

GIOVANNI BOANO* - GIAN CARLO PEROSINO**

Cambiamenti locali del clima e date di arrivo del rondone pallido (*Apus pallidus*) in Piemonte

ABSTRACT - *Local climate change and first arrival of Pallid Swift (Apus pallidus) in Piedmont (NW Italy).*

The first arrival dates of the Pallid Swift (*Apus pallidus*) in Carmagnola 250 m s.l.m., Piemonte, higher Po valley) during a period of 39 years (1972, 1973, 1975 - 1977 e 1979 - 2012) were recorded. The Pallid Swift is a migratory bird which spends winter in Sub-Saharan Africa, mainly in Sahel, and moves to Italy between March and April. The Pallid Swift arrival dates have been compared with some climate data (e.g. monthly and yearly average air temperature, monthly and yearly average rainfall) recorded in the same observation period, with good/excellent continuity, by several climate stations located in Piedmont (NW Italy). The comparison between the dates of first arrival of the swift and the climate data reveals a correlation between a trend of earlier arrival of the migratory birds and the increase of spring temperature.

KEY WORDS - Migration, arrival dates, Pallid Swifts, climate change.

RIASSUNTO - In un periodo di osservazione di 39 anni (1972, 1973, 1975 - 1977 e 1979 - 2012) sono state annotate le date di arrivo in Carmagnola (250 m s.l.m.; cittadina dell'alta pianura del Piemonte) del rondone pallido (*Apus pallidus*), specie migratrice che sverna, per quanto è noto, nel Sahel, fascia Sud-sahariana del continente africano e che ritorna in Italia nel bimestre marzo/aprile. Per lo stesso periodo temporale sono disponibili numerose informazioni di carattere climatico e in particolare i valori medi mensili e annui della temperatura dell'aria e delle precipitazioni rilevati in alcune stazioni meteorologiche piemontesi con buona/ottima continuità delle strumentazioni e dei metodi di misura. Dal confronto tra gli andamenti delle successioni cronologiche delle date di arrivo dei rondoni e dei parametri climatici considerati, è stata riscontrata una correlazione significativa tra la tendenza all'anticipo dell'arrivo degli uccelli migratori e l'incremento delle temperature primaverili.

* Museo Civico di Storia Naturale di Carmagnola (TO)

** C.R.E.S.T. - Centro Ricerche in Ecologia e Scienze del Territorio (Torino)

INTRODUZIONE

L'inizio del terzo millennio è caratterizzato da forti preoccupazioni sul destino climatico della Terra. La ricerca scientifica, in molti settori, è impegnata a comprendere i meccanismi che presiedono ai cambiamenti del clima, al fine di stimare i possibili effetti sugli equilibri ambientali e sulle attività umane.

Un settore di ricerca relativamente nuovo è la biometeorologia, “scienza interdisciplinare che tratta delle applicazioni dei campi della meteorologia e della climatologia ai sistemi biologici” (definizione adottata dall'ISB - International Society of Biometeorology). L'Istituto di Biometeorologia “IBI-MET” del CNR di Firenze, tra i diversi programmi di studio inerenti gli effetti dei cambiamenti climatici, ha promosso il progetto “Gilia - Segnali climatici” (bollettino informativo per il bio-monitoraggio della flora e della fauna in relazione ai cambiamenti climatici) con il quale raccoglie le segnalazioni degli eventi biologici legati alle stagioni (es.: fioriture, caduta delle foglie, migrazioni pre e post nuziali,...) al fine di ottenere, con l'incremento di dati e di informazioni, un quadro più attendibile sui possibili effetti dei mutamenti climatici sulle comunità viventi.

All'inverso, l'osservazione di mutamenti significativi di eventi legati alle comunità viventi si possono interpretare come indicatori biologici di mutamenti climatici, a conforto delle analisi dei dati rilevati alle stazioni meteorologiche su lunghi periodi di osservazione.

Nel settore della biometeorologia si sono condotti diversi studi che hanno rilevato impatti ecologici in differenti ecosistemi ed evidenziato modificazioni fenologiche e della distribuzione di numerosi *taxa* floristici e faunistici (Walther *et al.*, 2002; Hickling *et al.*, 2006).

In particolare, per quanto riguarda gli uccelli, Møller *et al.* (2010) hanno raccolto numerosi e articolati contributi di differenti specialisti in un unico volume dedicato agli effetti dei cambiamenti climatici sulla biologia, ecologia e conservazione degli uccelli. Questi impatti includono cambiamenti dei tempi della migrazione, della fenologia riproduttiva, della distribuzione e dell'abbondanza delle popolazioni, come ulteriormente sintetizzato nella meta-analisi di Pautasso (2012).

D'altra parte serie temporali delle date di arrivo dell'avifauna italiana, rilevate in modo standardizzato, sono scarse e limitate a poche località, come ad esempio l'isola di Capri (Jonzen *et al.*, 2006) e a poche specie, come il rondone comune (*Apus apus*); (Moltoni 1950; Maranini, 1991), migratore che sverna in Africa centrale e meridionale, a cui si aggiungono passera d'Italia (*Passer italiae*), rondine (*Hirundo rustica*) e balestruccio (*Delichon*

urbicum), recentemente analizzate da Rubolini *et al.* (2007).

Anche per il rondone pallido (*Apus pallidus*) la serie di dati oggetto di questo lavoro è stata già parzialmente pubblicata da Boano & Malacarne (1999), ma essendo ora una delle serie più estese nel tempo a livello nazionale, ci è parso utile analizzarla in relazione a serie climatologiche regionali altrettanto rappresentative.

Inoltre, poiché alcuni Autori hanno osservato che l'anticipo delle date di arrivo è più forte nei migratori su corta distanza rispetto ai migratori su lunga distanza (Peintinger & Schuster, 2005), un ulteriore motivo di interesse è dato dal fatto che i quarieri di svernamento del rondone pallido sono nettamente più settentrionali di quelli del congenere *A. apus*. Essi sono infatti ubicati, per quanto noto, nelle regioni saheliane (Africa sud-sahariana), con siti di presenza invernale regolare anche a Nord del Sahara, come nella città del Cairo e persino in un singolo sito presso Livorno (Arcamone & Paesani, 2003).

