniziavano più presto a nidificare rispetto ai maschi con la coda corta ($n =$

145; R^2 aggiust. = 0.024; $F = 4.68$; $p = 0.03$). Al contrario non abbiamo potuto rilevare né nel modello combinato né con l'analisi dei singoli fattori un legame tra il successo riproduttivo e la lunghezza della coda. La qualità del sito di nidificazione si inseriva nel modello ottimale solo attraverso il fattore «influsso del bestiame». È risaputo che la presenza di bestiame in un'azienda agricola incide positivamente sul clima interno degli edifici e sull'offerta di nutrimento (MØLLER 2001; AMBROSINI *et al.* 2002); i nostri risultati mostrano però che questo effetto positivo si limita al campo ristretto della stalla e degli locali immediatamente adiacenti: il successo riproduttivo dei nidi distanti dal bestiame, che si trovano in un'azienda con allevamento, non si differenzia, infatti, da quello di nidi in ambienti in cui il bestiame è totalmente assente.

Il fatto che gli edifici dell'area di studio non si differenzino molto per quanto riguarda il tipo di paesaggio e lo sfruttamento agricolo circostanti, può essere una delle cause per le quali nessun altro fattore riguardante la posizione dei siti di nidificazione è risultato rilevante per il successo riproduttivo.

Anche se i parametri delle condizioni meteorologiche, nell'analisi dei singoli fattori, non hanno mostrato nessun influsso sul successo riproduttivo, le condizioni riguardanti le precipitazioni nel periodo di allevamento dei piccoli della prima nidata hanno fornito un contributo significativo per la spiegazione del successo riproduttivo. L'effetto non lineare è sensato se si tien conto del comportamento di caccia della Rondine: precipitazioni di media intensità permettono una caccia continuata agli insetti volanti, garantendo al contempo, permanentemente, un'offerta di cibo sufficiente. Le rondini potevano visibilmente sopportare meglio periodi di siccità prolungata piuttosto che lunghi periodi con forte pioggia, che generalmente limita fortemente l'attività di caccia. In questo ambito, nel nostro caso concreto, può aver giocato un ruolo la vicinanza del fiume Ticino che, anche in periodi di siccità, presentava superfici d'acqua libere con una buona offerta d'insetti.

Il crollo del successo riproduttivo nell'azienda Stacchi a partire dal 2000 è sicuramente collegato all'abbandono dell'allevamento di bestiame e al conseguente cambiamento di destinazione degli edifici. Poiché molti nidi non potevano più essere utilizzati per questioni di sicurezza, nei restanti siti di nidificazione si è probabilmente verificata una situazione di forte concorrenza.

Il fatto che, a partire dal 2000, 10 delle 23 coppie nidificanti non sono più riuscite ad allevare neanche un piccolo (tra il 1997 e il 1999 erano solo 9 coppie nidificanti su 55), viene da noi interpretato anche quale conseguenza di questi conflitti intraspecifici.

Tassi di sopravvivenza

Nell'interpretazione dei tassi di sopravvivenza stimati bisogna tener conto del fatto che essi si riferiscono esclusivamente all'area di studio, mortalità ed emigrazione non possono quindi essere separate. I risultanti tassi di sopravvivenza locali corrispondono quindi ai valori reali solo se nessun uccello è emigrato dal perimetro di studio.

Nel caso ci fosse emigrazione, i tassi locali di sopravvivenza devono essere considerati inferiori ai valori reali. Di norma, negli uccelli, la più importante emigrazione è quella nel primo anno di vita («dispersione giovanile»); gli adulti sono per lo più fedeli al luogo di nidificazione, anche se l'emigrazione nelle femmine è più forte che nei maschi (GREENWOOD & HARVEY 1982). Per questo i tassi locali di sopravvivenza dei maschi sono quelli che più corrispondono ai valori reali.

Nella Rondine sono i maschi adulti ad essere particolarmente fedeli (PARADIS *et al.* 1998, MØLLER & SZÉP 2002); anche i nostri dati lo confermano: nel progetto Rondine, a livello svizzero, l'86% di tutti i maschi controllati è stato di nuovo ritrovato nello stesso edificio nel quale era stato catturato l'ultima volta in uno degli anni precedenti. Per questo, il tasso stimato di sopravvivenza dei maschi della Riviera (0.44) non dovrebbe essere inferiore al valore reale ed è simile a quelli riscontrati di altre popolazioni a nord delle Alpi, rilevati nell'ambito del progetto «Rondine» svizzero (risultati propri, non pubbl.); è tuttavia nettamente più elevato di quelli delle rondini danesi e italiane (0.34, risp. 0.36), stimati con lo stesso metodo (MØLLER & SZÉP 2002, FERRO & BOANO 1998). Al momento non può essere chiarito se, per queste differenze, abbia giocato un ruolo il fatto che, nel periodo del relativo studio, gli effettivi delle due popolazioni di confronto erano in diminuzione.

