

NEW - Original University THESIS - October 2023 -UNIVERSITY OF FLORENCE (Italy)  
- Introduction

# Woodpigeons' Migration Research in Italy:

publishing on-line a "Thesis-Doctor degree-dissertation" 2023

By publishing in full a Doctor-degree-Thesis in Wildlife Sciences (University of Florence - Italy), the Journal - as "Citizen Science Journal - adheres to the mission of disseminating the study results as much as possible (updated to 2023) on the Migration of "Columba palumbus" in Italy .

The publication of a text produced not in terms of expository orthodoxy as for Scientific Journals, escapes the selections of Editors and Reviewers, but in its genuineness of updating it allows to acquire full knowledge on a topic also by taking advantage of texts and findings of other Authors however, proclaiming full "intellectual property" and protection of individual copyrights. The publication - which however concerns university studies - departs from journalistic orthodoxy but offers itself to the universal audience ("Universitas") for any possible discussion and criticism.

With this spirit which confirms itself as coinciding with the most recent cultural motivations (LINKS) produced on the Web (see Links at the bottom) the Editor of the Journal assumes full responsibility for this journalistic choice.

The Editor-in-chief

Enrico Cavina

Links

<https://guides.libraries.psu.edu/copyright-td/publishing>

<https://www.linkedin.com/pulse/what-importance-publishing-research-work-book-sujith-sukumaran>

<https://www.wittenborg.eu/benefits-publishing-your-masters-thesis.htm>

from Aula Magna of the Faculty: *Wildlife Sciences*  
(University of Florence - Italy)



# La Ricerca sulla Migrazione del Colombaccio in Italia:

pubblicazione on-line di una Tesi di Laurea (2023) in Scienze Faunistiche.

Pubblicando integralmente una Tesi di Laurea in Scienze Faunistiche (Università di Firenze - Italia) il Journal - come "Citizen Science Journal - si attiene alla missione di diffondere il più possibile i risultati di studio (aggiornati al 2023) sulla Migrazione di "Columba palumbus" in Italia.

La pubblicazione di un Testo prodotto non in termini di ortodossia espositiva come per Riviste Scientifiche, si sottrae alle selezioni di Editors e di Revisori, ma nella sua genuinità di aggiornamento permette di acquisire piene conoscenze su un argomento anche usufruendo di testi e risultanze di altri Autori proclamandone comunque la piena "proprietà intellettuale" e salvaguardia dei singoli copyrights. La pubblicazione - che comunque riguarda studi Universitari - esce dall'ortodossia pubblicistica ma si offre alla platea universale ("Universitas") per ogni possibile discussione e critica.

Con questo spirito che si conferma coincidente con le più recenti motivazioni culturali prodotte sul Web (vedi Links in calce) l'Editor del Journal si assume la piena responsabilità di questa scelta pubblicistica.

The Editor-in-chief

Enrico Cavina

Links

<https://guides.libraries.psu.edu/copyright-td/publishing>

<https://www.linkedin.com/pulse/what-importance-publishing-research-work-book-sujith-sukumaran>

<https://www.wittenborg.eu/benefits-publishing-your-masters-thesis.htm>



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

Department of Agriculture, Food,  
Environment and Forest Science



# The Autumn Migration of the Wood Pigeon (*Columba palumbus*) in Italy:

FIVE-YEAR ANALYSIS (2017-2022) ON SIX TRANSIT CORRIDORS,  
WITH A FOCUS ON BAROMETRIC SENSORY ECOLOGY

Bachelor's Degree in Wildlife Sciences – Class L38

Class of degrees in Zootechnical Sciences and Animal Production Technologies

Supervisor: **Marco Zaccaroni** | Candidate: **Tommaso Lipparelli** | Academic Year 2022/2023

## Index

- Introduction - 1
- Matter - page 3
- Anatomy of the wood pigeon - 4
- Space - 6
- Time - 12
- Materials and Methods - 14
- Results - 26
- Discussion - 37
- Conclusions - 44
- Appendix - 46
- Bibliography - 54
- Acknowledgments - 62

## Introduction

The species "Wood Pigeon" (*Columba palumbus*) is in excellent health throughout the Western Palearctic, Europe and Italy. In the last decade, and even more than five years, there has been a sharp increase in the various nesting, migratory, wintering and sedentary populations (*Bird Life census*) [1].

If we consider the phenological study "*The origin of phenology was as a branch of natural history and the study of how species react to external stimuli; it is now an important area of climate impacts research.*" - *ENC. of Biodiversity 2013, pag. 103-108. Science direct* - [2]) as a basis for highlighting the behavioral changes of a species, specifically the wood pigeon, in the face of the supposed climate changes taking place, we are faced with numerous more or less complex fields of research. Migration, as an ancestral survival strategy, is a phenomenon particularly connected to environmental climate change in the territories of nesting, transit and stop-over, wintering and urbanization.

*"The timing of key life events (phenology) is a critical part of nearly every important ecological relationship. Nowhere is this more evident than in the annual cycle of migratory birds: bird migration, breeding, and nesting are timed every spring to coincide with the peak availability of critical food sources in a delicate synchronization that occurs across large latitudinal gradients and diverse habitats. This synchrony between birds and key resources helps to ensure that birds survive migration and successfully reproduce"* [3], [4].

The Italian peninsula, a well-known migratory "bridge" stretched out in the Mediterranean Sea, with its important orographic characteristics, has always been crossed by important and stable migratory





flows, in autumn and spring, of various populations of wood pigeons, with scattered origins in the Western Palearctic and beyond the Urals [5].

If these introductory premises are to be considered conceptual and scientifically acceptable, even if generalist, the introduction to our planned work must nevertheless be articulated in some more detailed basic elements that in fact constitute the premise of the whole study.

Still in terms of "introduction" we must remember that all our work is based, in addition to bibliographic research and consultation, on data collected by members and collaborators of the Italian Wood Pigeon Club (1997-2023) and related Web reports, scientific publications of international literature and contributions to Citizen Science [6].

Our premises are articulated on the essential elements inherent in any scientific investigation of the animal world:

- **Matter** (body and structures, populations, sensory and motor ecosystem, anatomy and physiology).
- **Space** (earth, air, environment).
- **Time** (geological epochs, photoperiod, seasonality).

And on these three elements act forces of *Energies* such as: metabolic, biochemical, magnetic, electromagnetic, gravitational, pressure from Atmospheric and Seismic Pressure, photonic, thermal, nuclear, solar and cosmic energy.

Given these premises, it is necessary to underline the analysis of our study: once the monitoring base has been established, recorded for five years, all the material collected is offered for the global and sectoral analysis of the migratory phenology verified in the five-year period. Analysis that aligns with previous Work (<https://journal.ilcolombaccio.it/> - *IJWR Journal online* [7]) carried out in the monitoring tank made available by the Italian Wood Pigeon Club. Beyond all-encompassing study analysis, the scope of our work is to enrich itself with elements of real original research (analytical and comparative), in a field of sensory ecology mostly unexplored in wild birdlife.

Among the abiotic factors that influence migratory decisions there is undoubtedly the barometric sense, immersed in the atmospheric state of each migratory phase: the material we have collected and analyzed lends itself to a temporal analysis developed on the trend of migration and compared with the barometric trend of the atmospheric state.

This in-depth study is therefore intended to be a contribution of knowledge, retroactive research and critical verification on the function of the Paratympanic organ of Vitali (PTO) as a supposed biological Barometer/Altimeter.



## Matter

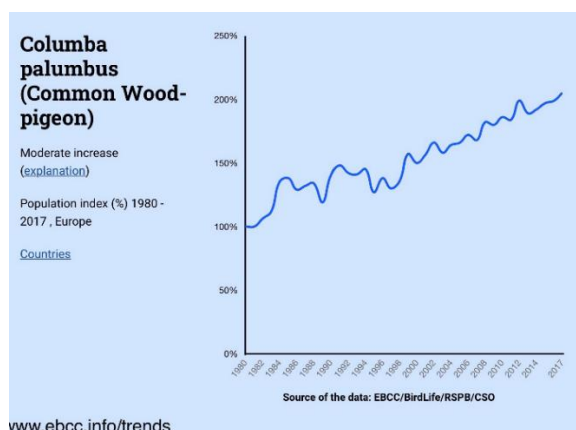
### - CENSUS

Western Palearctic populations are estimated at 20,500,000-29,000,000 pairs, equivalent to 41,000,000-58,000,000 individuals. This assessment (2015) is considered approximate, so much so that it is corrected in the Text “*Bird Life International 2022*” [8], in a likely range between 51,000,000-73,000,000 on the basis, however, of a reported lack of current documentary validations. A very impressive mass migration during October 2023 seems to enlarge this estimation more and more (work in progress).

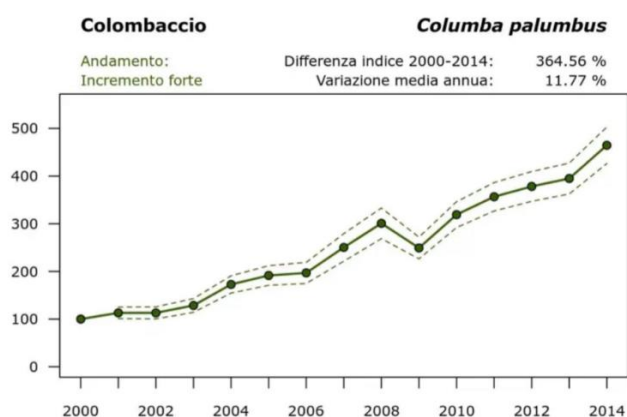
The lack of accurate census work in nesting areas was confirmed by Alexander Mischenko (Severstov Institute of Ecology and Evolution - Russian Academy of Science [9]) in an Editorial (2018) for Italian Journal Woodpigeon Research (*ijwr-vol-1-2018-editorials* [10]) and in further direct correspondence (20/8/2023) with the Editorial Board of the Journal.

The lack of institutional law, particularly for the wood pigeon, is really worrying, also according to Bird Life (2022) [8].

The other element of greatest interest today is certainly the global increase of all the populations of the Western Palearctic. Although there is a lack of scientific data on nesting areas, we have access to indirect data on migrations that derive from visual monitoring and represent approximately 10% of the total migration from the Urals and Boreal area to the Atlantic coasts (France, Spain). The most reliable evaluations are from France (Pyrenees) and Scandinavia (Falsterbo), where in particular there is a significant increase in European nesting wood pigeons.



European growth chart, source: Bird Life [11].



Italian growth chart, source: MITO2000 [12].

Italian data, collected from 1997 to the present day by the Italian Wood Pigeon Club, also confirm this trend from the absolute evaluations of Hunters/Observers who have decades of experience in the field. All estimates based on traditional experience point to an increase of 200-300% in the last five years.



# Anatomy of the Wood Pigeon

This topic is fundamental to understand the physiological and physical dynamics that characterize migratory flight, all dynamics that are embedded in metabolic and sensory migratory ecology.

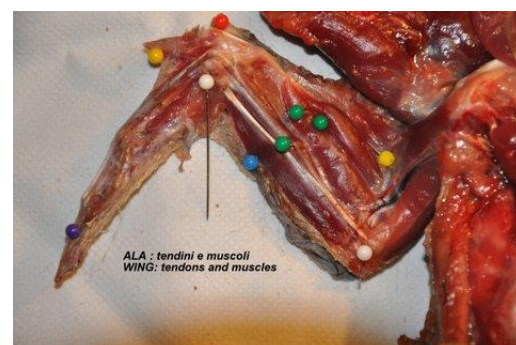
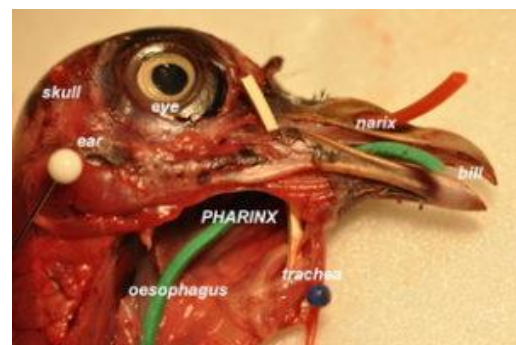
In full from Wikipedia: *"The wood pigeon is 40 to 42 cm long and, therefore, substantially larger than the pigeon (Columba livia). Its wingspan ranges from 75 to 80 cm and can weigh from 460 to 570 grams. The sexes are alike: head and the back are bluish, the tail and the tip of the wings axe. The breast is a pink-gray color that is a little lighter. A typical feature is the white spots on the neck, which do not, however, form a ring. The neck has a greenish coloration. During flight, on the upper part of the wings, white transverse bands can be recognized, which are the main sign of recognition from similar species (Common Pigeon and Colombella)"* [13].

Obviously, this is not the place to develop the complexity and particularity of the topic "Anatomy and related Physiology", but we would like to mention first elements concerning the dynamics of flight and more properly of migratory flight that develops among the contingent physical variables of the atmosphere.

At the basis of the favourable conditions for migration there is undoubtedly the physical body status achieved in the post-nesting period (adults and nestlings), the post-wintering hormonal status and the accumulated energy reserves, renewable during stop-overs, useful for the migratory effort.

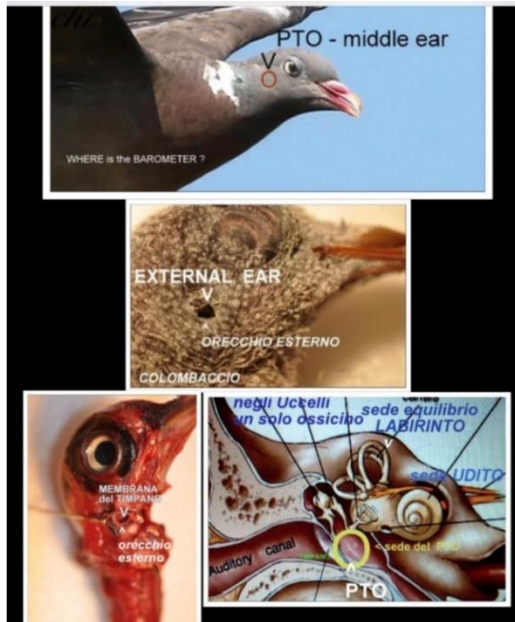
The integrity of the digestive system, and related metabolic activities and hormonal balances, respond ("zugunrhue" [14]) to these consumption needs, as shown by numerous studies.

Less known and studied, the eco-sensitive anatomical bases are useful for decisions of migratory flight (energy saving) and its geographical development (flexibility with respect to environmental conditions) short, medium, long depending on abiotic and biotic factors. The sensory ecosystem certainly has its functional sublimation in the central ganglia and nerve centers (Cerebellum) that regulate the functional commands of the powerful muscles of flight.



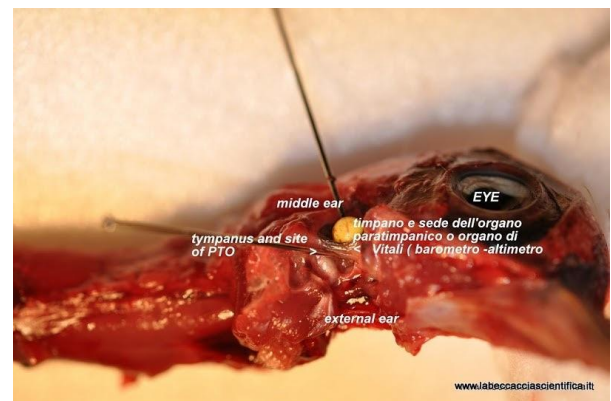
Peripheral stimuli act on sensory cells, such as feather's and integument's mechanoreceptors, thermoreceptors, smell and taste chemoreceptors, retinal and pineal gland photoreceptors, retina magneto-receptors, beak and inner ear, and baro-receptors of the eardrum and paratympanic organ of Vitali in the middle ear ("PTO") [15] [16].

The ultrastructural conformations of these "sensors" vary according to the various functions and are aimed at receiving the stimulus to be transmitted to the nerve endings located at their cell bases.



Anatomical-

surgical schematization taken from the material of the Italian Wood Pigeon Club (surgical dissection by the IJWR Editor).



“Anatomy of avian rictal bristles in Caprimulgiformes reveals reduced tactile function in open-habitat, partially diurnal foraging species” [17].

“The biophysics of bird flight: functional relationships integrate aerodynamics, morphology, kinematics, muscles and sensors” [18].

“Airflow Sensors in the Avian Wing” [19].

We wanted to select an anatomical focus on sensory cellular structures just to recall the complexity of the sensory ecosystem, so important for migratory decisions, and at the same time to point out how research in this area is lacking and for some "echoes" (PTO) often ignored, as noted by “Paul Wildlifewriter” in his blog: "Thewildlifewriter" [20].

The monographic text by G. R. Martin remains a point of reference: “The sensory ecology of birds” (Oxford avian biology series-2017 [21]).

Of particular importance is the very recent publication of an experimental study, in which an international research group monitored the migratory fledgling of 4 species of North American passerines via GPS, linking them to the live recording of atmospheric pressure, confirming the prevalent importance of the increase in atmospheric pressure as the main stimulus to migratory flight, also comparing it with other abiotic factors ("Atmospheric pressure") predicts probability of departure for migratory songbirds" [21]).

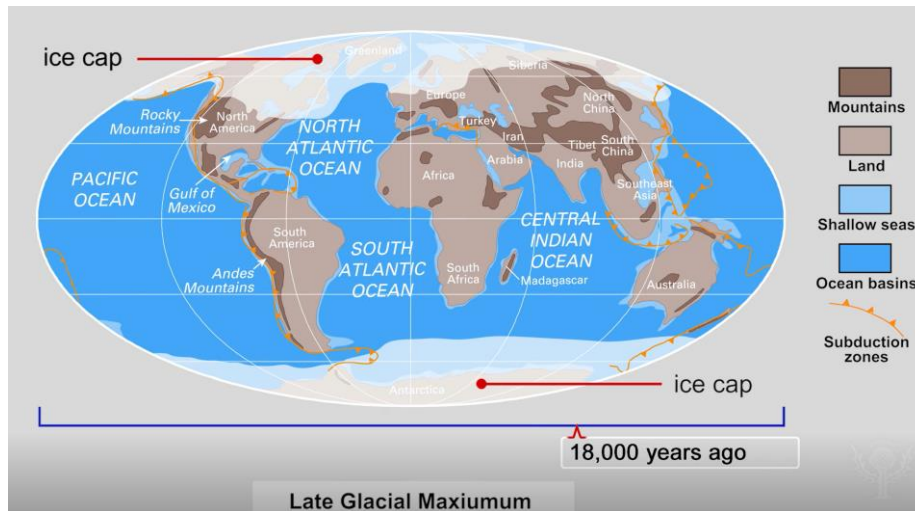




## Space

### – PREHISTORY OF BIRD MIGRATION AND TERRITORIES

Moving on to the basic quotations of the "spaces" of life (lands and atmosphere) of the migrations of the Wood Pigeons, a brief and concise analysis closely linked to the genetics of Migrations and the theory of Continental Drift seems important to us.



In the period corresponding to the Late Pleistocene (126,000-15,000 BC), climatic conditions favored the development of many animal species, including avian ones. The study of the prehistory of animal migrations is still the subject of in-depth discussions and interpretations.

We know with certainty that the Columbids were present at the time of the "Great Flood" (3,400 BC), but certainly the species had developed and evolved millions of years earlier in the territory of the current Western Palearctic and, following the migratory theories linked to the Continental Drift, has modified in various ways migratory routes of variable length depending on climate change and related changes in the environmental conditions of plant and animal life.



Before the end of the last ice age, a vast geographical area of Central Europe, above the Alps, was totally occupied by ice and the probable migratory lines developed above and below this area.