MATERIALI E METODI

Clima

L'analisi del clima e dell'andamento stagionale primaverile (marzo/aprile) è stata condotta considerando i valori della temperatura dell'aria e delle precipitazioni, sulle scale temporali annua e mensile, registrati alle seguenti stazioni meteorologiche (fig. 1):

- Oropa (1.180 m s.l.m.): ha iniziato i rilievi, con regolarità, dal 1920; è disponibile una delle più lunghe serie da 1920 al 2011 (92 anni), in un contesto esente da importanti alterazioni antropiche (assenza di fenomeni assimilabili alle isole termiche) e con mantenimento delle stesse condizioni di rilevamento degli strumenti di misura;
- Torino (238 m s.l.m.): è disponibile un periodo di osservazione tra i più lunghi in Italia, comprendente la serie 1920-2011; la sequenza dei dati termici e pluviometrici di Torino è la somma di sequenze inferiori, ciascuna derivante da diversi osservatori succedutisi in 255 anni, rispetto alle quali, "...attraverso opportune elaborazioni, sono state ridotte le discontinuità di rilevazioni dovute all'avvicendamento delle collocazioni, all'introduzione di nuovi strumenti... e all'espansione dell'area urbana" (Di Napoli & Mercalli, 2008);
- Cuneo (565 m s.l.m.): il clima di questa stazione è stato oggetto di approfondimento (Perosino, 1989); è disponibile il periodo di osservazione 1951 - 2011 (61 anni) con rilevazione dei dati relativamente costante e regolare.

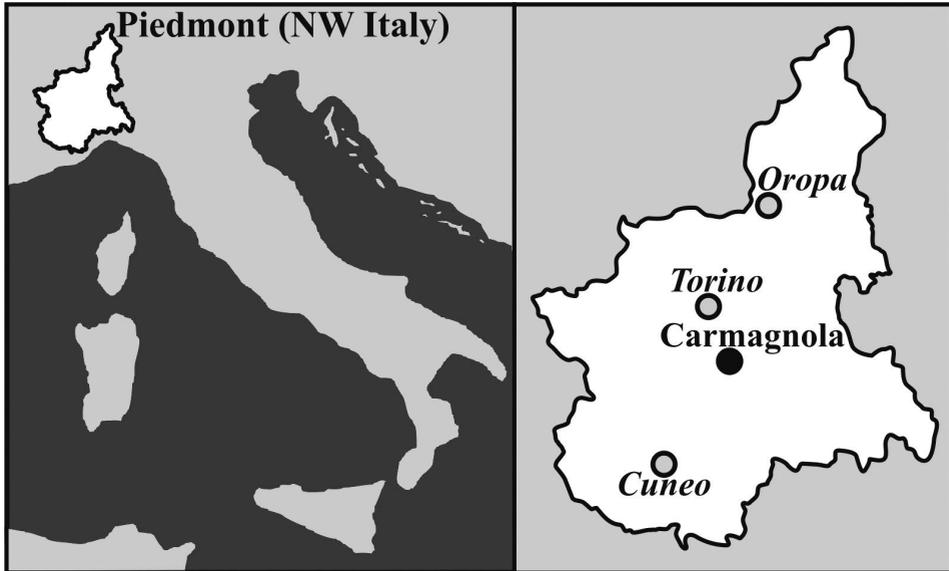


Fig. 1 - Ubicazione del sito di **Carmagnola** (250 m s.l.m.) ove sono state effettuate le osservazioni degli arrivi primaverili del rondone pallido e delle stazioni meteorologiche *Oropa* (1.180 m s.l.m.), *Torino* (238 m s.l.m.) e *Cuneo* (565 m s.l.m.) considerate ai fini delle analisi climatiche.

Al fine di disporre di una sola serie di dati termici del bimestre marzo/aprile rappresentativi dell'insieme di quelli delle tre stazioni considerate, si sono calcolate le medie delle temperature rappresentative dell'altitudine di Carmagnola (250 m s.l.m.). Si sono calcolati i gradienti termici verticali delle 55 stazioni termometriche piemontesi per le quali sono disponibili le temperature medie mensili per il periodo di osservazione comune di 50 anni, dal 1921 al 1970 (Regione Piemonte, 1980). È una popolazione complessiva di dati molto importante, ampiamente significativa, che non ha uguali rispetto a qualsiasi altra fonte disponibile. Si potrebbe osservare che il 1970 (termine dell'intervallo considerato) è troppo datato. Tuttavia non si ritiene opportuno estendere tale intervallo oltre quell'anno, nonostante siano disponibili osservazioni successive, altrimenti il numero di dati da interpolare sarebbe risultato eccessivo rispetto all'intera popolazione. L'intervallo 1921 - 1970 costituisce, ancora oggi, la serie completa più lunga e più ricca di dati per il territorio piemontese.

Arrivo dei rondoni

La biologia del rondone pallido (*Apus pallidus*) è nota a livello europeo soprattutto per numerosi contributi e ricerche effettuate in Piemonte e in particolare nelle colonie riproduttive di Carmagnola (TO), Torino e Saluzzo (CN); si vedano ad esempio i contributi di Boano (1974, 1979), Boano & Cucco (1989), Cucco *et al.* (1991), Boano & Malacarne (1999), Boano & Bonardi (2005). In questi lavori si trovano tra l'altro informazioni relative all'ubicazione e consistenza della colonia di Carmagnola, che ha oscillato tra le 40 e 120 coppie circa, con tendenza all'incremento.

Le date di arrivo alla colonia sono state annotate da uno degli autori (G.B.) a partire dal 1972, con interruzioni limitate al 1974 e 1978. Dal 1972 al 2012 risulta quindi disponibile una serie di 39 anni di date di primo arrivo alla colonia ubicata negli edifici che si affacciano sulla Piazza Sant'Agostino.

I rilevamenti in un primo periodo decennale si sono basati su osservazioni fortuite, ma molto frequenti, dovute alla coincidenza tra la sede del Museo di Storia Naturale e la colonia dei rondoni ubicata in Piazza Sant'Agostino, nel Palazzo Lomellini (sede del Museo stesso fino al 1989) e in un attiguo palazzo. È possibile tuttavia che, in questo primo periodo, il primo rilevamento possa essere stato successivo di alcuni giorni all'effettivo arrivo dei rondoni.