Il tasso locale di sopravvivenza delle femmine adulte (0.38) era nettamente inferiore a quello dei maschi (0.44). Differenze simili erano state riscontrate anche in altre ricerche (MØLLER *et al.* 2005, FERRO & BOANO 1998). Poiché nella bibliografia non abbiamo trovato indicazioni secondo le quali le femmine realmente sopravvivano meno dei maschi, questa differenza è probabilmente da ricondurre ad un tasso più elevato d'emigrazione. Questa supposizione viene sostenuta dall'osservazione che, a livello svizzero, di 440 femmine, controllate in diversi anni, 106 nel frattempo hanno cambiato edificio; questa percentuale era significativamente più elevata che nei maschi (57 di 342; $p = 0.0117$). Anche in LOSKE (1992) le femmine presentavano tassi d'emigrazione più elevati dei maschi. In Riviera abbiamo constatato la stessa tendenza: solo uno dei 27 maschi controllati ha cambiato sito di nidificazione (distanza: 170 m), mentre delle 54 femmine se ne sono spostate 7 (distanze: 220, 230, 250, 280, 450, 750 e 1200 m). Se partiamo dal presupposto che i tassi reali di sopravvivenza di maschi e femmine si situano attorno a 0.44, annualmente ca. il 15% delle femmine adulte emigrerebbe al di fuori dell'area di studio (1-0.38/0.44).

Mentre, per le rondini più vecchie, i cambiamenti di sito di nidificazione avvengono per lo più solo su distanze di qualche centinaia di metri, le giovani rondini spesso vanno a nidificare ad alcuni chilometri dal nido d'origine. Ciò si nota osservando i loro tassi locali di sopravvivenza, molto più bassi rispetto a quelli degli uccelli adulti, che risultano quindi essere massicciamente sotto-stimati. Nei giovani maschi (28 insediamenti nella zona)

sono comunque nettamente più elevati che nelle femmine (1). Questa è una chiara indicazione che la tendenza all'emigrazione (e, probabilmente, anche la distanza d'emigrazione) è nettamente superiore nelle giovani femmine rispetto ai maschi. Nel 1999 abbiamo controllato, nell'area di studio, una femmina che nel 1998 avevamo inanellato quale nidiaceo a Dongio, distante 32 km. Se supponiamo che i tassi di sopravvivenza reali nel primo anno di vita sono del 20% (risultati propri, non pubbl.), possiamo stimare che ca. il 65% di tutti i maschi nati nell'area di studio, che sono sopravvissuti al primo anno di vita, sono emigrati dall'area di studio. Nel caso delle femmine il valore corrispondente è del 99%.

In primavera e in estate le rondini di un anno non si possono distinguere esternamente da quelle di più anni, poiché nei quartieri invernali tutti gli uccelli effettuano una muda completa del piumaggio. Nella cattura degli uccelli adulti non eravamo quindi in grado di favorire, risp. trascurare uno dei due gruppi d'età. Il fatto che, comunque, nei tassi di ricattura siano emerse differenze dovute all'età, può essere quindi dovuto solo a differenze di comportamento delle rondini. Poiché il nostro modo di procedere implicava la cattura degli uccelli adulti solo quando allevavano piccoli, la minor probabilità di cattura delle rondini di un anno indica o che, in confronto alle rondini di più anni, questo gruppo d'età effettua meno tentativi di nidificazione, oppure che un numero inferiore di essi riesce a portare le proprie covate fino alla schiusa delle uova. Per motivi metodologici non possiamo dire quale di queste spiegazioni sia quella giusta nei singoli casi; ad ogni modo ciò parrebbe indicare che il successo riproduttivo delle rondini di un anno è inferiore a quello delle rondini più vecchie.