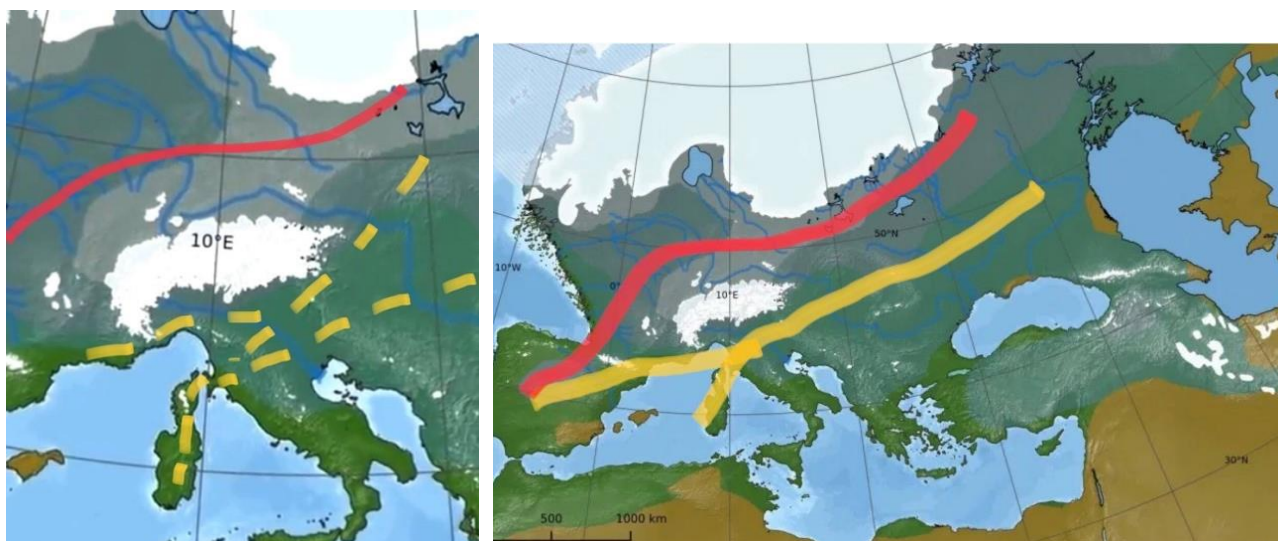


Below the Alps, the entire geographical area now included between the Istrian peninsula, the Adriatic Sea and the Tyrrhenian side, today the Tuscan Archipelago, was connected with Corsica and Sardinia and constituted the land corridor on which the Mediterranean Migratory Route developed.

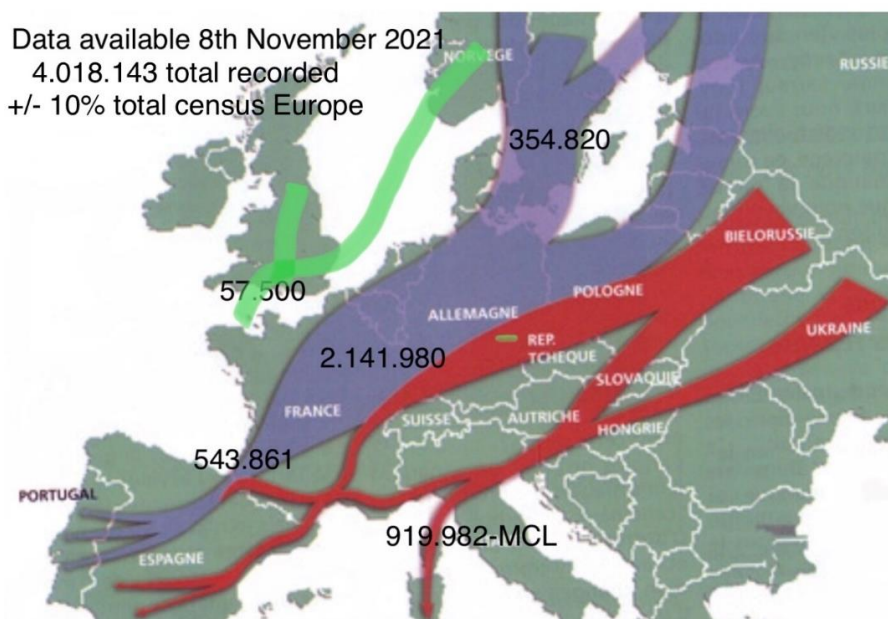


Our interest is focused on the current route of the two main migration routes: Northern Europe (Baltic) and Southern Europe (Mediterranean). At the end of the Pleistocene (15,000-10,500 B.C.), in correspondence with the residual glacial territory present above the current central Alps, the conditions developed for two migratory lines, one in the north and one in the south, the latter corresponding to the current "Flyway" of the Mediterranean.

It is clear that the southernmost route of the "Via Mediterranea" corresponds to a route that flew over the land above sea level (15,000-10,500 BC): Istria to the east and Corsica-Sardinia to the west, and that in fact had the Adriatic Sea as its borders to the south, at the height of Ancona (Marche), and on the Tyrrhenian side it constituted a territorial bridge between Italy and Corsica. which today corresponds to the preferential migratory route of the current Tuscan Archipelago, after the gradual rise of the Mediterranean Sea, which established the current state of the upper Adriatic and consequently the overflight of the sea from Istria to the Adriatic coast, and from the Tyrrhenian coast to Corsica, heading to the islands of the Tuscan Archipelago.



Therefore, with respect to the evolution of the land emerged after the last glaciation, the current routes on the great routes of the western Palearctic are represented as in the following figure:





Consideration: the Adriatic coast of the Marche (170km) and the inland territories (Marche-Umbria) towards the Tyrrhenian coast are located exactly at the southern limit of this area of territories emerged/submerged in evolutionary geological eras. Evolution and genetic mutations (DNA and migrations) resulting from epochal, geological and climatic changes are now the subject of in-depth molecular research:

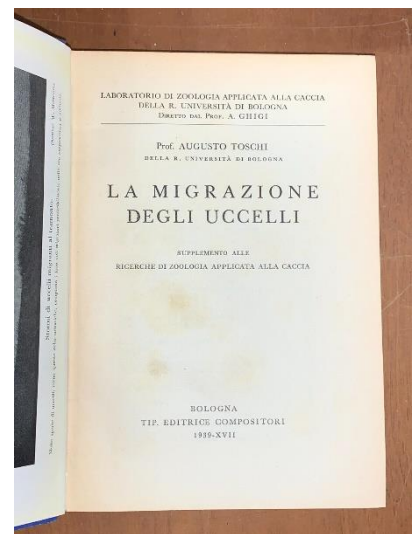
“*The Genetics and Evolution of Avian Migration*” [22].

“*Individual variability and versatility in an eco-evolutionary model of avian migration*” [23].

“*Identification of a gene associated with avian migratory behaviour*” [24].

Going beyond the references to "prehistory", it is not out of place to underline that even recently there have been important changes in migratory routes in Italy.

In the last 75 years, Marche and Umbria have been affected by an undeniable evolution of the migratory characteristics of the *Columba palumbus* species. Before 1945, and before the Second World War, the migratory corridor on the Marche and Umbria was the main one compared to the corridors further north, but immediately after the end of the war, the reopening of wood pigeon hunting in this vast area of Central Italy had to note that this migratory route had been almost completely abandoned in favor of a more frequented migratory corridor, 100-200 km further north in Emilia/Tuscany. The most probable explanation, not supported by strictly scientific evidence, referred to the phenomenon of the immense wooded areas of central-eastern Europe and Russia, which had suffered great damage and phases of massive deforestation linked to the military needs to use timber in this long period. In fact, therefore, the nesting areas had probably moved further north and so had the migratory route. There are documentary traces of the phenomenon in some articles of "Diana Magazine" (Ed. Olimpia) of the 50s years. The Editor of the Club's Journal, then a teenager, was nevertheless a direct witness to the phenomenon.



Today, especially in the last decade, corresponding to the probable regrowth of wooded areas after 70 years, we are witnessing an impressive recovery of migrations to the Marche and Umbria, although the Tuscan route of Mugello remains prevalent. All this in the context of the impressive growth of the populations of *Columba palumbus* (+200-300%) in recent years and more in 2023.

There have been no studies aimed at identifying any genetic mutations in northeastern populations that, during the middle of a century, partially modified their "flexible" migratory behavior.



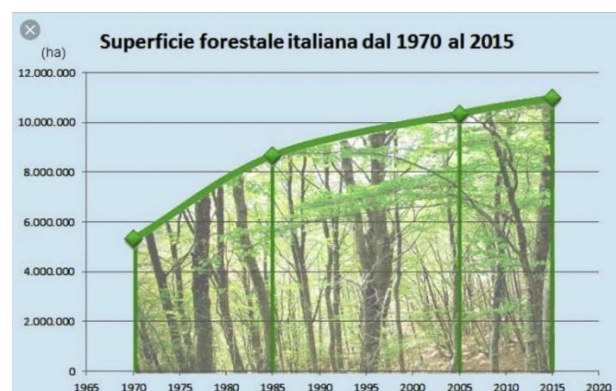
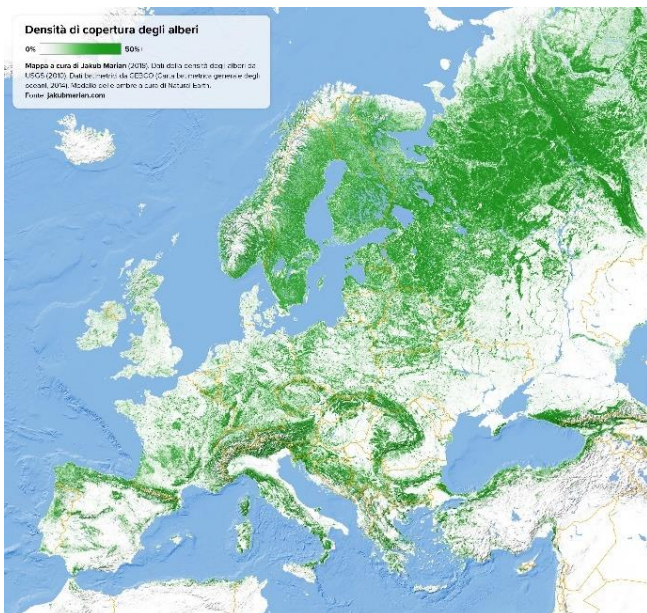
## – VEGETATION ENVIRONMENT OF EUROPEAN TERRITORIES

The diet of wood pigeons, almost totally omnivorous, depends strictly on the availability of plants, both from woods and forests, and from agricultural crops in the territories of nesting, stop-over, wintering or sedentary. Availability is obviously seasonal and strongly linked to climate trends and changes; Thus, the status of populations itself becomes an indicator of the current climatic condition and of territorial and agricultural biodiversity.

The wood pigeon feeds mainly on vegetable substances: seeds of grasses and legumes, grains, berries, acorns and other fruits of forest plants or perfluvial rows, especially in the territories of arrival when there is a need to hydrate; occasionally small invertebrates. It is very likely that the choice of stopping also depends on the sense of smell, an indicator of the state of ripeness and digestibility of the plants ("THE INFLUENCE OF OLFACTORY NERVE SECTION ON THE HOMING CAPACITY OF CARRIER PIGEONS" [25]). In Italy, the seasonal status of oaks, beeches, cork oaks, Turkey oaks and holm oaks in the woods and wheat, corn, sorghum, sunflowers, rice and legumes in agricultural land, is fundamental both in the choices and timing of stop-overs, and for wintering (Sardinia).

**"Europe's forests are expanding.** Over the last thirty years, the increase has been about 9% and, according to the latest estimates, in 2020 reached the **227 million hectares**, equal to more than a third of the entire surface of the continent. Italy's forest heritage is also growing, reaching levels never seen before over the last few centuries: 11.4 million hectares (including forests and other wooded areas such as shrubs) equal to almost 40% of the national surface, with an increase that if we consider the last 80 years has been as much as 75%." [26].

In Italy, the area of forests has increased from just over 5 million hectares to 11 million from 1970 to 2015.[27]



[27]

The importance of forests and all more or less extensive wooded areas, even city parks, is absolute for the species, since it nests almost exclusively in trees. This also applies to night and day rest areas. All these areas offer, as already noted above, seasonal food opportunities (fruiting) that are sometimes absolute or in any case relevant.



Agriculture and related human activities have greatly influenced the numerical growth and expansion of the species in Europe. In particular, intensive cultivation of wheat, maize, sunflower, soybean, and rice, in all nesting areas, also influences the choice of resting and wintering areas. In some cases, as in North Africa, agricultural development has pushed some populations to become sedentary, even capable of carrying out long-distance mass erratics in the same wintering areas.

In the British Isles, where the species has evolved as sedentary and/or partially migratory, many aspects of feeding have been studied by Murton R.K. ("The Breeding of Woodpigeon Populations" [28]) and the species is considered harmful to agriculture.

Areas of intensive cultivation, especially if adjacent to important wooded areas, seasonally play an important, if not predominant, role in the phenology of the nesting, resting and wintering periods. Human activities and random weather events can change these functions.

The alternation of agricultural types and cultivation activities (harvesting, ploughing, sowing) can modify the living environments of the wood pigeon, also in substantial and definitive terms of changes on the phenological choices of some populations of the species.

From the large dormitories, or resting places, with various daily timings, large quantities of wood pigeons move (round trip) to the feeding or watering places even at a distance of tens of kilometers. This is attested by some direct evidence, such as large winter daily movements (wintering at short distances) from the forests of the Rhodope Mountain complex (Greek-Bulgarian border, Evros valley) to the large rice fields beyond the Turkish border of the Evros river and its delta.

In Italy, Denis Bianchi's detailed record of movements from the Mesola forest and its surroundings is authentic: "Le pigeon ramier la côte Adriatique et ses forêts, migration escale et hivernage au bois de la Mesola" [29].

The sequentiality of changes in the agricultural environment after storms can also affect the choice of feeding places: a few years ago, again in the Mesola area, after an intense cloudburst at the end of summer, large expanses of intensive cultivation of maize, wheat, sunflowers and soybeans were left with the stalks crushed on the ground and complete harvests were not carried out, therefore, tens of thousands of wood pigeons regularly moved to these territories even tens of kilometers from the Mesola dormitories. In this last year in the same area, early sowing activities have led to an unexpected supply of freshly sown food and wood pigeons have caused serious damage to farmers (2022).

The above is only to highlight some details of the numerous variables that can affect temporary phenology, both in the nesting phase and in subsequent phases, during which the great quality of the wood pigeon, the flexibility, allows its excellent conservation status.

All land analyses, in addition to the specific geographical orography, must take into account Latitude and Longitude (also in terms of photoperiod) in the relative observation points and recording of migratory data.

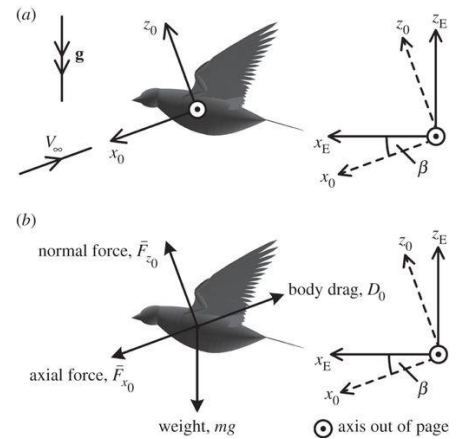


- AIRSPACE: ATMOSPHERE

The dominant space for the very life of almost all bird species is undoubtedly the airspace, the atmosphere, with all its physical, energetic and characteristic components at various levels of altitude (both at sea level and from the ground), also in relation to the orography: here there are energetic dependencies (even temporal in their variability) such as temperature, humidity, atmospheric pressure, brightness, ultraviolet rays, visibility, winds, rainfall, chemical and biological pollution and odours (Aerobiology-Aeroecology). All migratory species are greatly affected by these variables, also depending on flight characteristics and related anatomical characteristics. They are therefore to be considered as "abiotic" factors influencing migrations and which are closely linked to meteorological and climatic conditions also in feedback with the conditions of the soil "below" and the stratosphere "above".

In the specific case of our study, the migratory species Wood Pigeon has an absolute prevalence of "beaten" migratory flight (flapping) where aerodynamic forces are exerted above and below the wing planes that find support or contrast in the strength and direction of the winds and in the atmospheric pressure. "Aerodynamics of bird flight" [30].

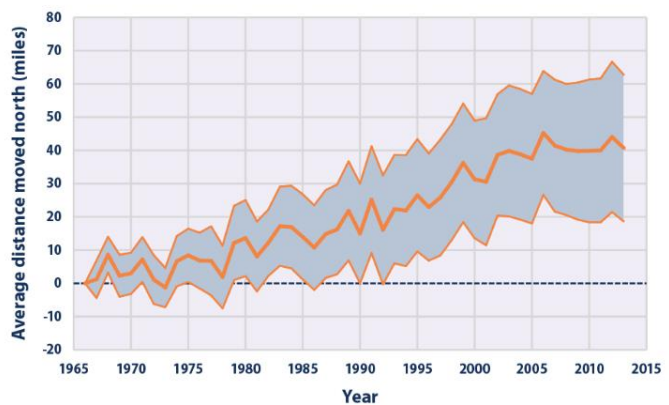
The various atmospheric pressure conditions, more or less stable and extended for true altimetric corridors, are the basis of the fluidity of migratory flight and related consumption of energy reserves.



The prediction, observation or perception (sensory ecology) of the most favorable flight conditions is expressed through the sensory functions of mechano-receptors and the supposed para-tympanic organ of Vitali (PTO), the so-called biological barometer and altimeter, already defined in 1911 by Giovanni Vitali himself: "organ of flight" (Cavina E. (2021) - The "Organ of Flight": Paratympnic Organ (PTO) of Vitali in Wild Birds as Biological Barometer-Altimeter [31]). This is most evident in large mass movements (still October 2023), as we found in our study, and is fully aimed at the success of migration and the survival of the species.

Ultimately, it seems essential to emphasize that the phenological study of migration cannot be disconnected from the collateral analytical study of meteorological and climatic conditions:

**Climate Change Indicators: Bird Wintering Ranges - U.S. Environmental Protection Agency** - This figure shows annual change in latitude of bird center of abundance for 305 widespread bird species in North America from 1966 to 2013. Each winter is represented by the year in which it began. The shaded band shows the likely range for the average, based on how all the individual species have moved over time.



The development of methodologies for studying weather conditions and migrations has led to a significant improvement in monitoring methods, including the use of radar weather stations. The use of radar in migration monitoring has developed mainly on nocturnal migrations, but more recently, depending on appropriate technological changes, radar monitoring is beginning to be used also during the day ("Inbound arrivals: using weather surveillance radar to quantify the diurnal timing of spring trans-Gulf bird migration" [32]).





## Time

The passage of time through the ages and ages, more or less slow or characterized by sudden events (oceanic cataclysms, meteorites, volcanic eruptions), is the basis of geological changes such as those already reported about the Mediterranean Flyway (Balkans, Istria, Po Valley, Tuscan Archipelago, Corsica and Sardinia) as well as climate change and consequences on biodiversity.

More recently, after the last glaciation, the changing of the seasons has been marked by time also in terms of exposure to solar energy and the related stability of the planetary system and the Earth's axis. It is in these terms that we presume that the Migrations of the Columbids also developed, gradually transported by the drift of the continents. On this route, below the Alps and what was the last vast area of Central European ice, the Mediterranean Flyway, temporally regulated by the seasons, has been consolidated.

The absolute temporal basis that affects the biology of the wood pigeon, including all aspects of migratory ecology, in terms of hormonal and metabolic modifications, is to be identified in the "photoperiod" at various latitudes and longitudes. The length of daylight, or photoperiod, affects not only the environment, but also all activities during the periods of nesting, migratory stop-over and wintering. During the migration, after the stops, the photoperiod or, better, the location of the sun on the horizon, is the basis of the departure and overnight stop times.