Successivamente si sono effettuate osservazioni regolari programmate presso la colonia in ore serali, da mezz'ora prima del tramonto fino al crepuscolo, momento in cui di norma tutti i rondoni, se presenti, cessano di volare e si ritirano nelle cavità-nido. Si sono considerate solo le osservazioni di uccelli che, dopo aver volato su Piazza Sant'Agostino, venivano effettivamente visti entrare in qualcuna delle cavità-nido dei palazzi. Di norma si è osservato entrare un solo rondone in ogni cavità-nido. Le osservazioni sono iniziate a partire da diversi giorni prima della data più precoce riscontrata negli anni precedenti. Nei giorni successivi alla prima osservazione, relativa in genere a 1-10 individui, la presenza diveniva regolare e il numero di rondoni andava crescendo.

In questo secondo periodo (dal 1983 al 2012) in 4 occasioni si sono osservati rondoni fin dalla prima uscita effettuata, per cui anche in questi casi è ipotizzabile una data di rilevamento ritardata (di 1 o di pochi giorni) rispetto alla data effettiva di arrivo dei primi individui. Per gli scopi di questo lavoro la data di arrivo è stata espressa come numero "N" di giorni successivi al primo marzo.

RISULTATI

L'intervallo climatico 1972 - 2011

La temperatura media annua di Oropa (fig. 2, tab. 1), per il periodo disponibile di 92 anni, è pari a 7,7 °C; essa è stata confrontata con le medie

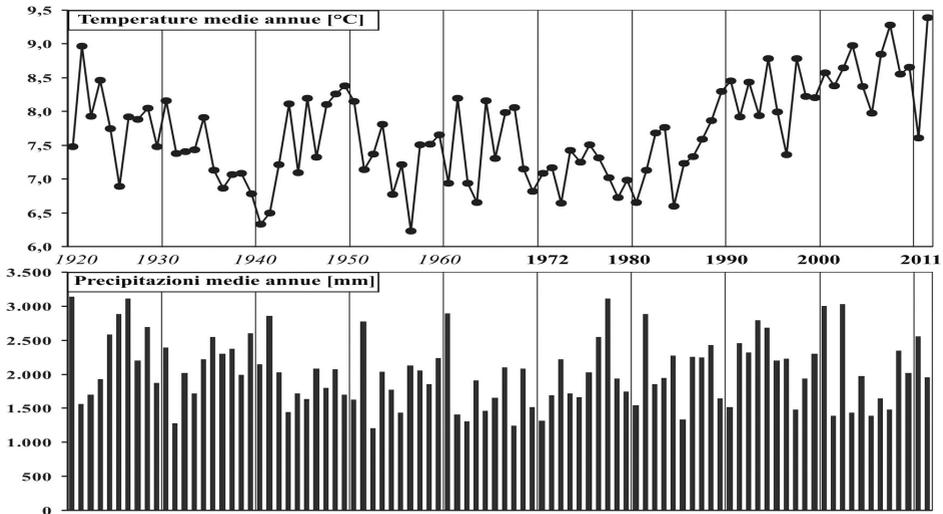


Fig. 2 - Stazione meteorologica di **Oropa** (1.180 m s.l.m.). Successioni cronologiche dei valori annui delle temperature medie dell'aria [°C] e delle precipitazioni [mm]. Periodo di osservazione 1920 - 2011 (92 anni). È evidenziato l'intervallo di interesse **1972 - 2011** (40 anni).

Tab. 1 - Stazione meteorologica di Oropa (1.180 m s.l.m.). Medie delle serie temporali più significative di valori annui delle temperature medie "T_m", massime "T_{max}" e minime "T_{min}" assolute [°C], dei totali pluviometrici "P" [mm] e dei valori mensili degli stessi parametri relativi ai mesi di interesse marzo e aprile.

serie	anno				marzo				aprile			
	T _{max}	T _m	T _{min}	P	T _{max}	T _m	T _{min}	P	T _{max}	T _m	T _{min}	P
1920-2011	24,8	7,7	-	2.039	12,1	3,1	-5,5	136	15,3	6,4	-1,4	237
1921-1970	24,1	7,5	-	1.986	11,7	2,7	-5,8	116	15,3	6,4	-1,5	221
1951-1986	24,1	7,3	-	1.951	10,7	2,4	-6,0	117	14,6	5,9	-1,8	219
1961-1990	24,8	7,4	-	1.882	10,8	2,6	-5,7	119	14,6	5,9	-1,5	220
1972-2011	25,0	7,9	-9,8	2.085	12,6	3,6	-4,9	117	15,3	6,4	-1,3	224

di alcune serie significative: quella (7.5 °C) del cinquantennio 1921 - 1970 considerato dalla Regione Piemonte (1980) nel “Progetto per la pianificazione delle risorse idriche del territorio piemontese”, quella (7.3 °C) della serie 1951 - 1986 nello studio sulla “Distribuzione regionale di piogge e temperature” della Regione Piemonte (1998), quella (7.4 °C) della serie 1961 - 1990 relativa all’anno climatico medio internazionale definito quale periodo di riferimento per la climatologia dall’Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO).

La temperatura media dell’intervallo di osservazione 1972 - 2011, corrispondente alle osservazioni sugli arrivi dei rondoni a Carmagnola, risulta 7.9 °C, il valore più elevato tra quelli succitati. Appare evidente la risalita delle temperature nel grafico della fig. 2 negli ultimi decenni.

Situazione analoga risulta quella di Torino (fig. 3, tab. 2), con una media annua dell’intervallo più recente (14.0 °C) significativamente superiore a quella (13.3 °C) del periodo di riferimento indicato dal WMO, soprattutto per le temperature minime, meno rigide degli ultimi decenni. La media delle minime di marzo, nell’intervallo 1972 - 2011, è l’unica con valore positivo (0.4 °C) rispetto agli altri intervalli considerati.

L’esame dei dati relativi alla stazione di Cuneo, (tab. 3), seppure per un periodo meno esteso, permette valutazioni del tutto paragonabili.