I tassi di ricattura mostravano anche differenze dovute al sesso degli uccelli: per i maschi i valori si situano a livelli nettamente inferiori rispetto alle femmine; la cattura dei maschi era quindi più difficile. Ciò dipende dal fatto che, di notte, quando effettuavamo i nostri tentativi di cattura, le femmine si trovavano molto più spesso sul nido rispetto ai maschi che, molte volte, non riuscivamo né a scoprire né a catturare nelle vicinanze del nido.

Prospettive per la Rondine in Riviera

Il cambiamento di utilizzo dell'azienda Stacchi ha modificato in maniera decisiva questo sito di nidificazione. Con la nuova gestione molti nidi sono andati persi; negli altri nidi, i disturbi e la concorrenza tra le rondini hanno portato a un marcato calo del successo riproduttivo. Evidentemente, malgrado il peggioramento del sito di nidificazione, molti degli uccelli che vi nidificavano fino a quel momento vi sono tuttavia restati fedeli, anche se non nidificavano: dopo il cambiamento non abbiamo infatti potuto riscontrare nessuno di essi in uno degli altri edifici!

E' probabile che, se non avverrà un nuovo cambiamento di utilizzo più favorevole alle rondini, l'azienda Stacchi avrà definitivamente perso la sua importanza per la po-

popolazione locale di Rondine, anche se in futuro singole coppie vi nidificheranno saltuariamente.

Malgrado il fatto che, durante il periodo dello studio, negli edifici non agricoli gli effettivi siano fortemente diminuiti, questo sviluppo non dovrebbe rivelarsi irreversibile. Dove l'accessibilità dei nidi non ha subito cambiamenti e i proprietari degli immobili tollerano la presenza delle rondini, ci attendiamo un nuovo aumento, nel corso di una ripresa degli effettivi locali di nidificanti.

A causa della soppressione dell'azienda Stacchi, le rimanenti aziende agricole dovranno assumere un ruolo ancora più importante quali siti di nidificazione principali della Rondine. Eventuali cambiamenti di produzione si ripercuoteranno quindi in maniera proporzionalmente forte sugli effettivi locali globali.

La situazione della Rondine in Riviera è rappresentativa per la Svizzera meridionale?

Non esistono dati di confronto sul successo riproduttivo e sui tassi di sopravvivenza della Rondine nella Svizzera meridionale. Grazie al progetto di sorveglianza «Monitoraggio delle Specie Diffuse di uccelli Nidificanti» (MSDN; SCHMID *et al.* 2004), in corso in tutta la Svizzera dal 1999 e programmato a lungo termine, disponiamo tuttavia di dati sullo sviluppo degli effettivi di Rondine provenienti anche da altre sei aree di un km² della Svizzera meridionale (1 in Valle Maggia, 1 in Riviera, 1 sul Piano di Magadino, 2 nel Malcantone, 1 in Val Bregaglia). Nella Fig. 7 le somme annuali degli effettivi di questi quadrati vengono confrontate ai dati provenienti dalla Riviera, come pure alle somme degli effettivi dei quadrati MSDN e ai dati delle regioni del progetto Rondine del resto della Svizzera. L'andamento delle curve è molto simile in tutte le regioni: la chiara diminuzione degli effettivi tra il 2000 e il 2002 è

ben riconoscibile in tutte le serie di dati; anche la leggera ripresa fino al 2004 è visibile sia nella Svizzera settentrionale che in quella meridionale. Riteniamo che le forti oscillazioni nei quadrati MSDN della Svizzera meridionale dipendano dall'esiguo numero delle superfici. Il fatto che gli effettivi della Riviera abbiano già cominciato a diminuire dopo il 1999 e non solo dopo il 2000 è probabilmente dovuto, da un lato, ai cambiamenti sopravvenuti nell'azienda Stacchi, dall'altro al successo riproduttivo relativamente sfavorevole del 1999. Nello stesso periodo, nelle altre regioni del progetto il successo riproduttivo è stato invece molto buono (dati propri, non pubbl.); questo fatto ha probabilmente portato, nel 2000, ad effettivi di nidificanti più elevati in quelle aree.

Conclusioni

Le ricerche in Riviera hanno mostrato che le dinamiche degli effettivi locali di Rondine sono influenzate da fattori attivi a diversi livelli. Il fatto che, durante lo studio, gli effettivi e i tassi di sopravvivenza oscillassero in maniera simile in tutta la Svizzera, indica che in questo caso sono in gioco fenomeni che concernono popolazioni sovraregionali nella loro totalità (ad esempio condizioni meteorologiche nelle aree di nidificazione, lungo le vie di migrazione o nei quartieri invernali).