Generally, most of the departures take place in the early hours of the morning and a particular role is referred to the level of sunshine and related thermal increases in the air and on the ground. A classic example is the choice of the Apennine "gullies", useful for the south-west pass of the Apennine ridges: when the sun with good and widespread intensity warms the eastern side during the very first hours of the day, the thermal waves facilitate the sustenance of the flight.

In general, the regularity of the migration is also characterized by the repetitive continuity of flight times, obviously also irregularly dependent on local weather conditions (winds, rain, fog). The length of migratory journeys obviously affects the "flight times" (flying flying) and therefore these times affect energy consumption and body status, an important condition for facing the wintering period and subsequently important (hormonal status) for the period of ascent and nesting.

A particular aspect of the migration of the wood pigeon is the relationship between "departures/intensity of migration" and lunar phases, as well as nocturnal migration.

In the traditions of hunting knowledge, there is a deep-rooted conviction that the phases of the Moon have a decisive influence on migration, even to the point of inducing, especially in France, the annual creation of scheduled forecasts of migration. We all know that the phases of the Moon are convincingly related to the phases of growth (in particular "sowing") of the plant world. We all know that the tides depend on the Moon (gravitational effect). We also know that the Moon exerts gravitational and geomagnetic energy biorhythms on the Earth and its inhabitants, but to date even in the most recent scientific works there is a lack of evidence on the actual ways of correlations with plant and animal life. The topic, widely explorable on the Web ("*The lunar cycle drives migration of a nocturnal bird*" [33]), remains shrouded in uncertain scientific explanations and only sometimes supported by in-depth real research. It has also been stated that certain hormonal activities (G. Norevik) can be influenced by lunar gravitational forces.

In the research and monitoring experiences of the Italian Wood Pigeon Club, what clearly emerges is the relationship between Migration and the illuminated surface of the Moon: in more than 60% of mass flights, the Moon is illuminated for more than 40% of its total surface [34].



As for the possibility that wood pigeons, notoriously migratory during the day, also migrate at night, there have always been indirect inferences and field checks: large herds arrived at dusk in monitored woods and were no longer present at first light the next day; Thousands of thirsty wood pigeons in the canals of the Mesola area at dawn (night arrival area after Adriatic crossing); Testimonies in the Adriatic of fishermen sailing at night in front of the Po Delta; and, more recently, the monitoring of two GPS-equipped wood pigeons followed in a night migratory flight between Switzerland and France.

Even more recently, an Italian television crew, occasionally on board a ferry between Ancona and Croatia, was able to document unmistakable night flights over the moonlit Adriatic (CIC Conference – Umbria Fiere 2019 - Caccia Village).

At the end of October 2015, the mass flight of over 200,000 wood pigeons, in stop-over at the Bosco della Mesola, took place entirely in the hours before the first light of dawn with an exasperated night visibility of the Apennine chain due to the full Moon. The nocturnal event was corroborated by the observation, which took place the night before, of the arrival of thousands of wood pigeons on the Mesola Wood.





## Materials and Methods

The basic material of our entire study is represented by 5,426,149 wood pigeons (*Columba palumbus*) recorded in 5 years (2017-2022) of autumn migration in Italy, in 22,609 flights sighted and evaluated by 489 hunters, distributed and active for each year on 5 peninsular transit corridors, plus a sixth great-islands transit and wintering corridor that includes Corsica (France) and Sardinia. The registrations for each season were carried out from 1 October to 15 November, bearing in mind that on Tuesdays and Fridays of each week hunting activities are prohibited and only a few signallers go to the observation site. In the overall assessment of the five-year period, with the annual migratory movements and related records, it must be borne in mind that there have been considerable differences in the number of observers present in the field each year and consequently variations in the number of observations. In the table below we highlight the essential data for each year:



### MCL 2017/ 2022

	Segnalatori	Segnalazioni	Colombacci
2017	72	1434	247.010
2018	43	1089	176.615
2020	152	7373	2.172.147
2021	116	4899	1.196.407
2022	106	7814	1.633.970
<b>Totale</b>	<b>489</b>	<b>22.609</b>	<b>5.426.149</b>

2019 sospeso

From the table above, it is clear that MCL for purely technical reasons, was not operational in 2019, thus polluting the sequential continuity of the five-year period. Analyzing in more detail the ratio between the number of active observers and the number of observations, which correspond to the number of observed flights of wood pigeons, we obtain average values per beacon per year:

Anno	Observers	Flights	Wood pigeons	Flights/Beacon	Pigeons/Beacon	Pigeons/Flight
2017	72	1.434	247.010	19,91	3.430,69	172,25
2018	43	1.089	176.615	25,32	4.107,32	162,18
2019	0	N.D.	N.D.	/	/	/
2020	152	7.373	2.172.147	48,50	14.290,44	294,60
2021	116	4.899	1.196.407	42,23	10.313,85	244,21
2022	106	7.814	1.633.970	73,71	15.414,81	209,10
<b>Total</b>	<b>489</b>	<b>22.609</b>	<b>5.426.149</b>	<b>46,23</b>	<b>11.096,41</b>	<b>239,99</b>



These first analysis data allow some considerations. The variations in the number of beacons are linked to different conditions of promotion of the MCL project in the annual sequences, and the difference between the first two years and the last three is evident. It is also evident that the number of observations of Flights and Wood Pigeons is closely linked to the number of Observers. The average number of individual flights is differently linked to the phenological characteristics of each year migration, and at the same time to the diversity of the observation sites used year by year: indeed a greater number of observations in the arrival (Mesola) and departure areas leads to the observation and registration of larger flocks , as noted in the Specific Work (FLOCKING : preliminary report on the autumn migration 2018 in Italy ) [35].

The values referring to the totals of the five-year period should be considered as roughly indicative of the trend of all five years and related annual variables.

If this is the basic material of our current study, we cannot fail to note that it represents a particular view on the last years of Migration registration, recording and monitoring started over 25 years ago for the Citizen Science initiatives conducted by the founders of the Italian Wood Pigeon Club (CIC) and which today provide us with a valuable and quantitatively unique material. These initiatives have evolved over the years, always with the aim of giving a deeper knowledge of migratory phenology, realizing that increasingly selective research methods could provide more precise and useful direct and indirect data for scientific and statistical processing. Also, today some CIC Researchers think that MCL methods must be changed.

In 1996 Rinaldo Bucchi launched a first collection of regional data for Romagna region, which was immediately transformed at national level (1997) into the " PROGETTO COLOMBACCIO " [36].



In the following 10 years (1997-2007) the Wood Pigeon Project collected data that were then exposed in informative publications, albeit without a precise scientific analysis, which was then carried out with the collaboration of International Researchers (Bird Migration Research Foundation – Prof P. Busse [37] ) which led to the publication in the International Journal ;The Ring-JOURNAL of the Work " Cavina E., Bucchi R., Busse P. - "*The general pattern of seasonal dynamics of the autumn migration of the Wood Pigeon Columba palumbus in Italy.*" [5] and subsequently of the Monograph " *The autumn migration of the wood pigeon, Columba palumbus, in Italy* " - [38].

The "Wood Pigeon Projec" (Progetto Colombaccio ) which evolved into " Wood Pigeon Project **Italy** " continued data collection (2007-2022), published only in terms of "Citizen Science " [36].



As already mentioned, data collection methodologies have evolved due to initiatives of individual CIC members, largely reported in Italian Journal Woodpigeon Research – Journal of Citizen Science online since 2017 [7].

Progetto Colombaccio Italia (PCI) has continued the collection of paper data and a database has been created (Merli F. 2020), from the analysis of which an online report is derived [39] Rich in details and graphs referring to observed flights, recorded over several decades.

Of particular interest is the analysis of the 88,180 animals by direct body-examination, we can say unique in terms of the numerical amount of body material directly examined and catalogued in the field, and from this analysis the evaluation of the **age** of migratory wood pigeons. PCI has also been reported in the Club Monograph in a chapter written by Sauro Giannerini "The autumn migration of the wood pigeon in Italy" [38]). All the details of PCI can be reached from the website of the Progetto Colombaccio Italia [36].

The collection of PCI data continues over the years (including 2022) in terms of non-selection and exclusively patchy. Precisely because of the need to analyze Migration in terms of the selection of migratory corridors, Rinaldo Bucchi, creator and pioneer of Progetto Colombaccio (1996), since 2017 has launched a study on migratory phenology based on the surveys and recordings of a few selected Signallers.

Selective Migration Monitoring (MSM), since 2017, can be consulted in detail online [40] [41].

One of the first summaries by R. Bucchi is the following: *The selectivity of the surveys and their processing have made it possible to emphasize phenomena specific to the monitored territories and their subsequent comparison. The result is an overall picture that well represents the post-nuptial step of the wood pigeon in the main entry routes of migration.* in Italian language MSM has its own final publication (three years) on-line on IJWR [42].

These are works that we do not hesitate to define as excellent for the completeness of the attention of the investigation as well as for some references to aspects not usually considered, such as the relationship with the phases of the Moon, the changes in atmospheric pressure, the phenomenon of the "stripes" and the analysis of the age of migratory birds.

Other CIC contribute produced by Denis Bianchi "Migration of the wood pigeon from the Po Delta to Corsica" [43]. The author, a great connoisseur of the Migration on the Mesola forest and surroundings, reports a very detailed and comparative study, supported by knowledge in the field. The graphs presented are of great interest and for us fill the MCL 2019 registration gap. Important in-depth studies, such as "Comparaison du type de vols entre les Apennins le Delta du Pô et la Corse" and news related to wintering.

Still on the sidelines of the above quotes, connected to the experimental analysis we recall two on-line works in the Journal: "The selection of a very narrow corridor (long 300 Km - large 15-25 km)" [44]; and "A very selected and regional analysis that takes into account in particular the internal orography of a coastal region such as Liguria" [45].

Even if these last "historical references" related to the CIC studies, may seem off-topic of "materials and methods" we considered them essential to include them because they represent a long and sometimes painful cultural and methodological basis. These experimental evolutions led to the creation of a telematic application that from 2017 to 2022, with interruption in 2019, allowed online data collection in real time or daily time.

At the basis of the collection of migratory data is the MCL Application (Live Wood Pigeon Monitoring) [46] which allows real-time on-line registration, as per the forms provided, for 6 geographical corridors from North to South + Islands, each divided into 3 segments from East to



West, where registered Reporters can record monitoring data. The Whistleblowers are registered in advance and have access to the verification of cumulative data in each Corridor and Segment, so they can follow the progress of the peninsular transits, not all of them perform the registrations in real time but they have the possibility to write down the migratory data on paper and then update their daily file by midnight.

Each Observer-Hunter is registered with its own geographical coordinates of the observation site. The details of the recordings of the individuals are accessible, even with geographical mapping, exclusively to the MCL Technical Team, in full protection of privacy, but still available, with further possibilities of exclusive verifications, for our thesis work.



## Migrazioni

### Central Apennines - Band 4 - Segment 1 - \*\*/10/2022

**Sightings:** 7

**Pigeons:** 378

**Average Height:** High

**Average weather:** clear

**Beacon 1:**

HOUR	WOOD PIGEONS	ALTITUDE	WEATHER FORECAST	COORDINATES	BAND/SEGMENT
07:00 AM	20	75m	CLEAR	43.315520- 12.817891	F4-S1
07:00 AM	150	200m	CLEAR	43.315520- 12.817891	F4-S1
07:00 AM	30	200m	CLEAR	43.315520- 12.817891	F4-S1
08:00 AM	100	75m	CLEAR	43.315520- 12.817891	F4-S1
08:00 AM	24	200m	CLEAR	43.315520- 12.817891	F4-S1
08:00 AM	14	25m	CLEAR	43.315520- 12.817891	F4-S1
09:00 AM	40	75m	CLEAR	43.315520- 12.817891	F4-S1

---

Total	378				
-------	-----	--	--	--	--

---





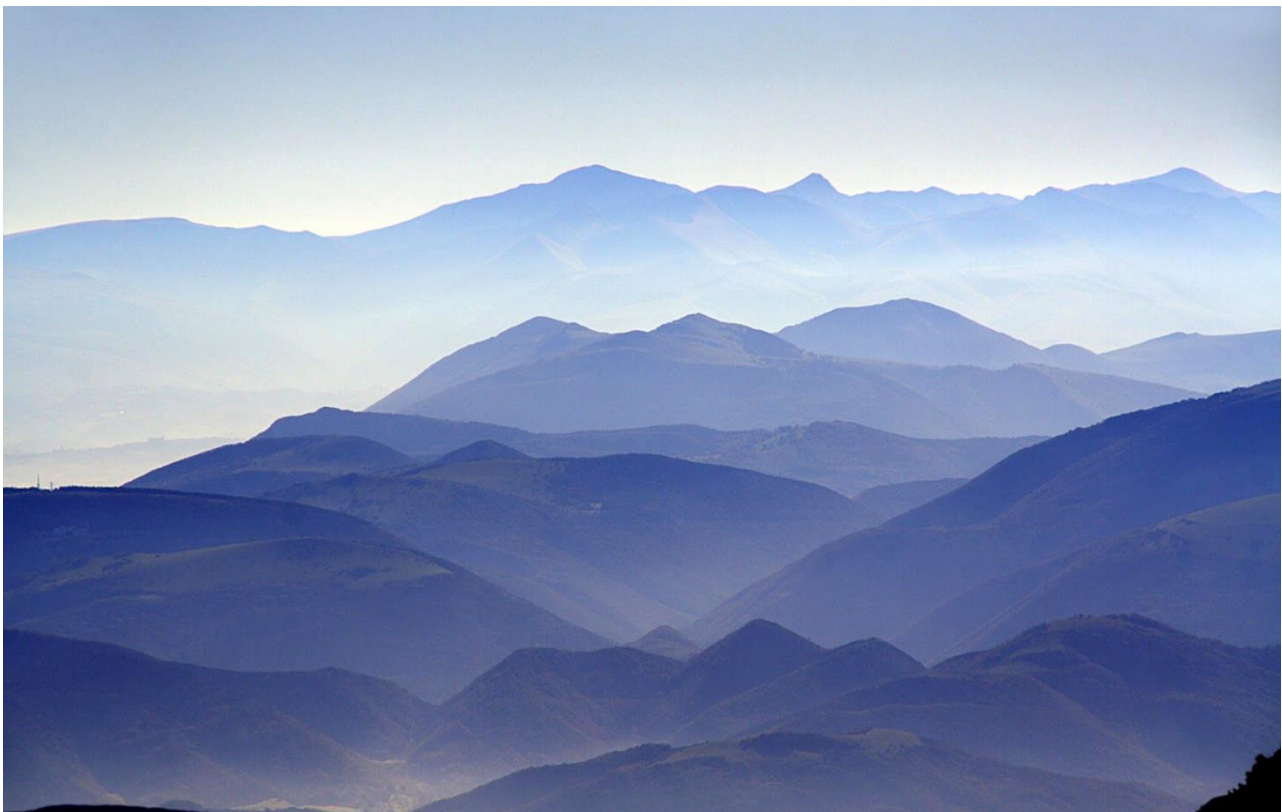


- **Sighting and counting methodology:**

There are several sighting and counting methodologies used by Ornithological Observatories across Europe. In the Pyrenees, for example, gridded screen binoculars or photo or video processing on PCs are used for all-round counting.

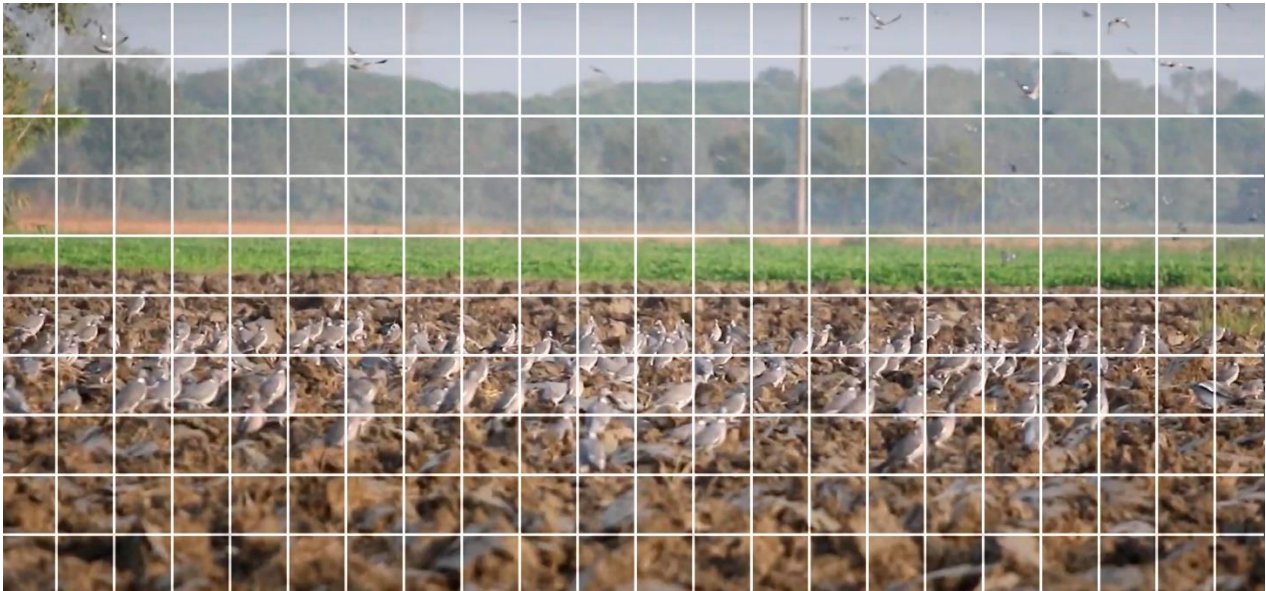
In our case, the hunters in more than 90% of cases, carry counts in a consolidated visual area, projected into valleys, portions of the sky and hilly/mountainous profiles usual for hunting activities repeated for many years, from the so-called "fixed stakeout huts" built on tall trees in order to have excellent all-round views. Sightings are typically made within a maximum radius of 500 m.

All observers are very experienced hunters and able to estimate with a good approximation the size of the flocks, the flight height and other behaviors and migratory parameters with full reliability. Often, greater field of vision over large valleys is used by observers in mountain passes or ridges:





Similarly, even for temporary stakeouts used in lowland areas and stop-over pastures, it is possible to propose methods of analytical counting on gridded photos and identification (collar or not) of young and adult subjects. This method could be applied in stop-over and wintering areas, coastal or directly on the sea: in these cases, the evaluations will exceed even 500 m of observation, even with the use of binoculars. The experience of the Observers is fundamental for the correct evaluation and is largely carried out with the so-called "glance".



A good analysis of the counting methods is presented with iconography in an excellent chapter published in the Journal (MSM - R. Bucchi – "INDICATIONS POUR LES COMPTAGES" [42]). We must necessarily and negatively point out that for some reports the numbers may appear too high and too approximate, but it is difficult to control with critical precision the work of some Observers who do not and cannot have rigidly scientific behavior. We can, however, tolerate some methodological inaccuracies which, in the final synthesis, do not have great relevance in terms of polluting the statistical data, considering the enormous mass of migrants. Another aspect that is of great relevance is the documentary acquisition of sightings, mostly at great heights, of the so-called "stripes", as a certain expression of mass flights of large populations that all together and simultaneously move to migrate: these "stripes" appear mostly, but not exclusively, on the Adriatic side and are represented with a maximum width of a hundred meters and a length even kilometers, almost always in an aerial band at an altitude of more than 300 m from the ground, almost certainly in an isobaric corridor that is virtual for us and for the wood pigeons is substantial. The phenomenon is linked to the analysis of the so-called "Flocking" which has already been the subject of MCL study, where the documented tendency to Adriatic entrances of large shoals, subsequent trans-Apennine fragmentation and further recompacting of large flocks in the Tyrrhenian departures is highlighted. Also, on the sidelines of these mass movements is the phenomenon, which is difficult to quantify numerically, of mass flights from stop-over areas (Mesola forest, pine forests of Migliarino San Rossore): this migratory phenomenology will also require a special focus of interpretation and analysis. The "stripes" phenomenon has been increased during the 2023 season.