Le considerazioni sopra espresse inducono ad ipotizzare cambiamenti apprezzabili del regime termico negli ultimi decenni. Pertanto si è ritenuto di approfondire tale aspetto nell’ambito del periodo di interesse 1972 - 2012. Si sono analizzate le successioni cronologiche delle temperature medie dei mesi marzo e aprile e della temperatura media dei due mesi per le tre stazioni utilizzate come riferimento (figg. 4, 5 e 6). Come atteso le medie mensili di aprile sono superiori a quelle di marzo in 37 anni sull’intera serie di 41 anni. Invece la media di marzo è risultata superiore negli anni 1989, 1990 e 1994 per tutte e tre le stazioni. Ciò dimostra, almeno in parte, una certa omogeneità nella successione delle vicende meteorologiche un po’ su tutto il Piemonte.

L’elaborazione statistica (correlazioni lineari tra le temperature e le altitudini delle 55 stazioni succitate, tutte con valori di r^2 prossimi a uno) ha portato al valore del gradiente termico medio annuo pari a -0.54 °C/100 m, vicino a quello (-0.51 °C/100 m) proposto dal Mennella (1967) per la regione alpina. I gradienti mensili ottenuti [°C/100 m], validi per la regione piemontese, sono i seguenti:

gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
- 0,35	- 0,41	- 0,51	- 0,59	- 0,64	- 0,68	- 0,69	- 0,67	- 0,61	- 0,52	- 0,44	- 0,39

Il gradiente medio del bimestre marzo/aprile è pari a $-0.55\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Esso è stato applicato ai valori delle temperature medie dello stesso bimestre delle tre stazioni considerate di tutti gli anni del periodo 1972 - 2012, in modo da ottenere i corrispondenti valori per l'altitudine comune di 250 m s.l.m. Quindi sono state calcolate le medie dei valori delle tre stazioni così ottenuti e rappresentate come successione cronologica in fig. 7a.

La pendenza della retta di regressione è rappresentativa della tendenza. Pur considerando il massimo errore statistico sul coefficiente angolare, ± 0.012 sul valore di 0.072 per la successione cronologica delle temperature non si modifica il segno positivo del coefficiente stesso. Le probabilità di casualità nelle distribuzioni temporali dei dati è molto bassa ($P < 0.0005\%$) pur considerando il massimo errore statistico sul coefficiente angolare.

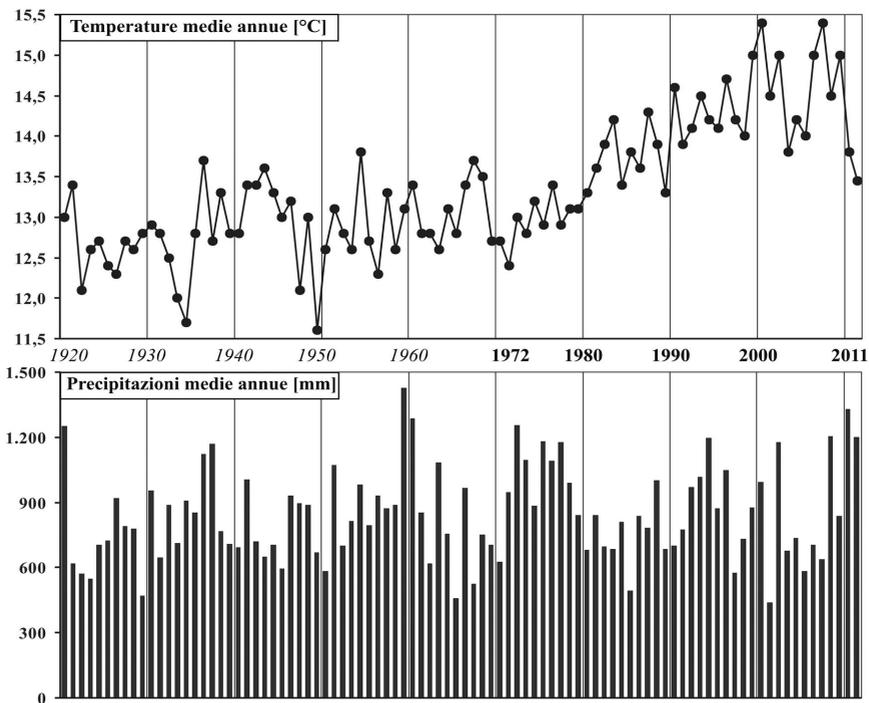


Fig. 3 - Stazione meteorologica di **Torino** (238 m s.l.m.). Successioni cronologiche dei valori annui delle temperature medie dell'aria [$^{\circ}\text{C}$] e delle precipitazioni [mm]. Periodo di osservazione 1920 - 2011 (92 anni). È evidenziato l'intervallo di interesse 1972 - 2011 (40 anni).

Tab. 2 - Stazione meteorologica di Torino (238 m s.l.m.). Medie delle serie temporali più significative d3i valori annui delle temperature medie “ T_m ”, massime “ T_{max} ” e minime “ T_{min} ” assolute [°C], dei totali pluviometrici “P” [mm] e dei valori mensili degli stessi parametri relativi ai mesi di interesse marzo e aprile.

serie	anno				marzo				aprile			
	T_{max}	T_m	T_{min}	P	T_{max}	T_m	T_{min}	P	T_{max}	T_m	T_{min}	P
1920-2011	33,9	13,3	-7,1	844	21,1	9,3	0,0	55	24,3	12,9	3,4	94
1921-1970	33,6	12,9	-8,7	805	20,1	8,7	-0,3	56	23,9	12,6	3,1	93
1951-1986	33,9	13,1	-6,8	877	20,6	8,8	-0,1	66	24,3	12,7	3,3	95
1961-1990	34,1	13,3	-5,7	833	21,4	9,1	-0,1	60	24,8	12,8	3,5	100
1972-2011	34,4	14,0	-5,1	881	22,5	10,0	0,4	53	25,0	13,1	3,7	92