Anche il successo riproduttivo mostra questa dipendenza dalle condizioni meteorologiche locali. Poiché le condizioni meteorologiche hanno tuttavia un decorso simile a livello sovraregionale, dobbiamo aspettarci anche in questo caso forti autocorrelazioni spaziali. Questo può spiegare perché gli effettivi di popolazioni diverse oscillano in maniera sincrona (fig. 7) anche se, emigrando quasi tutte su lunghe distanze, la maggior parte delle giovani rondini nate in un certo luogo non ha probabilmente quasi nessun influsso sulla popolazione locale. Se in un anno il successo riproduttivo locale è buono, probabilmente lo è anche in altre regioni, in questo modo il numero di rondini che immigrano nella popolazione locale è elevato e gli effettivi locali aumentano.

Accanto a questi fenomeni attivi a livello sovaregionale, nel nostro studio sono stati rilevati anche effetti locali, come l'influsso diretto dell'uomo. L'esempio dell'azienda Stacchi mostra chiaramente che l'evoluzione strutturale in agricoltura, verso un numero sempre minore di aziende di dimensioni sempre maggiori, porterà, a lunga scadenza, alla perdita probabilmente definitiva di molti siti di nidificazione di Rondine finora favorevoli. Non sappiamo se si riuscirà a compensare queste perdite rendendo accessibili altri siti di nidificazione di ugual valore. Pensiamo che al centro di questi sforzi debbano esserci gli edifici con bestiame al di fuori dell'agricoltura tradizionale (ad esempio scuderie).

In Riviera c'erano tuttavia anche al di fuori delle aziende agricole e lontano dal bestiame siti di nidificazione nei quali il successo riproduttivo era sopra la media per diversi anni: si trattava, senza eccezione, di edifici con nidi ben

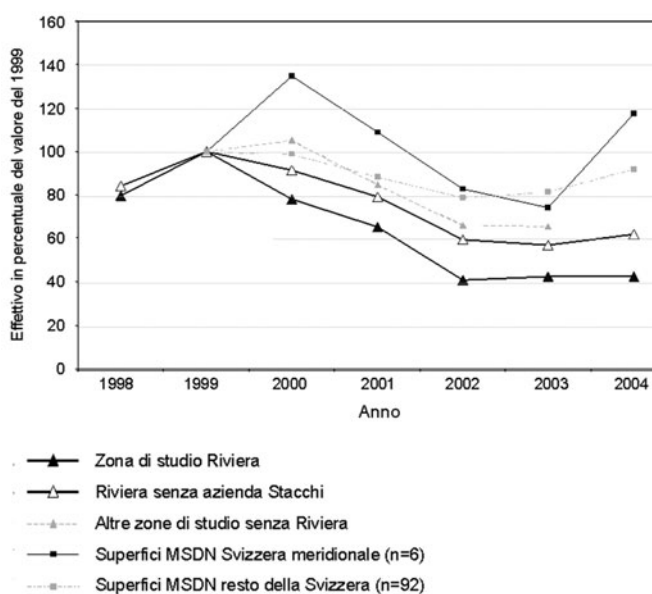


Fig. 7 - Variazioni degli effettivi di Rondine nelle aree di studio del progetto Rondine e nei km quadrati del progetto di sorveglianza «Monitoraggio delle specie diffuse di uccelli nidificanti».

protetti, occupati da coppie singole. Vale quindi la pena, soprattutto al sud delle Alpi, di rendere maggiormente accessibili alle rondini anche questi luoghi di nidificazione. Ciò potrà avvenire solo se riusciremo a creare nei proprietari d'immobili la consapevolezza che, con poco sforzo, tolleranza e attenzione possono contribuire in maniera importante alla conservazione di questo simpatico uccello.

Appendice: Coltivi, risp. elementi paesaggistici riscontrati in Riviera (in ordine decrescente di presenza).

1999	2001
Prato	Prato
Bosco	Bosco
Giardini, parchi	Prato temporaneamente pascolato
Prato temporaneamente pascolato	Giardini, parchi
Pascolo	Strade, ferrovia, edifici
Strade, ferrovia, edifici	Pascolo
Mais	Mais
Corsi d'acqua	Corsi d'acqua
Vigneti	Vigneti
Incolto / compensazione ecologica	Incolto / compensazione ecologica
Frumento	Canapa
	Orzo



RINGRAZIAMENTI

Le ricerche sulla Rondine nella Svizzera meridionale sono un'opera comune di molte persone e istituzioni, che vogliamo qui di seguito ringraziare di cuore.