(images from YouTube channel Denis Bianchi copyright)

Here the formation of a "strip" - with a "flight head" at the left end (see other enlargement image) which, starting from a stop-over site, is placed in a precise altimetric corridor at stable atmospheric pressure, responding to a precise stimulus that can be framed in the multifactorial sensory ecology at the basis of migratory "decision making".



These last elements of note allow us to add some considerations that go beyond the methodological rigidity of a strictly scientific study and its own expository orthodoxy and are certainly more consonant with the concept of "Citizen Science". As we have said, all the basic material of this study, developed e undersigned, who has no direct experience in the field about the specific migration, is provided by the Italian Wood Pigeon Club, and other knowledge material is developed on-line by the FORUM where daily, in discursive form, the various members of the Club publish their observations on the local " Region by region:": these contributions of observation and knowledge are often essential to understand the local phenology of migration. According to modern habits of "social" and related update notes can take on a folkloric language, even resulting in controversies without scientific basis. On the whole, however, the Forum has its own testimonial function which, especially during migration peaks, facilitates the integrated reading of official monitoring data in PCI, MSM and MCL [47].

Much more important for us is the reading and analytical interpretation of evidence-based data (MCL 2017-2022) carried out gradually with the integration of knowledge of the Editor of the Italian Journal Woodpigeon Research, Enrico Cavina [48] , who, in addition to past experience in a University Institution for another discipline and related skills as a Researcher, has a full and in-depth experience in the field developed continuously for over 70 years, as well as experience in the study of the migratory phenology of the Woodcock (*Scolopax rusticola*) and wood pigeon (*Columba palumbus*) (2003-2023).

ACADEMIA

Search



enrico cavina

Evolution +3

Born Bologna Italy 1936 - High School Liceo Classico 1955- Medical Doctor Univ.Perugia 1961- Special. General Surgery,Urology,Vascular Surgery -Docent General Surgery 1967 Univ.Pisa - Associate Professor 1982 - Professor of Surgery...

48 Followers | 107 Following | 8 Co-authors | 2,804 Total Views | 695 Public Mentions



Returning to the concrete of the study material of the five-year period (2017-2022) we have a specific database created by Vasco Feligetti, head of the Club for MCL, for a research project on the Origins of migratory wood pigeons in Italy, conducted by Keith Hobson through the use of isotopes fixed on the feathers of 550 wood pigeons, collected by CIC members on the sidelines of MCL 2021 [49].



## Meet the researcher

**Dr Keith A. Hobson**  
Environment and Climate Change Canada  
and Department of Biology  
University of Western Ontario  
London, ON  
Canada

Dr Keith Hobson has over three decades of expertise in isotope analysis and isotope ecology, having entered this area of specialization during his PhD research at the University of Saskatchewan in Saskatoon. Upon graduating with his PhD in 1991, Dr Hobson continued his research as a postdoctoral fellow at the Freshwater Institute in Winnipeg, Manitoba. For three decades, Dr Hobson has worked as a research scientist with Environment and Climate Change Canada and currently holds the position of Professor of Biology at the University of Western Ontario, Canada, where he conducts research as well as teaching several undergraduate and graduate courses. Additionally, Dr Hobson has been an instructor on the Stable Isotope Summer School held annually at the University of Konstanz, Germany. Dr Hobson has received numerous awards and accolades for his contribution to the field of ornithology, including being awarded Fellow of the American Ornithological Union in 2004, Fellow of the Royal Society of Canada in 2013 and Fellow of the International Ornithological Union in 2018.

**FUNDING**  
Environment Canada  
Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC) Discovery Grant

**FURTHER READING**  
KA Hobson, H Jinguji, Y Ichikawa, JW Kusack, RC Anderson, Long Distance Migration of the Globe Skimmer Dragonfly to Japan Revealed Using Stable Hydrogen ( $\delta^2\text{H}$ ) Isotopes, *Environmental Entomology*, 2021, 50, 247.  
KA Hobson, OR Garcia-Rubio, R Camera-Treviño, L Anparasan, KJ Kardymal, JM McNeil, E Garcia-Serrano, BX Mora Alvarez, Isotopic ( $\delta^2\text{H}$ ) Analysis of Horned Larks in migratory and overwintering monarch butterflies (*Danaus plexippus*): Evidence for southern critical late-stage nectaring sites?, *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2020, 8, 572140.  
KA Hobson and LI Wassenaar (Eds), *Tracking Animal Migration Using Stable Isotopes*, Second Edition, 2019, Academic Press, London, 253 pp.  
KA Hobson, SL Van Wilgenburg, LI Wassenaar, RL Powell, CJ Still, and JM Craine, A multi-isotope ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^2\text{H}$ ) feather isotope to assign Afrotropical migrant birds to origins, *Ecosphere*, 2012, 3, 44.

**CONTACT**  
E: khobson@uwo.ca  
W: <https://www.uwo.ca/biology/people/faculty.html>

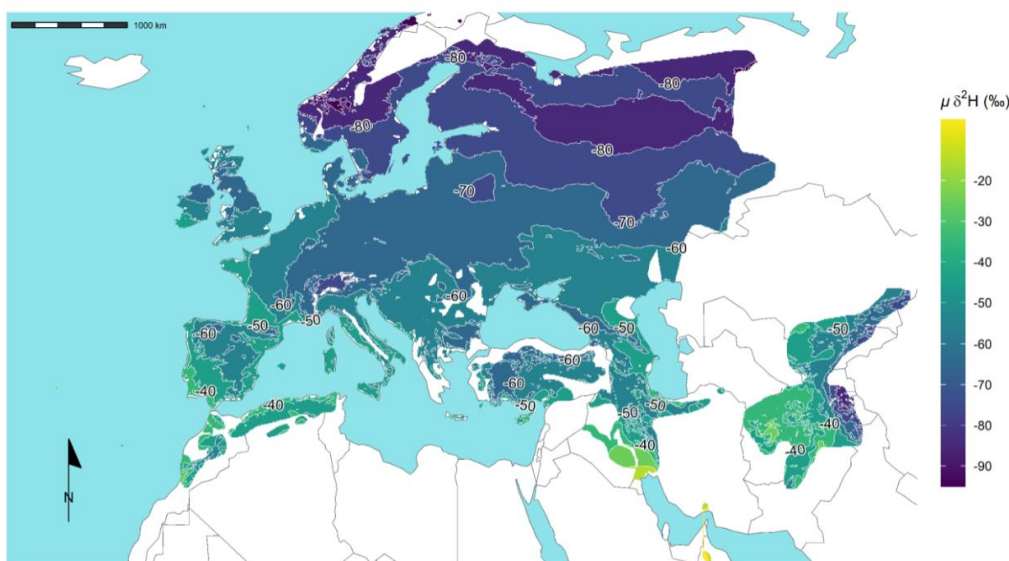
**KEY COLLABORATORS**  
Dr Len Wassenaar, WasserCluster Lunz, Biologische Station, Austria  
Dr Jeremy McNeil, Biology, University of Western Ontario, Canada  
Dr Nick Bayly, SELVA, Colombia  
Dr Anders Møller, Université Paris-Sud, France  
Dr Seth Newsome, University of New Mexico, USA  
Dr Nuria Selva, Polish Academy of Science, Poland  
Dr Geof Koehler, Environment and Climate Change Canada  
Dr Isabel Ramirez, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico  
Dr Lourdes Magaña, University of Havana, Cuba

**Western UNIVERSITY - CANADA**  
Environment and Climate Change Canada  
Environnement et Changement climatique Canada

### Club Italiano del Colombaccio

"Progetto Keith Hobson" Ricerca delle origini del colombaccio "Columba palumbus"

PROT.n°	NOME UTENTE	COD.UTENTE	FASCIA	SEGMENTO	COMUNE	PROVINCIA	REGIONE	COORDINATE GPS	ORA	DATA	PENNATE	DECADE	GIOVANE	ADULTO	ALA mm.	PESO	ENTITÀ DEL BRANCO	CON.CORPOREE	BUONE	CATTIVE	ROSCIOLO	CODONE
1	/	/	1	1	1 SEDICO	BELLUNO	VENETO	46°07'00.6"N 12°07'51.8"E	08:17	11/21/2021	6	3			330	432	1					
2	/	/	1	1	1 SEDICO	BELLUNO	VENETO	46°07'00.6"N 12°07'51.8"E	09:30	11/21/2021	6	3			335	434	1					
3	/	/	1	1	1 SEDICO	BELLUNO	VENETO	46°07'00.6"N 12°07'51.8"E	08:55	11/21/2021	6	3			305	434	1					
4	/	/	1	1	1 SEDICO	BELLUNO	VENETO	46°07'00.6"N 12°07'51.8"E	10:20	11/21/2021	6	3			352	497	1					
5	/	/	1	1	1 SEDICO	BELLUNO	VENETO	46°07'00.6"N 12°07'51.8"E	11:15	11/21/2021	6	3			332	450	1					
6	/	/	2	1	3 PIOVERA	ALESSANDRIA	PIEMONTE	45°00'45.8"N 8°47'38.0"E	09:00	10/31/2021	6	3										1
7	/	/	2	1	3 PIOVERA	ALESSANDRIA	PIEMONTE	45°00'45.8"N 8°47'38.0"E	14:00	11/02/2021	1	1										1
8	/	/	2	1	3 PIOVERA	ALESSANDRIA	PIEMONTE	45°00'45.8"N 8°47'38.0"E	14:00	11/06/2021	2	1										1
9	/	/	2	1	3 PIOVERA	ALESSANDRIA	PIEMONTE	45°00'45.8"N 8°47'38.0"E	10:00	11/10/2021	2	1										1
10	/	/	2	1	3 PIOVERA	ALESSANDRIA	PIEMONTE	45°00'45.8"N 8°47'38.0"E	11:00	11/15/2021	3	2										1



**Figure 1** – Expected feather  $\delta^2\text{H}$  isoscape across the wood-pigeon breeding range. The color shows the average  $\delta^2\text{H}$  value and the white contours show incremental changes (10‰) in  $\delta^2\text{H}$  values. This figure can be used to “look up” the approximate locations of any bird or group of birds provided by individual hunting clubs (Appendix).





Indicative elements on the results of this research, on the origins of wood pigeons migrating to Italy, will be presented in specific paragraphs below.

Still remaining in the & “study material” collected by the CIC, other very particular elements of study related to migration have been addressed in the context of the research activities promoted and are part of the material made available to us. Indeed, it is also these elements that compose, albeit marginally, the phenological analysis of Migration. These two studies, both published in International Literature, highlight how in the field observations can derive totally innovative indications and research stimuli.

A first study concerns the observation, unequivocally documented by CIC member experts distributed in specific areas of central Italy, of an important ; "Inverted migration " , from south-west to north-east, coinciding with important seismic events that occurred in central Italy in 2016 and 2021 "Earthquakes, geomagnetism and the reversed sense of direction of woodpigeons (*Columba palumbus*) during their 2016 October migration in Central Italy" [50].

A second work, much more articulated for the main analysis of seismology experts, highlights the condition of altered electromagnetic state of seismic faults, incident with the magnetic orientation (biological compass) .Reverse Migration of the Wood Pigeons and electromagnetic emissions, before the Mw 3.7 earthquake occurred in Visso-Macerata, Central Italy on October 18, 2021” [51].

Another study parasitological produced in collaboration with researchers from the University of Gdańsk (Poland), was conducted on parasites present in the digestive system of wood pigeons killed during the autumn migrations of 2017 (123 wood pigeons) and 2018 (79 wood pigeons) and presented at the European Congress “EOU” 2019 in Romania. From this work, carried out with a rigid methodology of analysis, it emerged a greater presence of parasites in the Adriatic areas of arrival than in the Tyrrhenian areas of departure. The result highlighted an interpretative doubt for parasitologists.

The most surprising was that prevalence of parasites in pigeons shot in the eastern regions was significantly higher than in western ones (30% against 16%). That " problem to be solved in the future. "Strange results of the parasitological study on the population of the

Wood Pigeon, *Columba palumbus*, migrating through central Italy (52)].

- **Weather data:**

The second database, the most important for our focus-comparative analysis, consists of some Weather Websites with a complete historical archive, which allows the comparison of weather values and indices with the individual days of migration, and more specifically of waves (peaks) in the observation sites for the main geographical areas of transit and migratory stop-over.

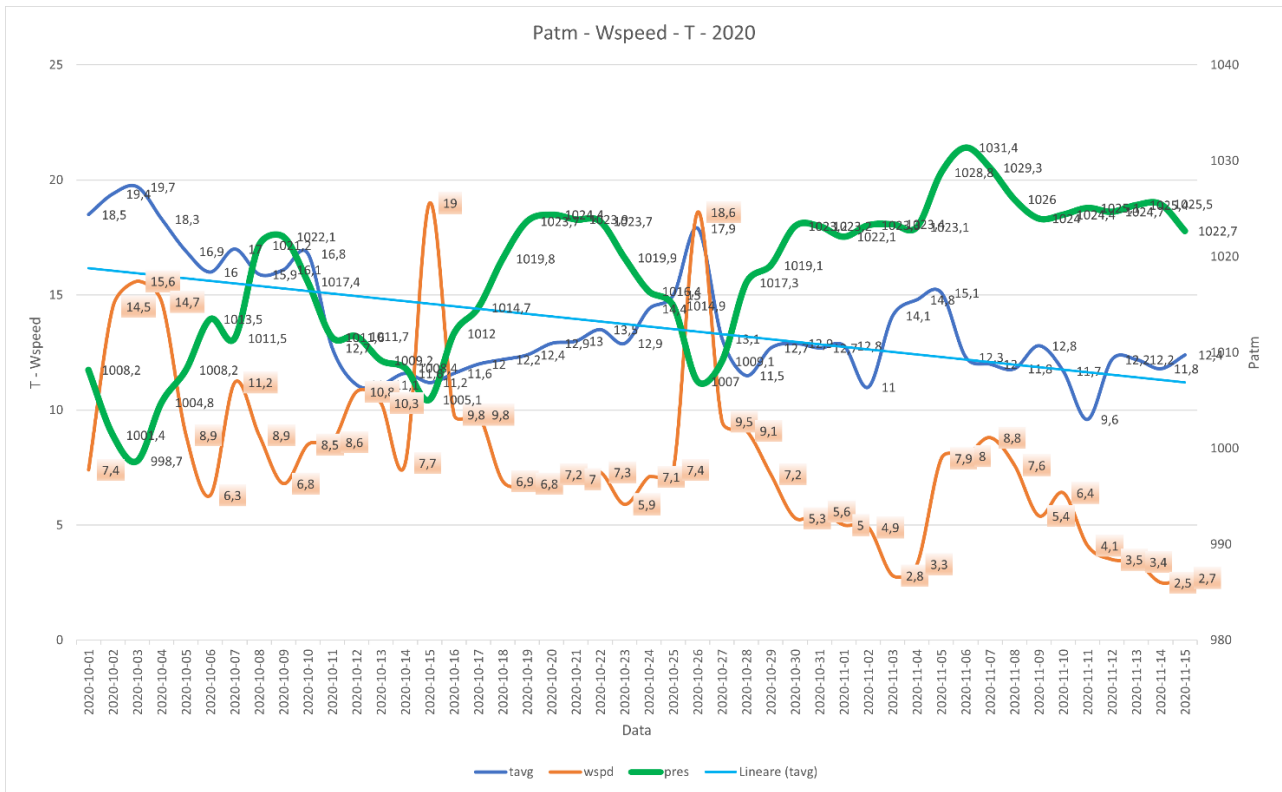
Among the many weather sites available, we have chosen two reference sites:

1. Rp5.ru [53].
2. Meteostat.net [54].

For each day and location chosen, it is possible to check numerous weather parameters: for our specific interest we note atmospheric pressure, Air Pressure trend index, temperature, humidity, visibility, wind (direction and strength), state of the sky, clouds, rain, etc.

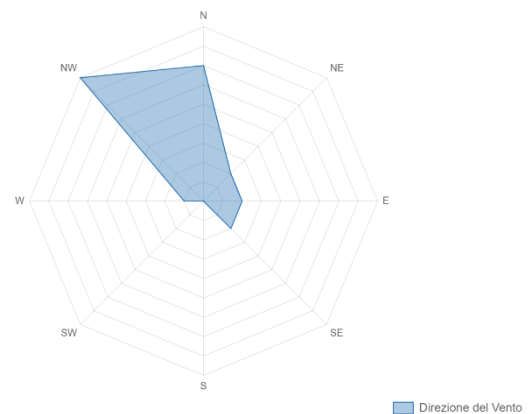
On this basis, it is possible to create specific graphs and compare them with migratory data, useful for assessing the correlations between meteo-abiotic factors and the chronological trend of migration, in particular by comparing the Balkan, Adriatic, central Apennine and Tyrrhenian areas.





**Comparison of Average Temperature, Atmospheric Pressure and Wind Speed**

In the previous example, made with data taken from the geographical area corresponding to the pre-Appennine Adriatic side, it is possible to detect, for the entire migratory period, the data of atmospheric pressure, wind speed and temperature, with relative trend line. Another basic advisory element is the graphical statistical representation of the wind direction.



- Methods of statistical analysis:**

Our methodological basis of reference is to be found in the Work: " *The General Pattern of Seasonal Dynamics of The Autumn Migration of The Wood Pigeon Columba Palumbus in Italy*" [5] . In this work we define the term peak day "PEAK" as a day by which the number of birds observed exceeds 5% of the individuals observed within the season (all birds observed from the beginning to the end of the observation period = 100%). This means that, if during a period of two, three or more consecutive days the share of birds each day is more than 5% of the total number of birds observed, all these days will be called "peak days". For a more precise description, peak days with different values are designated as " low peaks " : 5.1 - 10.0% of the annual total, " moderate peaks " : 10.1 - 15.0%, and " high peaks " : 15%. However, the term " peak"refers to one day. When we use the percentage value of the day share in the entire study, the calculation of the Similarity Index is natural and easily understood. The wave can contain both peak days and days with very low numbers. During the entire seasonal migration period, the waves are generally smaller at the beginning and end of the migration period



than in the intermediate period of the migration, and of course the probability of real peak days occurring at that time is lower. To study whether two curves representing migration dynamics are similar or dissimilar in terms of the course of migration, we can use statistical tools, such as chi-square or similarity indices (SI). The similarity index used in this paper is the Renkonen coefficient:  $SI = \sum \min [n\%, n\%]$ , where: SI is the sum of the minima in the daily pair of frequency values expressed as a percentage of the total samples compared ( $n\% d_1, n\% d_2$ ). The Renkonen coefficient is commonly used to compare the population structure of species in botanical and zoological ecology. The logical and statistical structure of our problem corresponds exactly to the assumptions of the Renkonen coefficient. Because the data for establishing the dates of the migration spikes in this document was recalculated into daily percentage values, the results were ready to be used for the calculation of the SI values. In this study, SI values were calculated to define the similarity of migration dynamics in each year with the average dynamics for all ten years combined. The level of statistical significance of the results was estimated by comparing the SI values with those obtained in a detailed study of the problem by Nowakowski et al. (2005), where the same method was used. The same procedure (THE RING 40 - 2018) could be used to compare the synchrony of migration across different areas in Italy, but the available data are still too limited (2010)".

This methodological approach, described above in the original text, drafted by Przemyslaw Busse [55], was indicative for us to carry out our statistical evaluations according to the technological automatisms offered by programs such as Microsoft Excel.

However, at the basis of the entry of numerical data, also reported in comparative terms, of various types of biotic and abiotic factors, a strict and repeated control of the data provided by the MCL signalers, distributed in the bands and segments, was followed.