Tab. 3 - Stazione meteorologica di Cuneo (565 m s.l.m.). Medie delle serie temporali più significative d3i valori annui delle temperature medie “ T_m ”, massime “ T_{max} ” e minime “ T_{min} ” assolute [°C], dei totali pluviometrici “P” [mm] e dei valori mensili degli stessi parametri relativi ai mesi di interesse marzo e aprile.

serie	anno				marzo				aprile			
	T_{max}	T_m	T_{min}	P	T_{max}	T_m	T_{min}	P	T_{max}	T_m	T_{min}	P
1951-2011	30,7	11,3	-8,0	939	18,3	10,1	-2,7	79	20,8	14,4	0,8	112
1951-1986	30,3	10,5	-9,1	1.039	16,8	9,4	-3,7	98	19,8	13,4	0,2	106
1961-1990	30,0	10,6	-8,4	969	16,5	9,4	-3,3	90	19,4	13,3	0,4	108
1972-2011	30,7	11,7	-7,0	902	19,1	10,4	-1,8	74	21,0	14,8	1,0	114

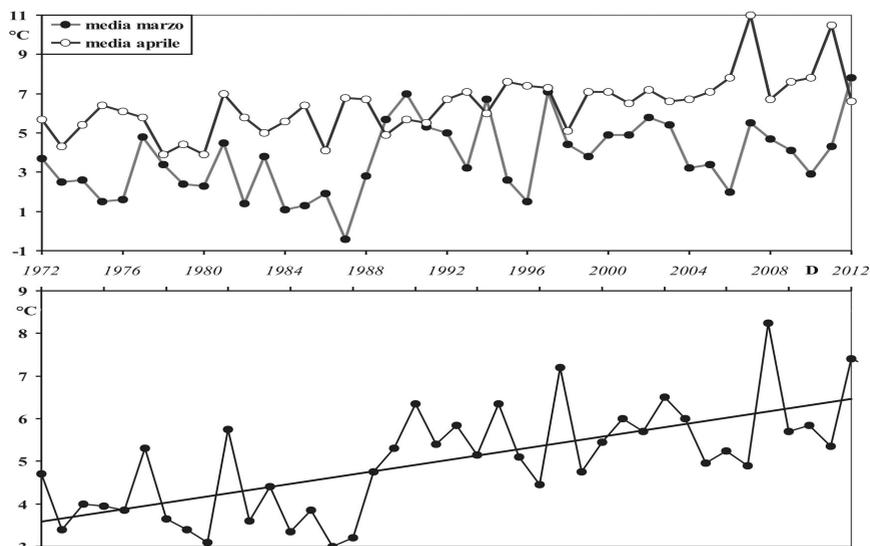


Fig. 4 - Stazione meteorologica di **Oropa** (1.180 m s.l.m.). Successioni cronologiche (D = 1972 - 2012; 41 anni) delle temperature “T” [°C] medie mensili di marzo e di aprile e delle medie dei due mesi (in basso; $T = 0.074 \cdot D - 142$; $r = 0.692$).

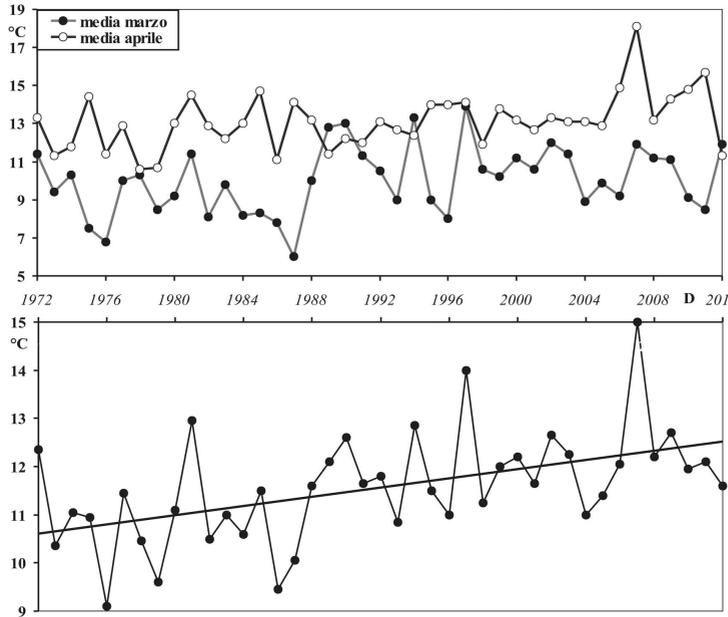


Fig. 5 - Stazione meteorologica di **Torino** (238 m s.l.m.). Successioni cronologiche (D = 1972 - 2012; 41 anni) delle temperature "T" [°C] medie mensili di marzo e di aprile e delle medie dei due mesi (in basso; $T = 0.048 \cdot D - 83$; $r = 0.501$).

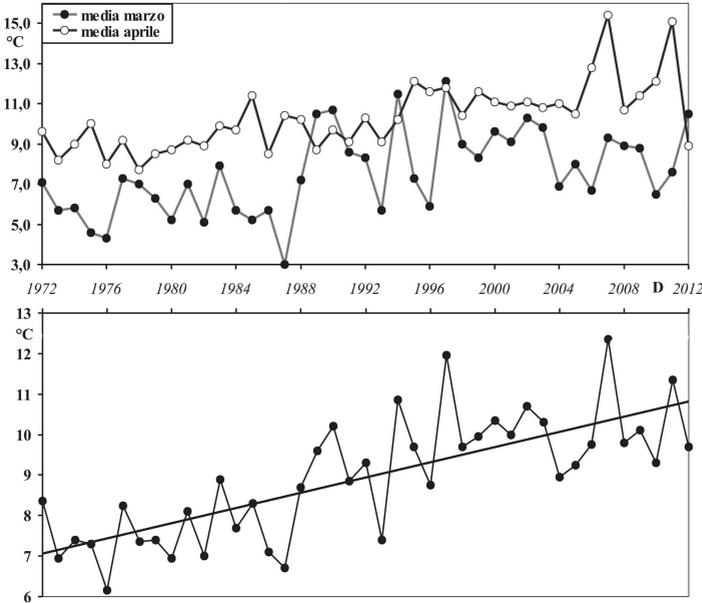


Fig. 6 - Stazione meteorologica di **Cuneo** (565 m s.l.m.). Successioni cronologiche (D = 1972 - 2012; 41 anni) delle temperature "T" [°C] medie mensili di marzo e di aprile e delle medie dei due mesi (in basso; $T = 0.094 \cdot D - 178$; $r = 0.752$).