Senza Marzio Rondelli il progetto in Riviera non sarebbe stato realizzato: ci ha indirizzati alla zona di Gnosca e Claro, ha stabilito i primi, importanti contatti con gli agricoltori e le autorità locali e, nel 1997, ha collaborato di persona alla raccolta dei dati, sostenendoci anche per molti altri aspetti.

Altri preziosi collaboratori durante il controllo dei nidi sono stati Florian Baumann, Ursula Bornhauser-Sieber, Chiara Della Bruna, Jörg Günther, Petra Horch, Roberto Lardelli, Tiziano Maddalena, Meinrad Marti, Marco Morretti, Andrea Persico, Luana Rondelli, Katrin Schlup, Damiano Torriani e Nicola Zambelli.

Un ringraziamento particolare lo dobbiamo ai proprietari locali degli edifici, poiché senza la loro disponibilità e accoglienza non avremmo potuto svolgere lo studio.

Lo svolgimento del progetto in Ticino, sull'arco di ben 7 anni, è stato possibile, in maniera determinante, grazie al sostegno finanziario del Museo cantonale di storia naturale di Lugano. Nell'ambito del progetto svizzero globale abbiamo inoltre ottenuto contributi da due privati e dalle seguenti istituzioni: Loterie Romande, Karl Mayer-Stiftung, Sarganserländische Talgemeinschaft, Botanisch-Zoologische Gesellschaft Liechtenstein-Sarganserland-Werdenberg, Region Sarganserland-Walensee, Natur- und Landschaftskommission des Kantons Baselland, Stiftung für Suchende, Migros-Genossenschaft.

Ringraziamo Hans Schmid per averci fornito i dati riguardanti lo sviluppo degli effettivi di Rondine sulle superfici MSDN. Beat Naef-Daenzer ha contribuito in modo sostanziale all'analisi dei dati. Quest'ultimo ha rivisto il manoscritto, assieme a Luc Schifferli, che ha rivisto anche l'abstract; con le loro indicazioni, ambedue hanno contribuito al loro miglioramento. Gabriele Hilke Peter e Lis Räber hanno disegnato la figura 1. Christian Marfurt ci ha procurato l'autorizzazione per la riproduzione della cartina della figura 1. Chiara Solari ha tradotto in italiano il manoscritto, Niklaus Zbinden e Roberto Lardelli l'hanno riletto. Anche a loro va il nostro cordiale ringraziamento.

BIBLIOGRAFIA

- AMBROSINI R., BOLZERN A. M., CANOVA L., ARIENI L., 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.
- BAIRLEIN F., 1995. *Manual of Field Methods*. European-African Songbird Migration Network. Wilhelmshaven (versione rivista).
- BANBURA J. & ZIELINSKI P., 1998. Timing of breeding, clutch size and double-broodedness in Barn Swallows *Hirundo rustica*. *Ornis Fennica* 75: 177-183.
- BERTHOLD P. & FRIEDRICH W., 1979. Die Federlänge: ein neues nützliches Flügelmass. *Vogelwarte* 30 (1): 11-21.

- BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2004. Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status. Cambridge, UK: BirdLife International.
- BURNHAM K.P. & ANDERSON D.R., 1998. Model selection and inference. A practical information-theoretic approach. Springer, New York.
- CHOQUET R., REBOULET A.M., PRADEL R. & LEBRETON J.D., 2001. U-CARE (Utilities – capture–recapture) user’s guide. (non pubblicato).
- EGGER B., 2000. Foraging performance of Barn Swallows *Hirundo rustica* in relation to food supply and consequences for nestling growth and survival. Diplomarbeit Universität Bern (non pubblicato).
- EVANS K.L., BRADBURY R.B. & WILSON J.D., 2003. Selection of hedgerows by Swallow *Hirundo rustica* foraging on farmland: the influence of local habitat and weather. *Bird Study* 50: 8–14.
- FERRO G. & BOANO G., 1998. Sopravvivenza e filopatria della Rondine (*Hirundo rustica*) in Italia settentrionale. *Avocetta* N° 22: 27–34.
- GREENWOOD P.J. & HARVEY P.H., 1982. The natal and breeding dispersal of birds. *Annual Review of Ecology and Systematics* 13: 1–21.
- JENNI L., 1998. Euring Swallow project field manual, revised version. Manoscritto, Sempach.
- JENNI L. & WINKLER R., 1989. The feather-length of small passerines: a measurement for wing-length in live birds and museum skins. *Bird Study* 36: 1–15.
- KAISER A., 1993. A new multi-category classification of subcutaneous fat deposits of songbirds. *Journal of Field Ornithology*, 64(2): 246–255.
- KANIA W., 1992. Safety of catching european birds at the nest. Ringers’ opinions. *Ring* 14, 1–2: 5–50.
- KOIVULA K., ORELL M. & RYTKÖNEN S., 1996. Winter survival and breeding success of dominant and subordinate Willow Tits *Parus montanus*. *Ibis* 138: 624–629.
- LEBRETON J.D., BURNHAM K.P., CLOBERT J. & ANDERSON D.R., 1992. Modeling survival and testing biological hypothesis using marked animals: a unified approach with case studies. *Ecological Monographs* 62: 67–118.
- LOISON A., SAETHER B.E., JERSTAD K. & WIGGO ROSTAD O., 2002. Disentangling the sources of variation in the survival of the European Dipper. *Journal of Applied Statistics* 29: 289–304.
- LOSKE K.-H., 1992. Untersuchungen zu Überlebensstrategien der Rauchschnalbe (*Hirundo rustica*) im Brutgebiet. *Cuvillier, Göttingen*, 196 p.
- MARTIN T.E., CLOBERT J. & ANDERSON D.R., 1995. Return rates in studies of life history evolution: are biases large? *Journal of Applied Statistics* 22: 863–875.
- MEIER W., 1982. Beobachtungen zur Nahrungsökologie von Rauchschnalbe (*Hirundo rustica*) und Mehlschnalbe (*Delichon urbica*) in dem Dorf Edertal–Anraff. *Vogelkundliche Hefte Edertal* 8: 6–20.
- MØLLER A.P., 1983. Breeding habitat selection in the Swallow *Hirundo rustica*. *Bird Study* 30: 134–142.
- MØLLER A.P., 1994. Sexual selection and the Barn Swallow. *Oxford Series in Ecology and Evolution*. Oxford; 365 pp.
- MØLLER A.P., 2001. The effect of diary farming on barn swallows *Hirundo rustica* abundance, distribution and reproduction. *Journal of Applied Ecology* 38: 378–389.
- MØLLER A.P., 1983. Breeding habitat selection in the Swallow *Hirundo rustica*. *Bird Study* 30, 134–142.
- MØLLER A.P. & DE LOPE F., 1999. Senescence in a short-lived migratory bird: age-dependent morphology, migration, reproduction and parasitism. *Journal of Animal Ecology* 68: 163–171.
- MØLLER A.P., MOUSSEAU T.A., MILINEVSKY G., PEKLO A., PYSANETS E., & SZÉP T., 2005. Condition, reproduction and survival of barn swallows from Chernobyl. *Journal of Animal Ecology* 74, 1102–1111.
- MØLLER A.P. & SZEP T., 2002. Survival rate of adult barn swallows *Hirundo rustica* in relation to sexual selection and reproduction. *Ecology* 83: 2220–2228.
- MORAND M., 2000. Food supply for Barn Swallows *Hirundo rustica* in the agricultural land of the Wauwilermoos (Lucerne). *Travail de diplôme, Université de Genève* (non pubblicato).
- PARADIS E., BAILLIE S. R., SUTHERLAND W.J. & GREGORY, R. D., 1998. Patterns of natal and breeding dispersal in birds. *Journal of Animal Ecology* 67: 518–536.
- ROBINSON R. A., GREEN R. E., BAILLIE S. R., PEACH W. J. & THOMSON D. L., 2004. Demographic mechanisms of the population decline of the song thrush *Turdus philomelos* in Britain. *Journal of Animal Ecology* 73: 670–682.
- SCHAUB M. & AMANN, F., 2001. Saisonale Variation der Überlebensraten von Sumpfmehsen *Parus palustris*. *Ornithologischer Beobachter* 98: 223–235.
- TUCKER G. M. & HEATH M. F., 1994. Birds in Europe: Their Conservation Status. Cambridge, England: BirdLife International; 600 pp.
- TURNER A., 1994. The Swallow. Hamlyn, London, 128 p.
- WHITE G.C. & BURNHAM K.P., 1999. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46: 120–139.