## Results

The results of our study, as already explained with regard to materials and methods, are faithfully summarized in a series of graphs representing the data, collected according to types, compared with each other. In accordance with the aims of our study, the majority of graphical representations are made in the comparison of migratory data and meteorological data.

Remaining the almost exclusive focus on the five-year period examined, we cannot fail to underline that the global phenological analysis of the migration of the wood pigeon in Italy is closely related to the migratory variables related to seasonality, the orography of the territories crossed and their specific main prevalent meteorological conditions.

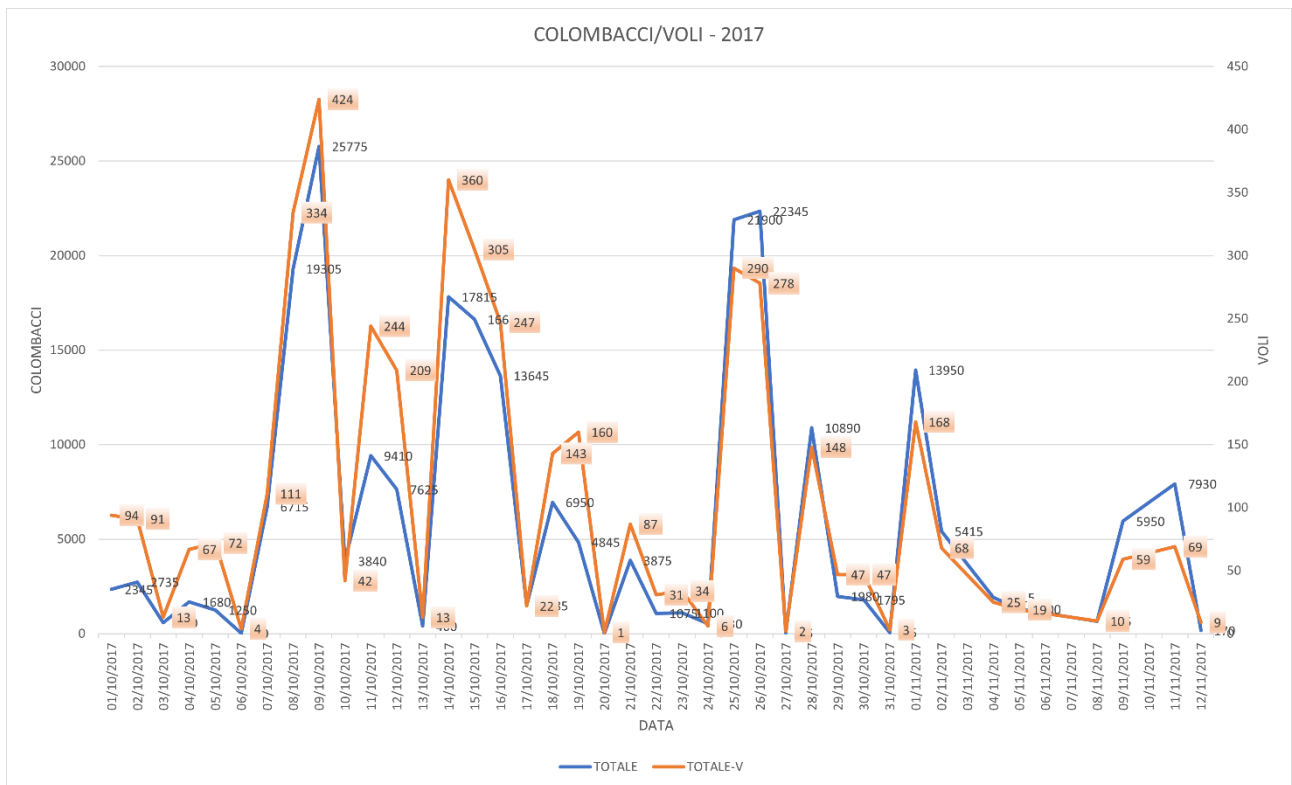
We emphasize once again that the phenological characteristics of migration remain fundamentally those already detected in the activities of the CIC, as represented in the analysis of the first decade of monitoring (Colombaccio project: 1997-2007) analytically reported in the work: "*The General Pattern of Seasonal Dynamics of The Autumn Migration of The Wood Pigeon Columba Palumbus in Italy*" [5].

We reiterate that the MCL application, in addition to offering a complete view of the entire peninsula, includes the island territories of Corsica and Sardinia, transit and wintering sites. We have already highlighted that "*The basic material of our entire study is represented by 5,426,149 wood pigeons (Columba palumbus) recorded in 5 years (2017-2022) of autumn migration in Italy, in 22,609 flights sighted and evaluated by 489 beacons distributed and active for each year on 5 peninsular transit corridors, plus a sixth island transit and wintering corridor that includes Corsica (France) and Sardinia. Registrations made from October 1st to November 15t*".

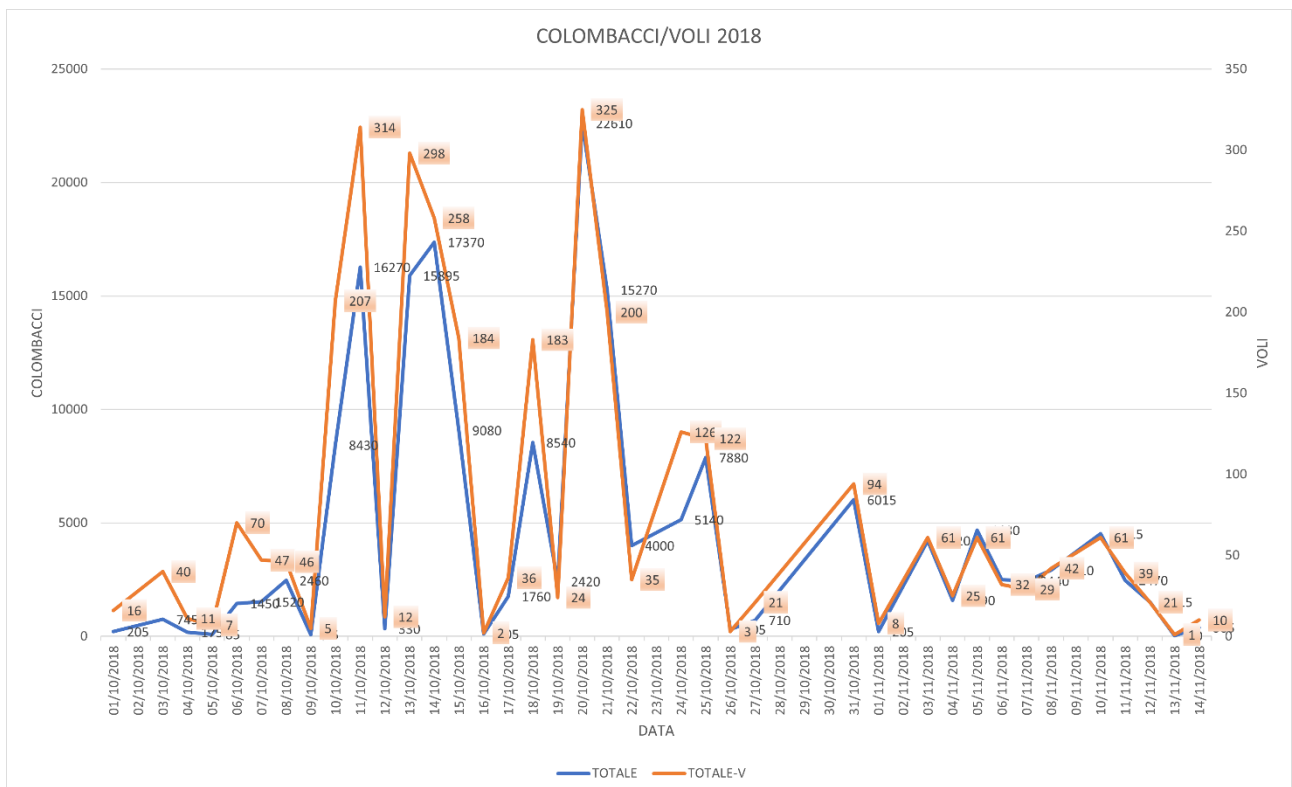




The differentiated representation of the annual results is contained in the following sequence of graphs:

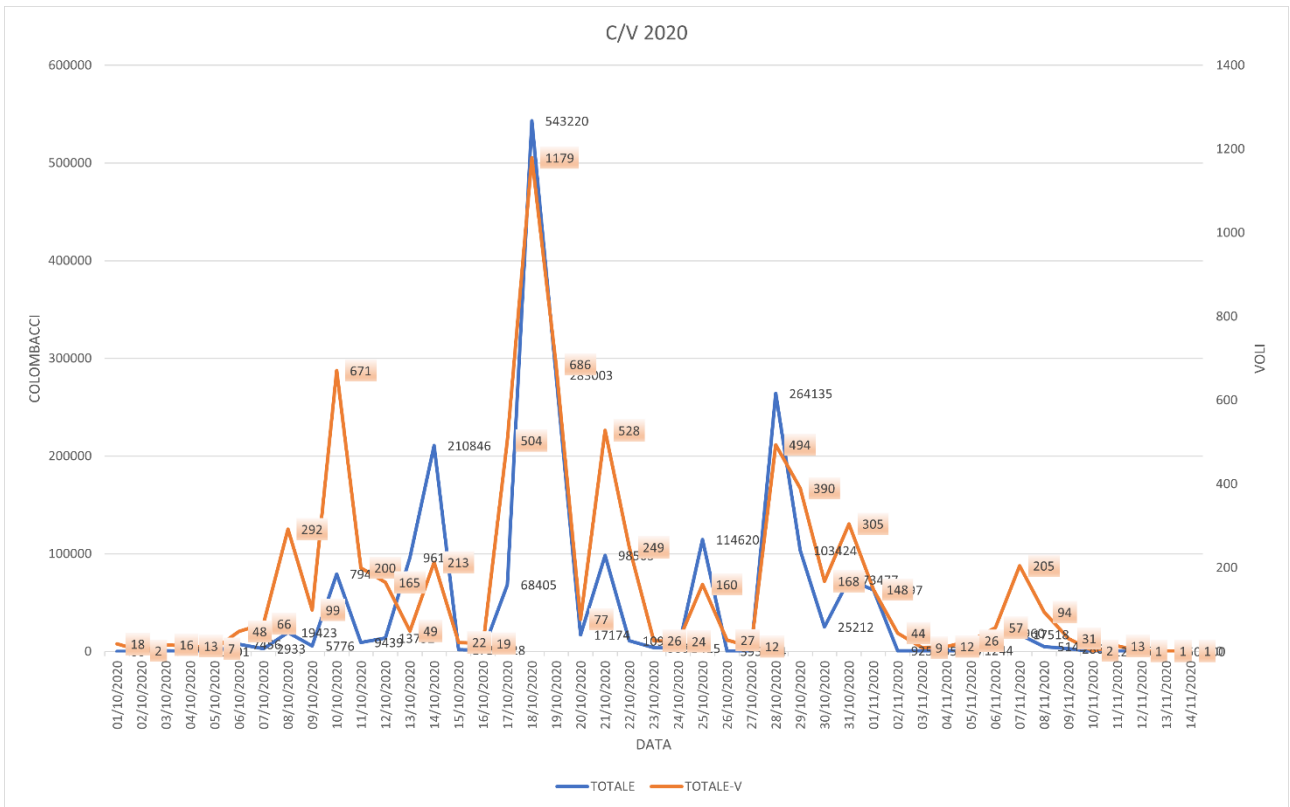


Comparison between the number of wood pigeons sighted and the number of flights (individual flocks)

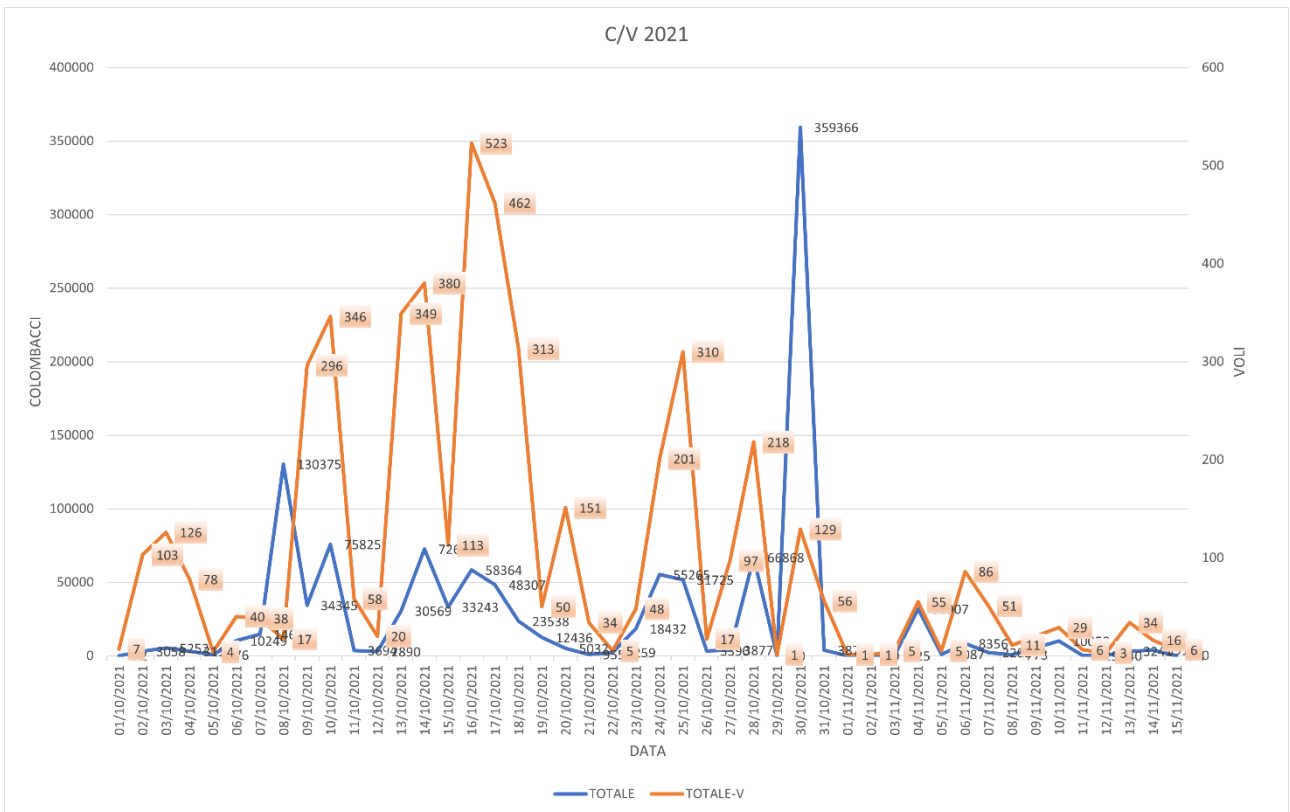


Comparison between the number of wood pigeons sighted and the number of flights (individual shoals)



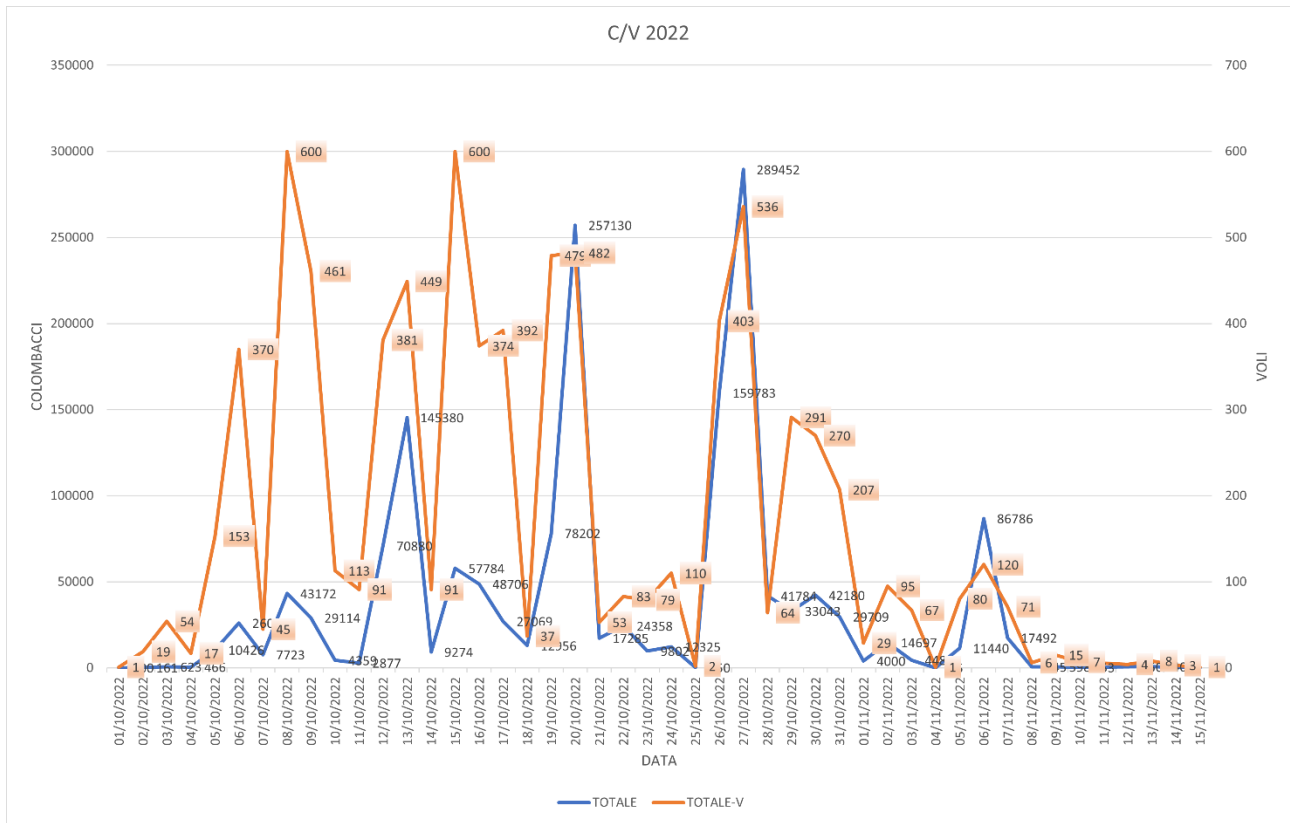


Comparison between the number of wood pigeons sighted and the number of flights (individual shoals)



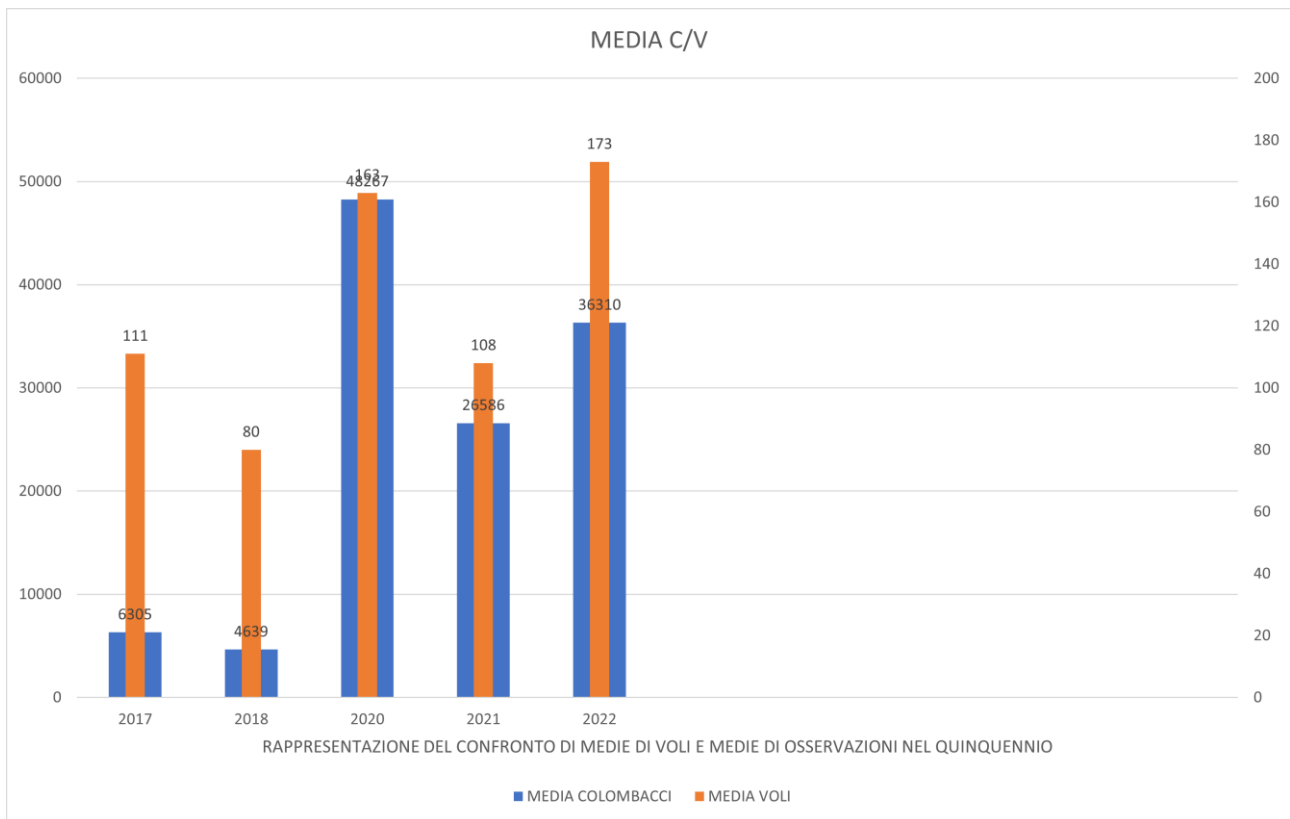
Comparison between the number of wood pigeons sighted and the number of flights (individual shoals)





Comparison between the number of wood pigeons sighted and the number of flights (individual shoals)

The comparison of the annual averages referring to the number of registered wood pigeons and the number of flights is shown in the following table:



Also in the context of the results, as previously reported, are the data on the ratio between the number of signallers and the number of flights/wood pigeons, and of more particular importance the average annual value of the numerical entity of the packs.