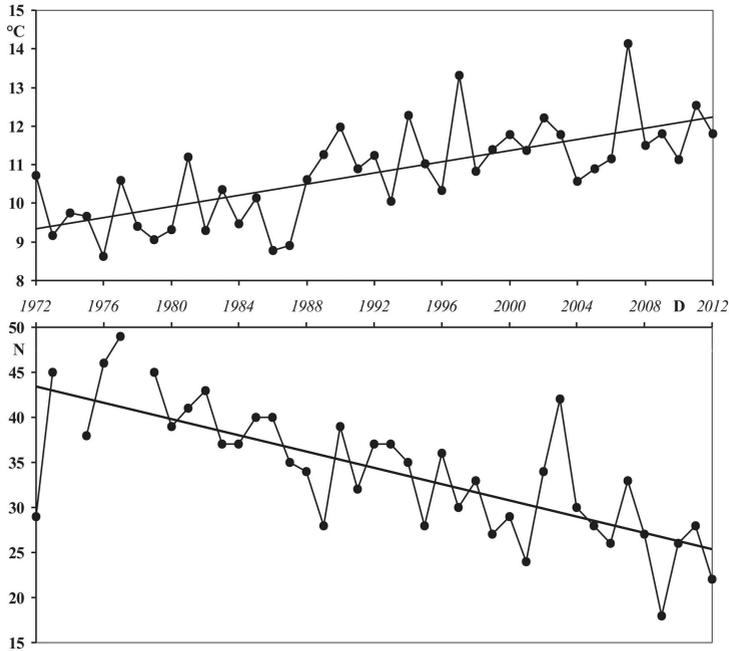


Fig. 7a - In alto è rappresentata la successione cronologica delle temperature medie del bimestre marzo/aprile “T” [°C] rappresentative dell’insieme dei dati delle tre stazioni Oropa, Torino e Cuneo per la serie di 41 anni 1972 - 2012 e rapportate all’altitudine di 250 m s.l.m.

$$T = 0.072 (\pm 0.012) \cdot D - 133 (\pm 24)$$

$$r = 0.692; P = 0.0015$$

Fig. 7b - In basso è rappresentata la successione cronologica “D” delle date di arrivo “N” dei rondoni nella città di Carmagnola (250 m s.l.m.) espresse come numero di giorni successivi al primo marzo per la serie di 39 anni 1972, 1973, 1975 - 1977 e 1979 - 2012.

$$N = -0.452 (\pm 0.067) \cdot D + 934 (\pm 135)$$

$$r = 0.738; P = 0.0002$$

Arrivo dei rondoni pallidi e temperature

La successione delle temperature medie del bimestre marzo/aprile è rappresentata in fig. 7a, accanto a quella dell’andamento, nello stesso periodo di osservazione, delle date di arrivo dei rondoni (fig. 7b). Entrambe le successioni cronologiche sono ben rappresentate da rette di tendenza giustificate da valori significativi $r = 0.693$ per le temperature e $r = 0.742$ per le

date di arrivo. I coefficienti angolari delle rispettive equazioni hanno segno contrario ad indicare un anticipo dell'arrivo dei rondoni con l'incremento delle temperature medie primaverili.

Come si osserva dal grafico di fig. 7b, anche per le date di arrivo del rondone la pendenza della retta di regressione è rappresentativa della tendenza; pur considerando il massimo errore statistico sul coefficiente angolare 0.067 sul valore -0.452, non si modifica il segno, in questo caso negativo, del coefficiente stesso. Anche escludendo il primo decennio di rilevamento (cfr. metodi) la pendenza della retta e la significatività di r non si modificano ($N = -0.474 D + 979.06$; $r = 0.710$; $p = 0.0038$) per cui per i successivi confronti si utilizzata la serie completa.

La relazione tra la successione cronologica dell'andamento termico primaverile (marzo/aprile) riscontrato nel territorio piemontese (con tendenza al rialzo termico e quindi all'anticipo della stagione primaverile) e quella delle date di arrivo dei rondoni a Carmagnola (con anticipo delle date stesse) è rappresentata in fig. 8.

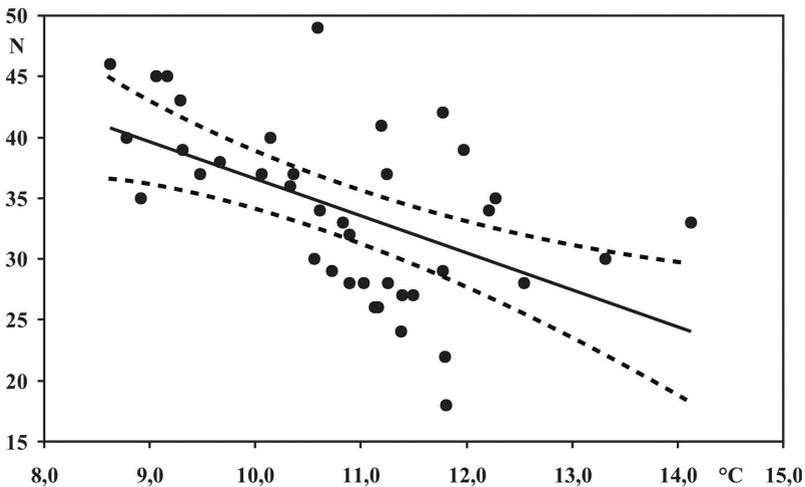


Fig. 8 - Correlazione tra i valori termici "T" [°C] medi del bimestre marzo/aprile rapportati all'altitudine di 250 m s.l.m. e le date di arrivo (N) dei rondoni nella città di Carmagnola espresse come numero di giorni successivi al primo marzo per la serie di 39 anni 1972, 1973, 1975 - 1977 e 1979 - 2012.

$$N = -3.048 (\pm 0.803) \cdot T + 67.0 (\pm 8.7)$$

$$r = 0.530; P = 0.0005.$$

Le linee tratteggiate indicano il livello di confidenza al 95% della regressione lineare.

Il coefficiente di correlazione fra le due variabili ($r = 530$), risulta altamente significativa ($p < 0.001$); anche il valore più elevato (standard error = 0.803) non modifica il segno del coefficiente angolare (-3.048) che dimostra una regressione negativa ad indicare l'anticipo della data di arrivo dei rondoni con primavere progressivamente più calde. Si può immaginare di "muovere" la retta di regressione (linea continua in fig. 8) inclinandola nei vari modi possibili, ma entro i limiti piuttosto ristretti delle curve tratteggiate che indicano i livelli di confidenza al 95% della regressione stessa.

Appare evidente la progressiva tendenza all'anticipo del ritorno dei rondoni nella città di Carmagnola, significativamente correlata con l'attuale tendenza di riscaldamento climatico che comporta stagioni primaverili via via più calde.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Nel periodo di osservazione degli ultimi 40 anni il clima primaverile (marzo-aprile) della regione piemontese sembra non aver subito variazioni significative per quanto attiene il regime pluviometrico (almeno in termini di disponibilità idriche su scala annua), ma risulta evidente una tendenza al riscaldamento.

Si può ritenere che l'analisi delle successioni cronologiche delle stazioni di Oropa e di Torino siano coerenti con lo scenario previsionale di riscaldamento globale ampiamente riconosciuto dalla comunità scientifica.

Il comportamento migratorio di ritorno del rondone pallido nella città di Carmagnola e il relativo confronto con l'evoluzione termica delle stagioni primaverili in Piemonte rientrano in un quadro complessivo coerente con quanto illustrato in numerosi studi sulle modificazioni dei sistemi naturali in conseguenza dei cambiamenti climatici a livello globale e in particolare per quanto concerne gli uccelli (Møller *et al.*, 2010).

Per contro, uno dei pochi lavori italiani con cui è possibile effettuare confronti, è quello di quello di Rubolini *et al.* (2007), che hanno considerato date di arrivo e di deposizione delle uova di rondone comune, usignolo, rondine e da cui è emerso con chiarezza il legame tra anticipo delle date di arrivo del rondone comune e temperature. Questi Autori hanno rilevato che l'arrivo dei primi individui a una colonia riproduttiva in Lombardia, nel periodo 1982 - 2006, è avanzato di circa 3 giorni per decennio in correlazione alle temperature di aprile della località di nidificazione (- 0.384 giorni per 1°C).

Nel nostro caso, l'arrivo dei primi rondoni pallidi nel periodo 1972 - 2012 è avanzato di circa 4,5 giorni per decennio e il loro arrivo, che inizial-

mente avveniva intorno alla prima decade di aprile si è spostato all'ultima decade di marzo, in questo caso in correlazione con le temperature di marzo-aprile della località di nidificazione (- 0.305 giorni per 1°C).

Va tuttavia rilevato come esistano anche alcuni dati in controtendenza o comunque che non rientrano chiaramente in una tendenza univoca.

Proprio per l'affine rondone comune (*Apus apus*), uno dei migratori più diffusi e comuni nel Palearctico occidentale, per il quale sono disponibili molti studi fenologici a lungo termine, la review di Gordo (2007) ha rilevato avanzamenti significativi delle date di arrivo solo in 6 sui 16 studi analizzati e solo in 4 casi questo anticipo delle date di arrivo è apparso legato al clima, uno dei quali è il succitato lavoro di Rubolini *et al.* (2007).

Gordo & Sanz (2006), inoltre, prendendo in considerazione la fenologia migratoria di 5 specie migratrici trans-Sahariane (Cicogna bianca *Ciconia ciconia*, Cuculo *Cuculus canorus*, Rondone comune *Apus apus*, Rondine *Hirundo rustica* e Usignolo *Luscinia megarhynchos*) nel periodo 1944 - 2004 in Spagna, hanno trovato che tutte hanno mostrato un avanzamento da metà degli 1970, ma le date più recenti sono risultate simili a quelle degli anni 1940 (ad eccezione della cicogna). L'avanzamento delle date nelle ultime tre decadi è parso quindi come un ritorno alla cronologia iniziale dopo l'anomalia degli arrivi posticipati degli anni 1970. Inoltre le date di arrivo hanno mostrato una forte correlazione negativa con le temperature in Spagna per tutte le specie, ma anche una relazione negativa con la piovosità nel Sahel durante la stagione precedente (limitatamente a cuculo, rondone comune e rondine).

In effetti anche per i rondoni pallidi di Carmagnola è già stata trovata una relazione tra la piovosità nelle presunte zone di svernamento saheliane e la sopravvivenza annuale degli adulti (Boano & Bonardi, 2005), ma si ritiene opportuno per ora rimandare un'analisi di correlazione tra date di arrivo e clima delle aree di svernamento, essendo in corso una ricerca mediante individui dotati di *geolocators*, che potrebbe riservare sorprese sugli effettivi areali di svernamento, come si è già verificato per il rondone comune (Åkesson *et al.*, 2012).

I fattori che influiscono sull'inizio e sulla rapidità della migrazione primaverile sono complessi e indubbiamente non limitati al solo incremento delle temperature dell'area di nidificazione, ma includono numerosi altri parametri come la durata dell'illuminazione diurna, le perturbazioni, i venti, l'abbondanza di cibo,... sia sui siti di svernamento, sia sulla via del ritorno (Berthold, 2001; Newton, 2008; Turner, 2006).

In conclusione si può asserire che la migrazione può essere più (o meno) veloce per un insieme di condizioni ambientali, anche locali,

ognuna delle quali ha la sua rilevanza differente a seconda delle specie. È evidente, come recentemente sostenuto da Knudsen *et al.* (2011), che sia essenziale una profonda integrazione tra discipline scientifiche differenti per passare dalla semplice conferma di schemi e modelli alla comprensione dei meccanismi sottesi.

RINGRAZIAMENTI

Ringraziamo la *Società Meteorologica Italiana* (e in particolare Luca Mercalli) per aver fornito le serie più recenti dei dati termometrici e pluviometrici delle stazioni di Torino e Cuneo, Enrico Caprio, Patrizia Zaccara e Mario Tribaudino per gli utili consigli nelle elaborazioni statistiche. I suggerimenti metodologici di Marco Cucco hanno contribuito a migliorare la redazione del testo.