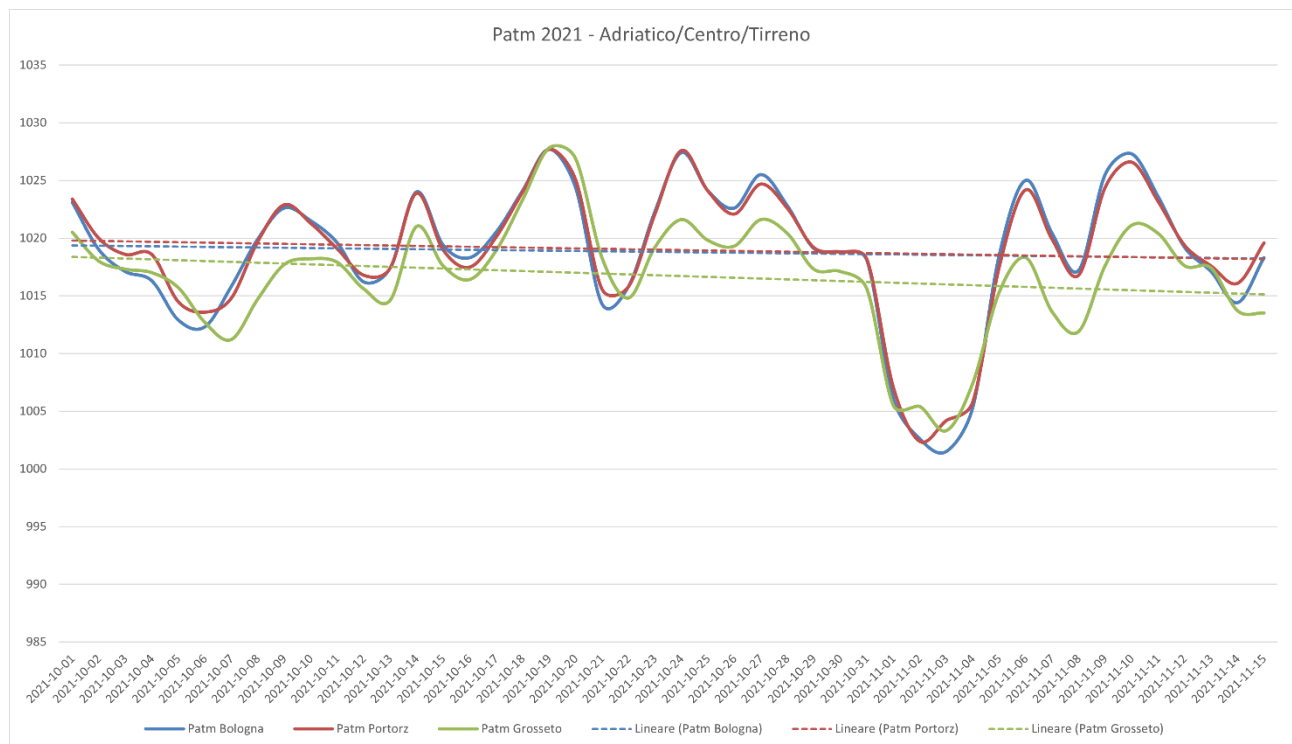
Anno	Observers	Flights	Wood pigeons	Flights/Beacon	Pigeons/Beacon	Pigeons/Flight
2017	72	1.434	247.010	19,91	3.430,69	172,25
2018	43	1.089	176.615	25,32	4.107,32	162,18
2019	0	N.D.	N.D.	/	/	/
2020	152	7.373	2.172.147	48,50	14.290,44	294,60
2021	116	4.899	1.196.407	42,23	10.313,85	244,21
2022	106	7.814	1.633.970	73,71	15.414,81	209,10
Total	489	22.609	5.426.149	46,23	11.096,41	239,99

The analysis of the results then makes use of the differences and variables of registrations made according to bands, migratory corridors, and territorial segments, as per MCL.

All the documentation phases, which are also represented as results, are registered in a large and detailed database (drawn up by Vasco Feligetti, CIC member, head of MCL), where all the details of the registration are obviously also dependent on the variables related to registration discontinuities, for some parameters, and the annual number of reporters.

Already in the database are evident the recordings made according to bands (5 peninsular in latitudes from North to South and one insular) and segments, where the differences in transit from the longitudinal sectors of the Adriatic side to the " central-Appennine continental " and finally to the Tyrrhenian and insular side are highlighted.

It is therefore possible to compare migratory movements and changes in atmospheric pressure, which can be visualized from east to west in the following graph, an example of one of the five years:



*Comparison of atmospheric pressure trends along Central Italy*



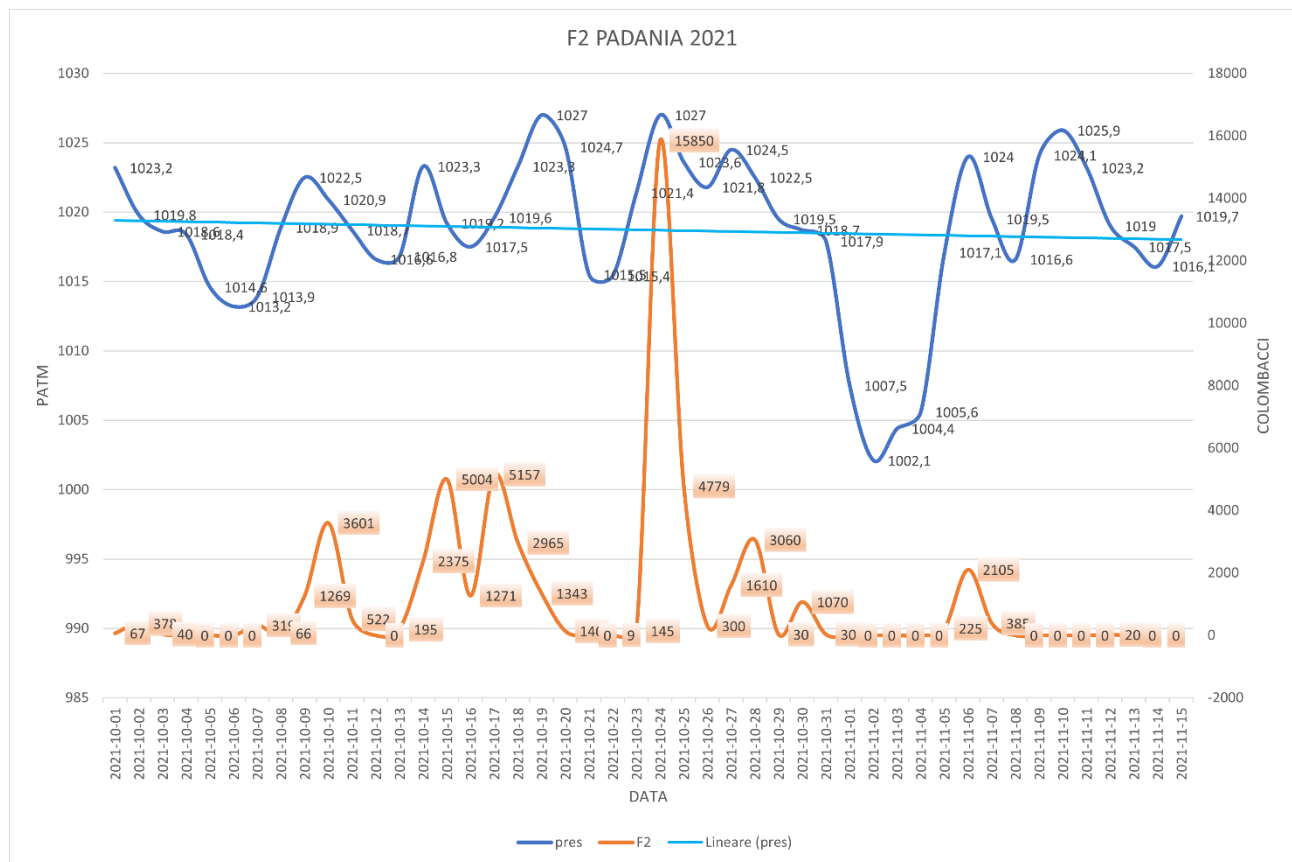


The documentation of the migration trend, thus selected, is made in the following graphs, present in our Google Drive dataset [56], and represented here by the main corridors of the most intense migration year by year (corridors 2-3-4). The graphs shown here are significant in the comparison between migratory intensity and atmospheric pressure conditions.

Similar documentation from the five-year and segment segments is included, in full sequence, in the Drive. This also applies to the following selected corridors.



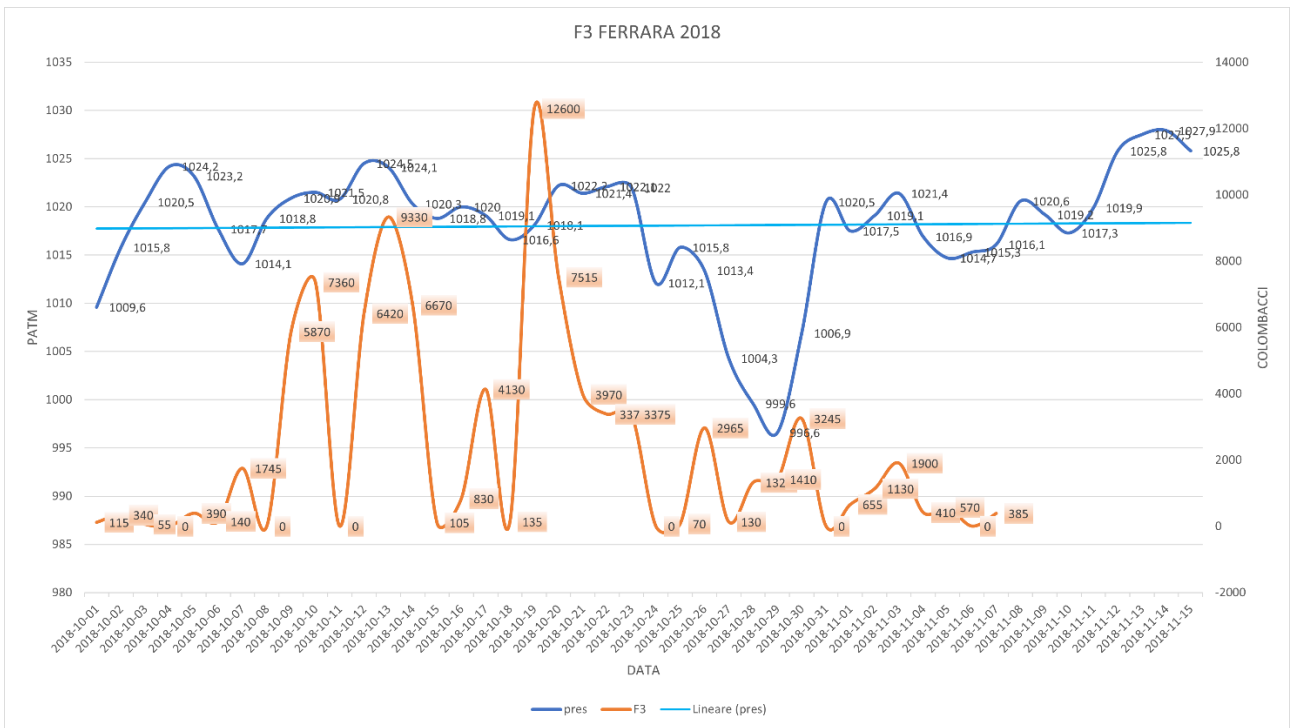
- **Corridor 2 (2021):**



Comparison between the number of wood pigeons sighted and the trend of atmospheric pressure

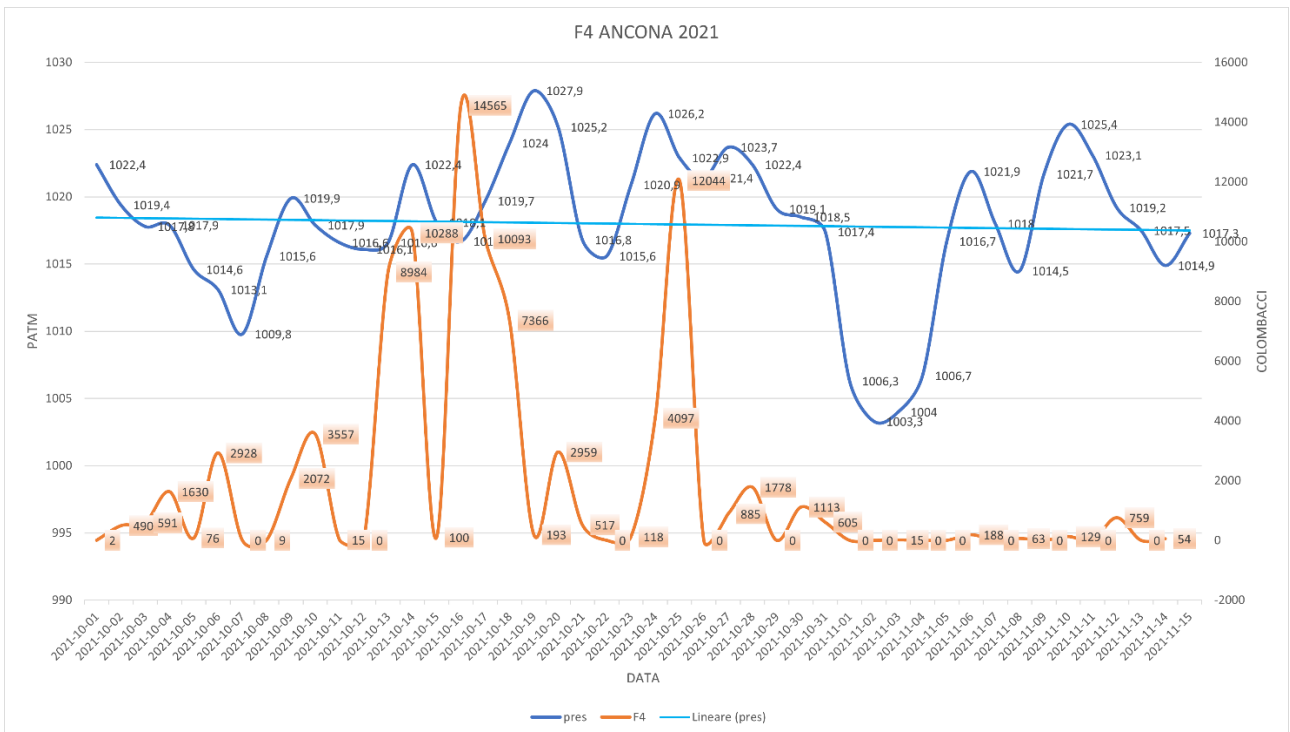


- Corridor 3 (2018):



Comparison between the number of wood pigeons sighted and the trend of atmospheric pressure

- Corridor 4 (2021):



Comparison between the number of wood pigeons sighted and the trend of atmospheric pressure



The detailed analysis of the annual trends, selected on differentiated migratory corridors, allows us to detect that the migratory movements, more or less intense according to the " Adriatic entrances", and subsequent trans-Appennine routes, are strongly conditioned by the orography of the areas crossed and the relative local weather conditions. In this sense, we are authorized to point out some previous works extracted from the activities of the members of the CIC, which have made it possible to highlight the characteristics of migratory steps.

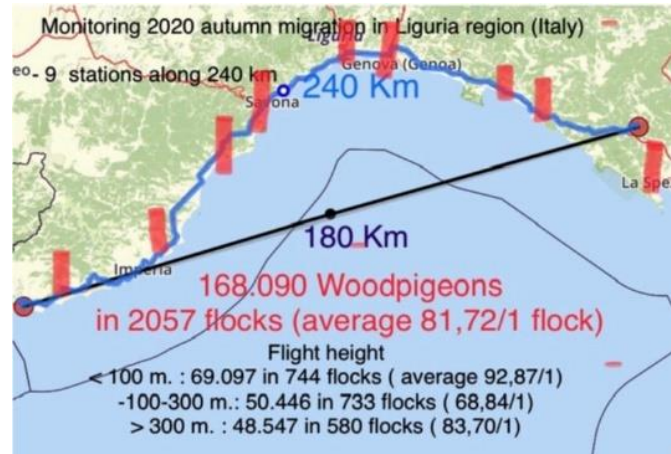
A first analysis, very detailed, also in terms of the reliability of the data collected by a few, very experienced reporters, can be consulted in the Club Journal [45].

"The definition of "dynamic flight habitat" puts strongly the need to investigate the flight-height of birds during the migration and inside/over the "grounds' habitat".

We investigated these items in a special region -Liguria- in North Italy that is crossed in autumn by thousands of flocks of Wood pigeons (*Columba palumbus*): they

meet various meteo-orographic conditions and over them the birds realize flight's strategies to overcome a complex orography and connected temporal atmosphere (Air Pressure, isobaric corridors, winds, humidity, visibility, extreme events).