BIBLIOGRAFIA

- ARCAMONE E., PAESANI G., 2003 – La Torre di Calafuria, una “casa invernale” per il rondone pallido *Apus pallidus*. *Avocetta*, 27: 16.
- ÅKESSON S., KLAASSEN R., HOLMGREN J., FOX J.W., HEDENSTRÖM A. [online] – 2012. Migration routes and strategies in a highly aerial migrant, the common swift *Apus apus*, revealed by light-level geolocators. *Plos one* 7: e41195.
- BERTHOLD P., 2001 – *Bird migration: a general survey* (2nd ed.). Oxford, Oxford University Press.
- BOANO G., 1974 – Il rondone pallido *Apus pallidus* (Shelley) nidifica in Piemonte. *Riv. Ital. Orn.*, 44: 162-163.
- BOANO G., 1979 – Il Rondone pallido *Apus pallidus* in Piemonte. *Ricerche sulla biologia*. *Riv. Ital. Orn.*, 49: 1-23.
- BOANO G., BONARDI A., 2005 – Il rondone pallido *Apus pallidus*, un'altra specie migratrice condizionata dal clima del Sahel. *Avocetta*, 29: 17.
- BOANO G., CUCCO M., 1989 – Breeding biology of Pallid Swift in North Western Italy. *Gerfaut, Bruxelles*, 79: 133-148.
- BOANO G., MALACARNE G., 1999 – I Rondoni, instancabili volatori. *Altrimedia ed.*, Matera, 144 pp.
- CUCCO M., MALACARNE G., ORECCHIA G., BOANO G., 1991 – Relazioni tra fattori climatici e successo riproduttivo del Rondone pallido (*Apus pallidus*). *Atti V Conv. Ital.Orn.*, Bracciano, ottobre 1989. *Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina*, 17: 69-71.
- DI NAPOLI G., MERCALLI L., 2008 – Il clima di Torino. Tre secoli di osservazioni meteorologiche. Edizioni Società Meteorologica Subalpina. Bussoleno (TO), 922 pp.
- FLAXMAN T., 1987 – A winter roost of Pallid Swift in central Cairo. *Bulletin of the Ornithological Society of Middle East*, 18: 6-8.
- GORDO O., 2007 – Does climate change affect Common Swift *Apus apus* migratory phenology? *APUSlife*.

- GORDO O., SANZ J.J., 2006 – Climate change and bird phenology: a long-term study in the Iberian Peninsula. *Global Change Biology*, 12:1993-2004.
- HICKLING R., ROY D. B., HILL J. K., FOX R., THOMAS C. D., 2006 – The distributions of a wide range of taxonomic groups are expanding polewards. *Global Change Biology* 12, 450-455.
- KNUDSEN E., LINDÉN A., BOTH CH., JONZÉN N., PULIDO F., SAINO N., SUTHERLAND W.J., BACH L.A., COPPACK T., ERGON T., GIENAPP PH., GILL J.A., GORDO O., HEDENSTRÖM A., LEHIKOINEN E., MARRA P.P., MØLLER A.P., NILSSON A.L.K., PÉRON G., RANTA E., RUBOLINI D., SPARKS T.H., SPINA F., STUDDS C.E., SAETHER S.A., TRYJANOWSKI P., STENSETH N.CH., 2011 – Challenging claims in the study of migratory birds and climate change. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 86: 28-46.
- JONZÉN N., PIACENTINI D., ANDERSSON A., MONTEMAGGIORI A., STERVANDER M., RUBOLINI D., WALDENSTRÖ J., SPINA F., 2006 – The timing of spring migration in trans-Saharan migrants: a comparison between Ottemby, Sweden, and the island of Capri, Italy. *Ornis Svecica*, 16: 27-33.
- MARANINI N., 1991 – Quattordici anni di osservazioni sull'arrivo e sulla partenza del Rondone, *Apus apus*, a Genova. *Rivista Italiana di Ornitologia*, 61: 69-70.
- MENNELLA C., 1967 – Il clima d'Italia nelle sue caratteristiche e varietà e quale fattore dinamico del paesaggio. EDART, Napoli.
- MØLLER P.A., FIEDLER W., BERHOLD P. (ed.), 2010 – Effects of climate change on birds. Oxford University Press Inc., Oxford, 321 pp.
- MOLTONI E., 1950 – A Milano città i primi Rondoni (*Micropus apus*) arrivano prima delle Rondini (*Hirundo rustica*). *Rivista Italiana di Ornitologia*, 20: 50-57.
- NEWTON I., 2008 – The migration ecology of birds. London, Elsevier Academic Press.
- PAUTASSO M., 2012 – Observed impacts of climate change on terrestrial birds in Europe: an overview. *Italian Journal of Zoology*, 79: 1-19.
- PEINTINGER M., SCHUSTER S., 2005 – Changes in first arrival dates of common migratory bird species in southwestern Germany. *Vogelwarte* 43, 161-169.
- PEROSINO G.C., 1989 – Climatologia di Cuneo. *Riv. Piem. St. Nat.*, 10:43-68. Carmagnola (TO).
- REGIONE PIEMONTE, 1980 – Progetto per la pianificazione delle risorse idriche del territorio piemontese. Assessorato Tutela Ambiente, Torino.
- REGIONE PIEMONTE, 1998 – Distribuzione regionale di piogge e temperature. Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio. Torino.
- RUBOLINI D., AMBROSINI R., CAFFI M., BRICHETTI P., ARMIRAGLIO S., SAINO N., 2007 – Long-term trends in first arrival and first egg laying dates of some migrant and resident bird species in northern Italy. *International journal of biometeorology*, 51: 553-563.
- TURNER A., 2006 – The Barn Swallow. London, T. & A.D. Poyser.
- WALTHER G.R., POST E., CONVEY P., MENZEL A., PARMESAN C., BEEBEE T.J.C., FROMENTIN J.-M., HOEGH-GULDBERG O., BAIRLEIN F., 2002 – Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416: 389-395.