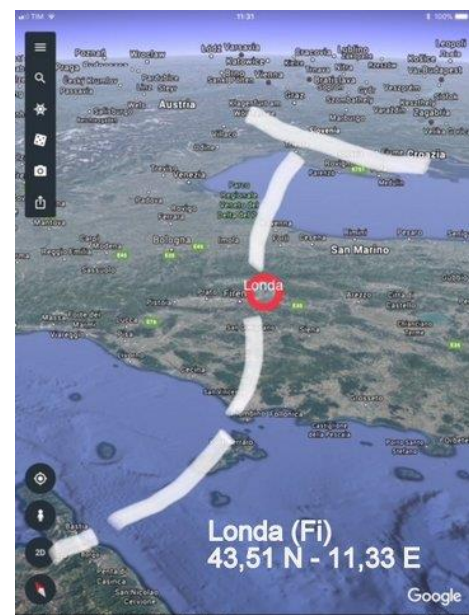
The present paper -online- offers a detailed material examined by original methods, comparing flight's height and some meteo-factors. The overview is based on this Map and depending on the recording-work of 9 hunters developed by special accuracy on three sectors (special Project MSM) East, Central, West. Our results show a clear relationship between high Air Pressure, tail winds, and best temporal flight's height conditions. variously recorded from East to West."



This regional analysis, based on data collected in 2020, is extracted from MCL and MSM material [42].

A second analysis, also innovative and critical of the "random, patchy" study methods is present in the work: "Woodpigeon (*Columba palumbus*) autumn 2018 migration: a new method to study dynamic patterns along a single crossing route in Central Italy. Focus on "flocking", "hunting pressure", "woodpigeons ages" in a preliminary report.[57].

"Many methods to study the migrations of birds have been developed along the ancient and modern history of the Ornithology and Ecological Sciences. The ringing, as historical yet used method, is the most famous, and more recently we find radio isotopic tracking, DNA examination, radar monitoring of migrating mass of birds, direct following of some migrating birds by light aircrafts ,satellite radiotracking the most recent and promising, and we are in front of the evolution of the nano-technology inside the bodies of migrating birds . All these methods present limits of interpretation of the Migration's phenomenon and behaviors, but their contribute is still basic in the modern knowledge of the bird's Migration.



*“The most simple method to observe the migration is that when a man observes the migrating birds in the sky or in stop-over sites, but the limit is the visual field of observation: collecting data of local or extended observations was an evolution of so simple method, and also it must be considered the base of all traditional migrations’ knowledge of hunters and more recently of organized birdwatchers, developing so important experiences also in the field of the so-called “CitizenScience”. Collected data of all these methodologies were the base of other sophisticated methods of analysis by theoretical (statistics) and practical (laboratory and experiments) study’s evolution. Despite so impressive increasing of high qualified experiences, the birds’ Migration is still full of undiscovered misteries and questions without answers. Collecting so many data by records for many birds’ species and in many different timing and locations, often not well coordinated, it seems many times too far from the real behaviours, choices and decision making of birds before, during, after the migrations. But visual observation, recording of numbers of birds and flocks, and their instant and long- term behaviours in front of habitat and climatologic changes, seems the most “live” method in real time.*

*The opportunity to collect and study data, recorded by very expert and traditional observers/hunters along a single narrow long (300 Km) migration’s corridor/route that crosses Italy by Woodpigeons as short-medium-long distance migrators, seemed to us a new method powered by the solution of continuity following the migration along their full crossing way and autumn timing. In the present study on a migratory corridor/route (long 300 Km-large 15-25 Km) the observations of recorded birds (woodpigeon- *Columba palumbus*) were 496.389 in 3.975 flocks, but considering an enlarged area in Central Tuscany (para-corridor) were 607.749 in 5.805 flocks (1st October-15 November 2018). We have also considered detailed analysis during the two “waves/peaks” of the seasonal migration. 41 experts Observers has registered detailed data hour by hour, day by day. In the present preliminary draft/report we have considered 3 topics:*

*– Flocking: the sizes of flocks changes during the fly crossing Central Italy in the corridor “Mesola forest – Elba island” as by a sequence from average values of 306 birds (Mesola) to 46 (Central Tuscany) and then 81 and finally 156 (increasing 239%) in Elba island.*

*– Hunting pressure: it results 0,52 % (numbers of killed birds 3.201).*

*– Age: in the first period (1st Oct. -17 Oct) of the autumn migration 1358 YOUNG birds are 55,96%, and in the second period 1843 birds are 50,24%.”*

In these two works, other elements of study are introduced, which we will be able to better deal with in Discussion: Height of the flight of individual flocks changes in the extent of the flights (“flocking”) and age of the subjects shot down. These elements are also documented in the database, despite the variable discontinuity of the recordings.

The results of the weather evaluations are represented in the various consultations of the meteorological websites and in the graphic representations gradually displayed in the text and in the Drive [56].

Remaining in the field of analyses with a focus on specific geographical areas, we point out that specifically in terms of regional analysis, the data collected in specific works on Marche, Umbria, Emilia-Romagna and Tuscany are available. Here is the report for the Marche and Umbria regions, from which many details of migration in central Italy in 2020 can be deduced: [58].

Out of the total territory of Marche and Umbria (17,865 km<sup>2</sup> corresponding to 5.93% of the Italian surface: 301,336 km<sup>2</sup>) 42 signallers recorded regional transits as shown in the following table:





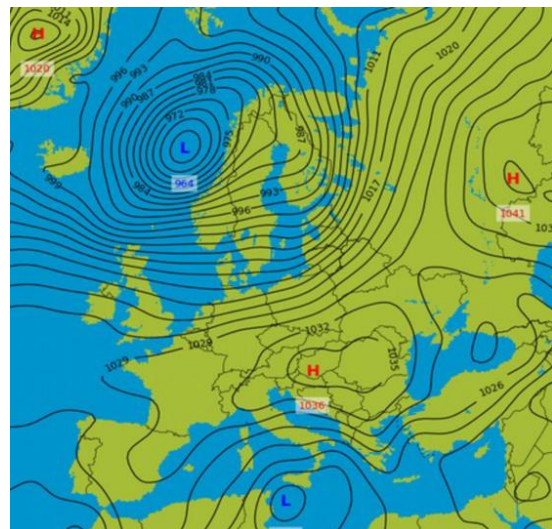
**AUTUMN MIGRATION *Columba palumbus* -2020-**  
**on the Regions MARCHE-UMBRIA (Central Italy)**  
**5,93% of total surface ITALY**

TOTALS -2020	Woodpigeons	Flocks	Average birds x 1 flock
<b>MARCHE-UMBRIA</b>	<b>240.321</b>	<b>3206</b>	<b>74,95</b>
<b>% of the Totals Italy</b>	<b>11,11%</b>	<b>43,47%</b>	<b>Decrease -74,43%</b>

The regional analysis lends itself to considering the main entry points on the Adriatic coast and the pre-Appennine routes according to the river valleys.

In a nutshell, what emerges unequivocally is the presence of persistent areas of high pressure at the same time as the intensity of migration increases. This applies to the comparative analysis on the entire territory of the Western Palearctic, on the entire peninsular territory of Italy (MCL) and on the more or less vast geographical areas involved in the corridors (6) and segments (3 x 6).

The optimal isobaric conditions can be identified in the following map, which shows areas of high pressure (values between 1020-1040 hPa) that extend over the whole of Europe.



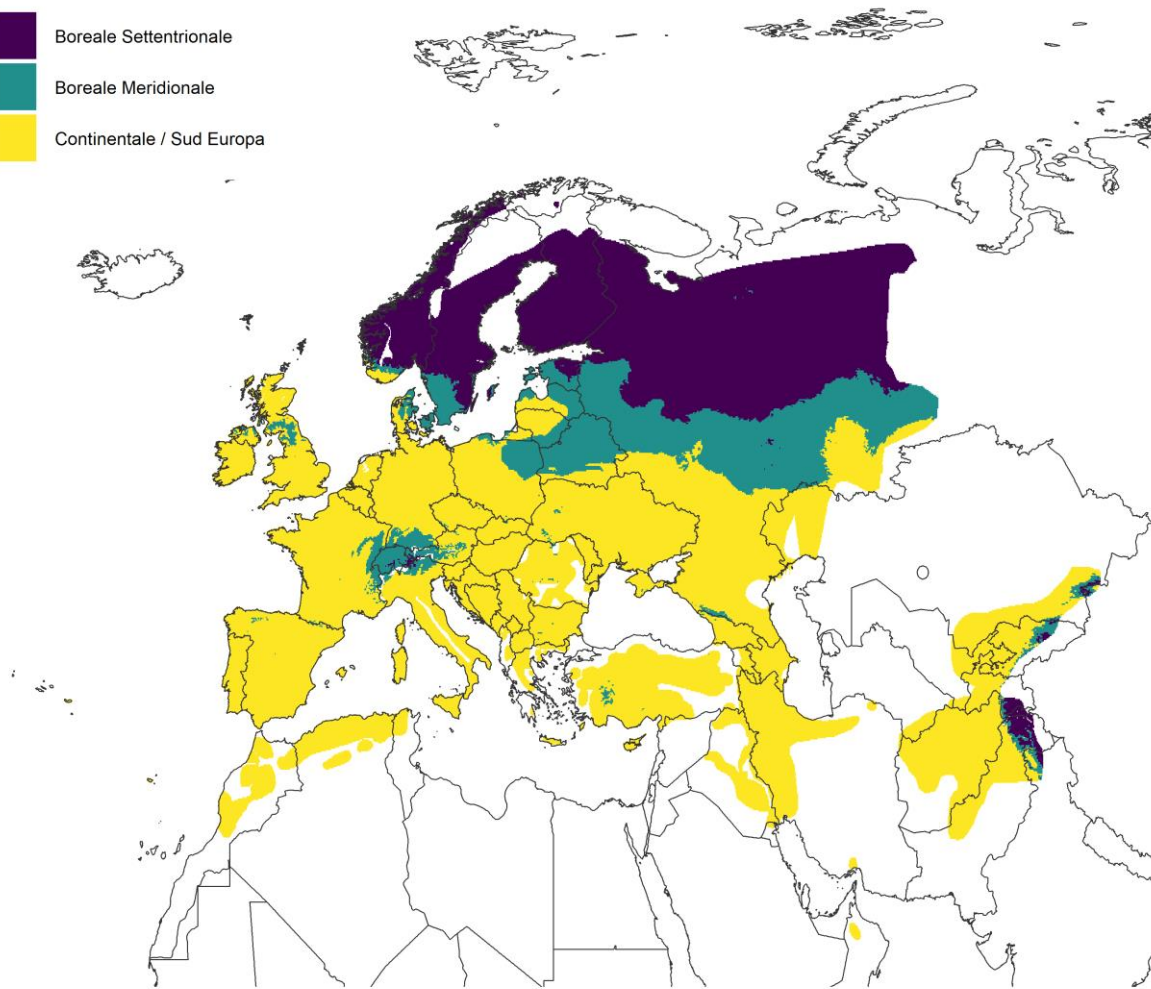
In addition to the results obtained from our entire five-year retrospective survey on the phenology of migration, we also have the opportunity to cite some preliminary results of an innovative research for Italy on the origins of migrant wood pigeon populations in Italy. Question already highlighted in the basic work " *The General Pattern of Seasonal Dynamics of The Autumn Migration of The Wood Pigeon *Columba Palumbus* in Italy* " [5].

Already in 2017, thanks to the personal relationship between the Editor of the Journal and Professor Keith Hobson, the world's leading expert in isotope research on migrations, the CIC was in a position to promote a specific research whose results, still preliminary (possibly updatable), give indications of great interest for the interpretation of the migratory flexibility of the species in the western Palearctic.

The analysis was conducted on the basis of the isotope assessment, an original statistical methodology by K. Hosbon, conducted on 550 animals slaughtered, collected and catalogued in 2021 by CIC members, distributed throughout the country in the same way as MCL 2017. In this sense, a database included in the Drive is available, again in preliminary terms [56] to the folder: " Hobson Project ".



## Region



On this isotope mapping, which represents territories of origin in three bands of decreasing latitude from north to south and collaterally in partial territories on the extreme eastern edge of the western Palearctic, the probable specific origins of the 2021 migration of 550 samples are identifiable as follows:

- " Northern Boreal " = 26.88%
- " Southern Boreal " = 26.13%
- " Continentale/Southern Europe " = 46.99%

This acquisition, which roughly shows a flow of very " northern " origin, seems to support the hypothesis that a large part of the migratory populations in Italy in recent years derives precisely from areas far north and instead of following the Baltic Flyway is channeled, mainly through the Porta Moravia a door into the Mediterranean Flyway. This interpretation may well explain the numerical increase in the magnitude of such intense migration even in the last five years covered by our analysis confirmed in 2023. It is therefore confirmed that the most important phenological quality of the species is the flexibility. The acquisition of this new data (partial origins further north) can well be compared with the results of a no more recent analysis by Hobson (2009) conducted in France on both resident and wintering and migratory wood pigeons " *Stable isotopes ( $\delta D$ ) delineate the origins and migratory connectivity of harvested animals: the case of European woodpigeons* " - Keith A. Hobson [59]).



Other elements of the CIC "Hosbon project" can be updated directly on the Drive [56]. In particular, as evidenced by the database, the origin of the individual catches is selected by bands similarly to MCL (locality of the individual signallers) and therefore, with further analysis and processing, at the final end of the study, it will be possible to identify any specific prevalences of "origin/transit" for individual migratory corridors.

It seems important to point out, with regard to these preliminary indications obtained by the Project, that Hobson himself, noting the provisional nature of the data available for further statistical processing, stated: "*Nonetheless, the data to date have shown some very interesting and useful patterns and this will stand as one of the most complete isotope studies of any gamebird in Europe*".



## Discussion

The careful consultation of the materials, the counting and analysis methods and the results achieved allows to highlight the phenological characteristics of the migration of the wood pigeon in Italy.

The MCL monitoring application, used in the five-year period 2017-2022, similarly made it possible to consider the phenological characteristics of migration also by selecting them according to 5 + 1 migratory corridors. We can already affirm, as on the other hand is intuitive, that these characteristics are also confirmed over the course of decades for the whole of the western Palearctic and for Italy.

The first statistically complete representation of migration in Italy is the one reported in the already mentioned " *The General Pattern of Seasonal Dynamics of The Autumn Migration of The Wood Pigeon Columba Palumbus in Italy* " [5] . The data of this work, referring to the first decade of CIC monitoring (1997-2007), fully respective of the migratory phenology of the Species over Italy, are reconfirmed in the above MCL analysis of the five-year period 2017-2022.

Having made this reference to the basic phenology of Italy, we must avoid a phenological examination that would be repetitive of concepts and interpretations already acquired and well present in the literature.

We therefore consider it appropriate to carry out the topic of the thesis on the main track of the research focus (barometric sensory ecology): "quantification of Migration compared to the abiotic factor: Atmospheric pressure".

As already explained, there is an anatomical basis for this item, which is represented by the so-called Paratympnic Organ of Vitali, otherwise defined by Vitali himself as " the organ of flight".

The hypothetical barometric sensory function (extended altimetry) has been extensively studied on non-wild birds, while in our research we have searched for documentary data extracted from the retroactive analysis of migration. The first 2014) surprising finding of coincidences in the relationship between mass flights and abiotic factors was developed in a very early "Citizen Science" work: "***Decision making of autumn migrations of woodpigeons (Columba palumbus) in Europe: analysis of the abiotic factors and atmospheric pressure changes.***" [34], where a detailed comparative analysis was carried out between migratory peaks (including mass flights) and changes in atmospheric pressure, as well as comparisons with other abiotic factors, from which it emerges that another statistically significant abiotic factor (over 60%), related to mass flights, is the lunar surface illuminated by more than 40%.

The study analyzed data from the literature and direct experience of the CIC (Wood Pigeon Project) relating to the western Palearctic (Falsterbo, Pyrenees) and Italy.

The conclusions of this paper (November 2014), say: "If you want to compare the data obtained in Sweden (area of first take-off) and France (take-off area after stop) and Italy (transit area after stop-over) prevails in a substantially similar effect (numerical and statistical) about the abiotic factors that may have influenced the decision of the take-off: no significant differences between the three areas about almost all factors considered (see Tables A and B and C and GRAPHICS) As for the raising or "overhang" of the atmospheric pressure in the hours (36h / 24 / 18h) prior to the take-off, this increase is still a constant (Sweden 92.62% - 92.85% France) before a true peak migration and quantification of differences can only detect a higher percentage of increase in the hours further away (48-24 h) prior to take-off in France (73.80%) than in Sweden where at this time the remote incidence is only 27.65%, while in the two areas in the "18h" before takeoff, the incidence is 78.72% (Sweden) and 76.19% (France). Always interpreted in absolute terms of hypothesis would be the following: raising stimulates the take-off more powerfully and more quickly acclimated birds in a long time in the nest, while the stimulus is more long-term (1-2 days. before) the birds that have long been in migration and stop-over [86]. A regardless of this interpretation and assumptions, it is important to note that the increase is constant over 90% in the peak mass migration. [7-34-61] The set of data - here in the form of simple raw numbers and percentages not elaborated in strictly statistical, and then





ultimately understandable - suggests the desirability and / or the possibility of in-depth analysis designed to identify integrations (day a day / hour a hour) with other abiotic and biological factors (as algorithms, equations, formulas, statistics, mathematical indices of analysis and / or forecast) [32-51-66]. The extension of this method of analysis (ornithology - meteorology) to other areas of nesting and transit (possibly in the spring) may provide additional contributions to the understanding of the phenomenon of migration, deepening the analysis in climatological terms, so now present seasonal changes in the increasingly looming and influential on the environment. [69] Verification "live" directly in the field in 2014, about migration in Europe and particularly in Italy - as expressed in the "Updating spatial and temporal Research" - gave full confirmation of the results obtained with the global search retroactive. Finally, we emphasize that the sensor terminal of the changes in atmospheric pressure can be easily detected in the organ Para-Tympanic (PTO) Vitali [20-21], which studied for the first time by Vitali in Italy in the early decades of the last century, still the subject of extensive research morphological and functional [19- 24]: if "the finger pressing" can be discerned in the changes of atmospheric pressure (the "overhang"), "click" on which the press is probably the Paratympanic organ of Vitali, having to consider all the neuro-functional integration with the adjacent structures in the inner ear (Lagena, vestibular apparatus) until the centers of the Brain and Cerebellum. To explain all that we have shown in this retrospective study is essential that there is a definite anatomical basis barometer understood as "organic".

Also in conclusive terms, the summary of the results is presented here: "In this detailed paper we have tried to detect all the possible abiotic data on three areas of transit of woodpigeons (*Columba palumbus*) on autumn migration (Falsterbo Sweden - French Pyrenees - I Appennine mountains and valleys of Italy), processing and reporting of their data. Our focus was to identify the main abiotic factor related to the weather that can be defined as the proximate cause or "finger-pressing-the-button" for the take-off flights of the autumn migration from nesting areas near both transit areas. The analysis was conducted on census data in transit, in the Archives of various institutions. The total quantity of birds counted in migration over 40 years (from 1973 to 2014) was 42,936,667. Over the past 15 years (1999-2013) 47 peak days-of migration were identified in Sweden, 42 peaks in the Pyrenees and 12 in Italy, i.e. 101 peaks in total. These peaks were compared with the weather conditions recorded day by day and hour by hour and detailed in the Archives of Weather History. The analysis carried out mainly with data rates of incidence of abiotic factors has revealed that the most likely finger-pressing-the-button can be identified as rising of the atmospheric pressure at all three sites (92.62% Sweden, 92.85% in the Pyrenees and 91.00% in Italy). Variations above 10 hPa in 75.80% of the peaks for the sector "36/24 h" and 76.19% for the sector "18 h" preceding the take-off. The global analysis of all the abiotic factors makes it possible to construct a number of hypotheses for the interpretation of the "why" this happens. The sensory input which detects these variations of atmospheric pressure is identified as the Para-Tympanic Organ of Vitali, a possible "biological" barometer".

A complete view of the graphs related to this Work can be accessed on YouTube: [60] . After this first (2014 ) surprising finding , FIRST IN WILD BIRDS : " the sudden changes in atmospheric pressure in the hours preceding the mass migratory flights should be considered as the main stimulus that induces departures " ; further research, migration monitoring controls and institutional collaborations have led to the development of numerous works published in terms of Citizen Science in the Club CIC Journal [7] .

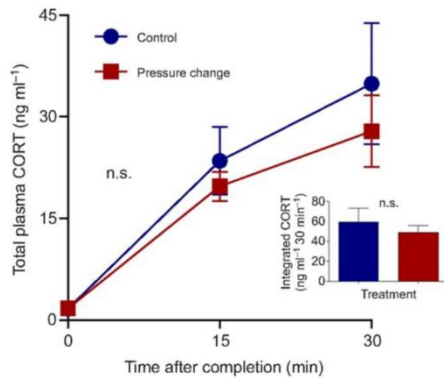
There is a bibliography (PTO) that also highlights the institutional lack of specific research. Certainly, in vivo experimental work has an important and basic significance. The first work published in 2013, specifically cited by Alerstam T. in the monograph Bird Migration [61], is authored by Jessica Metcalfe: "White-throated sparrows adjust behavior in response to manipulations of barometric pressure and temperature [62], and reads as follows:

"Correlational evidence suggests that animals may use changes in barometric pressure to predict or respond to changes in weather. Birds adjust the timing of migratory flights and migratory restlessness in response to changing weather, and they make facultative movements in response to storms during winter and breeding. Using the pressure chamber of a hypobaric climatic wind tunnel we tested the responses of white-throated sparrows, *Zonotrichia albicollis*, to experimental changes in air pressure alone, or air pressure and temperature in combination. Sparrows in wintering (short-day) condition were exposed to gradual changes in pressure/temperature at dawn that simulated large but realistic high- and low-pressure weather systems. During a drop in pressure, birds approached their food cup more quickly and moved more often. There was no effect of increasing pressure and no additional effects of temperature change. Sparrows in spring migratory condition (photostimulated) were exposed to pressure/temperature changes in the evening. Decreases in temperature resulted in less migratory restlessness during the first hour of night, but there was no additional effect of pressure changes. These experimental results indicate that white-throated sparrows can facultatively adjust their behaviour in direct response to changing barometric pressure and temperature."



This experiment highlights the correlations between atmospheric pressure and flight altitude and at the same time that:

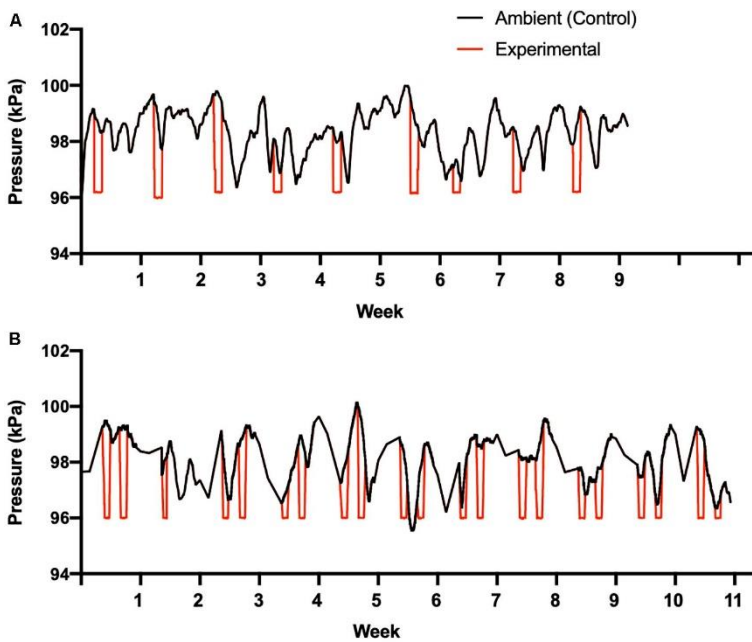
“Our data indicate that although there is no relationship between barometric pressure and mass, sparrows have lower fat scores when sampled after barometric decline in the wild. This indicates that sparrows may be spending energy at a higher rate as conditions decline. However, the  $r^2$  for this value is exceptionally low (0.014), indicating a weak relationship between factors.”



“Corticosterone (CORT) levels 0-3, 15 and 30 min after completion of the barometric pressure experiment. Data shown are means +/- s.e.m. Inset: integrated CORT over the entire 30 min. Birds were held in cloth bags between sampling times.”

These experimental results are confirmed in a more recent study: “High Rates of Exposure to Simulated Winter Storm Cues Negatively Affect White-Throated Sparrow (*Zonotrichia albicollis*) Energy Reserves” [63], where again it is stated

that experimental results show that birds have the ability to measure and respond to changes in temperature and barometric pressure.



Pressure manipulations for study 1 (A) and study 2 (B). Black lines indicate natural changes in ambient barometric pressure during the studies, to which control birds were exposed while held at 11°C. The red lines indicate the changes in barometric pressure when experimental birds entered the wind tunnel plenum once (study 1) or twice (study 2) each week. Temperature was also decreased from 11 to 1°C for experimental birds during the times they were exposed to lowered barometric pressure.

Ultimately, these two experimental studies indicate that there is a correlation between migratory behaviors, hormonal feedback and accumulation of energy reserves, which are closely correlated with changes in atmospheric pressure and temperature.



Still on the subject of experimental confirmations on the existence of a barometric sense and its influences on migratory behaviors, a work has recently been published "Atmospheric pressure predicts probability of departure for migratory songbirds" (2023) [64], which is extremely important for the verification of our hypotheses and interpretative theses, on the correlation between changes in atmospheric pressure (PTO) and the intensity of migrated flows. Our work, in fact, aims to demonstrate with evidence-based numerical data that wild birds, such as the wood pigeon (*Columba palumbus*) are decisively influenced by the incremental variations of Air Pressure in the hours preceding the flight, for the decisions of mass migration.

We must also point out that in the last 70 years there have been few and marginal research contributions that would well frame the barometric assessment capacities of migrants, used for the "decision making" of the beginning or continuation of migration.

And so, in this same year (May 1, 2023) an "on-the-field" experimental work is published that stands as a milestone for specific research on the relationship between atmospheric pressure and migration of birds: Cooper, N.W. et al. – "Atmospheric pressure predicts probability of departure for migratory songbirds." [64].

Having noted that the significant extreme synthesis of the results of the Research lies in the title itself, let delve into some elements taken from the Work, included in full quotation from the abstract:

*"We combine automated radio telemetry data from four species of songbirds collected at five breeding and wintering sites in North America with hourly weather data from a global weather model. We use these data to determine how wind profile, atmospheric pressure, precipitation, and cloud cover affect probability of departure from breeding and wintering sites. Results We found that the probability of departure was related to changes in atmospheric pressure, almost completely regardless of species, season, or location. Individuals were more likely to depart on nights when atmospheric pressure had been rising over the past 24 h, which is predictive of fair weather over the next several days. By contrast, wind profile, precipitation, and cloud cover were each only informative predictors of departure probability in a single species. Conclusions Our results suggest that individual birds actively use weather information to inform decision-making regarding the initiation of departure from the breeding and wintering grounds. We propose that birds likely choose which date to depart on migration in a hierarchical fashion with weather not influencing decision-making until after the departure window has already been narrowed down by other ultimate and proximate factors."*

These conclusions are in fact derived from the comparison of migratory flight data with precise meteorological data and in particular with real-time changes in the atmospheric pressure trend index. The survey was carried out on 4 species of migratory passerines from North America, captured, examined, and equipped with an automatic radio-telemetry system with a detection range of around 13 km, evaluating the moments of real migratory flight (over 280 flights) and comparing them with simultaneous weather data, with an extremely complex statistical analysis, in the intersection of several factors considered stimuli or biological-physical information useful for the "decision making" of migration both from geographically diverse survey sites. The significance of AP trend index, which has been growing in the previous 24 hours, was greater for long-distance migrants. The analysis, which highlighted the increase of AP as a prevalent predictor of migratory flight, also highlighted the integrated participation of other abiotic and biotic factors. The complexity of the methodology has been facilitated in the analytical reading by the creation of very explanatory and documentary graphs and tables. In addition to the evaluation already expressed as for a work that represents itself as a modern "milestone" in the specific experimental field sector, we must also point out in negative the bibliographic and apparently cognitive lack of studies on the PTO.

If, as it is true that in scientific research interpretative hypotheses need concrete experimental evidence, in the development of our field study problems, referring to the relationship between AP and the intensity of migration, we have at our disposal, in the last decade, three properly



experimental works, as reported above. These works, certainly difficult in practice, try to give "evidence-based" answers to a sensory phenomenology that is not easy to identify and interpret. Of this complex sensory ecosystem and of the related bibliographic study references, it seems appropriate to deepen and focus some elements and in particular the update on the presumed barometric function linked to the anatomy of the middle ear of birds, obviously including Migratory birds. Significant reference is "***The Organ of flight: Paratympanic Organ (PTO) of Vitali in Wild Birds as Biological Barometer-Altimeter***" [31], considering the result of the observations derived from the monitoring and study activities of the CIC, with a synthetic historical analysis of the study contributions concerning Vitali Para-Timpanic Organ, already immediately defined by the discoverer Giovanni Vitali (1911) as **the Organ of flight**.

Referring therefore to the barometric evaluation of the status of the Atmospheric Pressure, present in Birds, also useful for migratory flight decisions, we find that already at the beginning of the last century a properly scientific attention was developing on the relationship between meteorological conditions and migratory phases: **SMITH. F. - 1917 - "The correlation between the migratory flights of birds and certain accompanying meteorological conditions"** [65].

With the scientific development of meteorology, and related analysis and forecasting techniques, ornithologists have begun to correlate migratory behaviors with various abiotic factors, properly meteorological and more recently climatological.

About 70 years ago, more specifically for our interest, the Paper: A. M. Bagg - 1950 - "*Barometric Pressure-Patterns and spring Bird Migration*" was published [66].

Today we have an enormous availability of scientific works that have explored the relationship between the various meteorological/climatic conditions and the migration of birds, with analyses that have deepened all the knowledge regarding migratory behavior and the various metabolic, hormonal, sensory phases, etc.

Our work has been carried out and developed starting from the observation on the field, almost accidental, of the parallelism between sudden changes in atmospheric pressure and mass flights from an area of migratory stop-over in Italy, the Bosco della Mesola, on Adriatic coast in front of Balkan coast. As a result of this observation, also confirmed by surveys obtained from other mass migration phenomena of the western Palearctic (available in the archive), we have been able to develop a repeated annual methodology for forecasting mass flights and temporal migratory intensity. Therefore, with satisfaction, giving credence to the scientific validity of the predictive results in research, we note that the latest experimental work,

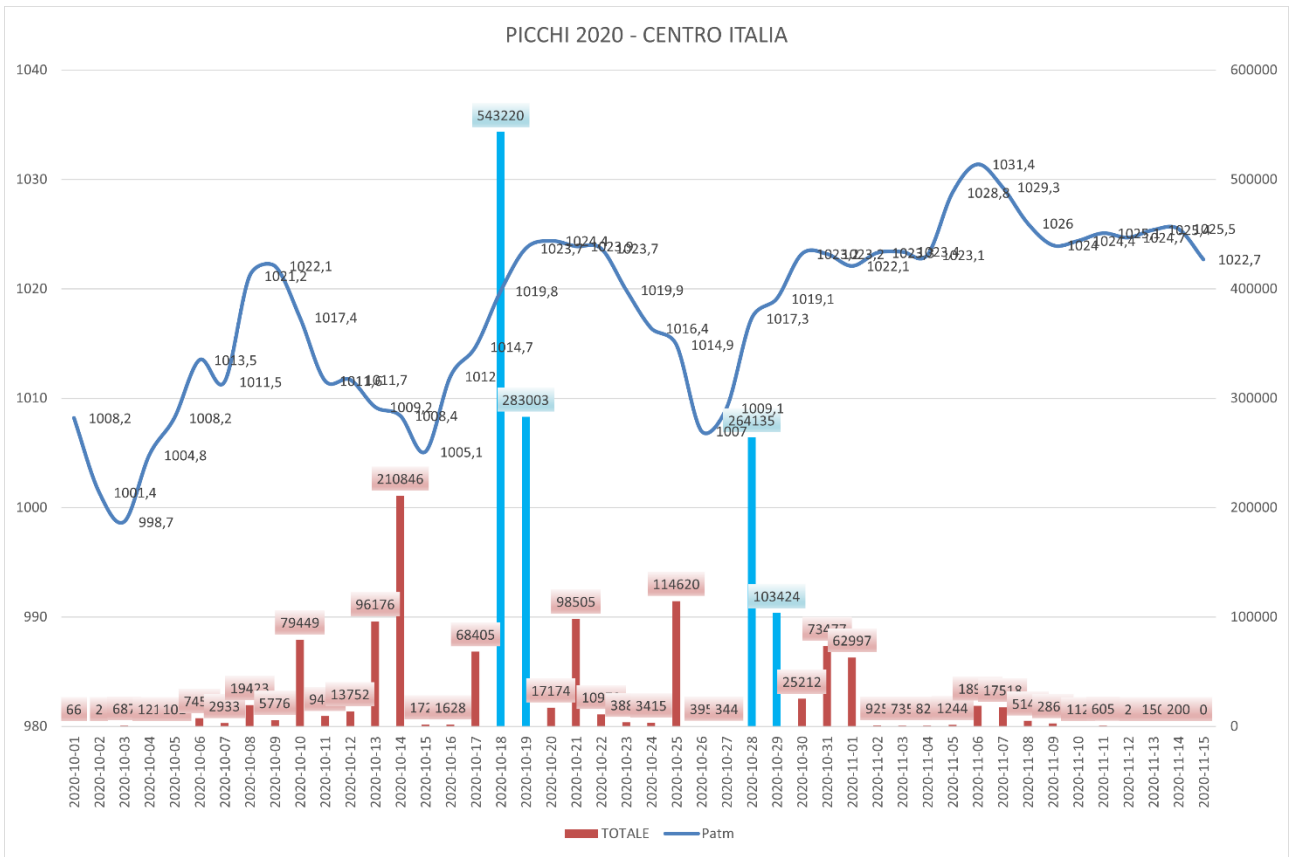
already mentioned, underlines precisely the possibility of predicting migratory flights.

In all these last years including 2023, starting from 2014, we have always been able to give predictive indications on the trend of migration (even with an advance of 15/7 days) based exclusively on the reliability of the Weather sites, as in the examples below, pertaining to the "evidence-based" results detailed in the sequences of the graphs collected in the Drive [56].

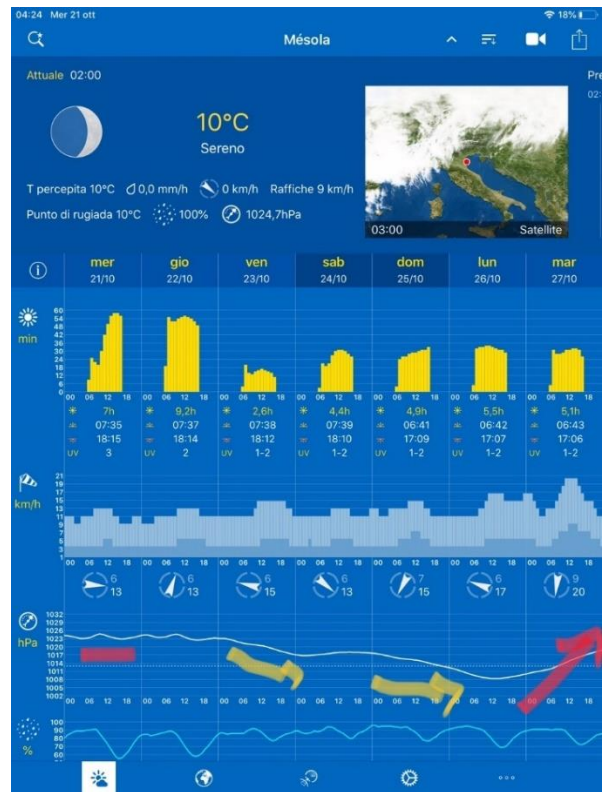
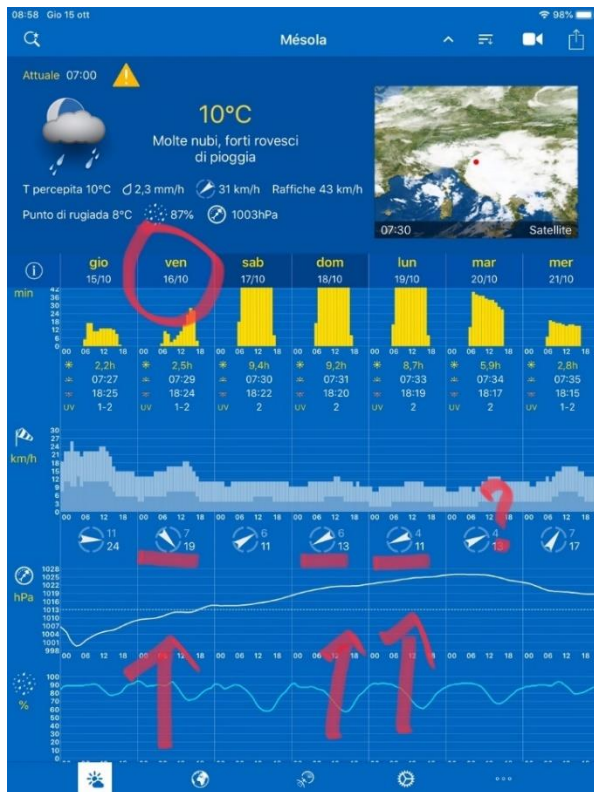
As per the 2020 migration trend, and related graph, the clear correlation of the peaks (18-19/10 and 28-29/10/2020) was predicted on the basis of weather forecasts taken from the site: Weatherpro.com [67], which allows forecasts up to 15 days in advance.







Comparison between Atmospheric Pressure Trends and Peak Migratory Days (Mass Flights)



As from the previous example, with regard to all the years of the five-year period, and in particular the mass flights from the Bosco della Mesola (visible in a video shot in 2017: [68]), the forecasts anticipated by up to 15/7 days, have always been correct. All corresponding peaks are shown in the comparison graphs included in the Drive [56]. It should be emphasized that in the scientific



field, all forecasting methods have the value of verifying the validity of the topic under consideration.

Ultimately, from the “reading” of our comparative graphs and the “evidence-based” statistical results, it is clear that the relationship between " atmospheric pressure rise/migration intensity " has been verified. Many other items could be discussed in this regard, and of these, including those referring to the five-year period 2017-2022, there are ample references for analysis and detailed interpretations on the numerous works reported in terms of " citizen science" in the Journal.

In the text developed above, examples of the graphs that can be consulted have been reported in particular, while for any further information a specific request on behalf of the author is required:

Tommaso Lipparelli - [lippa.it98@gmail.com](mailto:lippa.it98@gmail.com)

On the other hand, the arguments and problems inherent in the phenology of wood pigeon migration are numerous and each one would require specific analyses and descriptive interpretations. All this becomes impossible in the text of a thesis, such as the present one, and would be dispersive with respect to the main focus of our study.



## Conclusions

With main reference to the Title of our Thesis, our conclusions should concern the largest theme of the whole migratory phenology of the Wood Pigeon (*Columba palumbus*) referring to a five-year study, but more specifically our real retroactive "Research", carried out on a large amount of material made available by the CIC, is itself the focus of conclusions.

The phenology of migration observed and analyzed by the data available (26 years) for the specific five-year period (MCL) is aligned, as already mentioned, with the results of the analysis of the oldest decade "Wood Pigeon Project" (1997-2007), reported in the literature in the Specific Work [5].

The seasonal development of the migration takes place depending on the contingent weather conditions, with a prevalence of intensity in two/three periods for one season and in recent years it has also been prolonged in the month of November. If we refer to the migratory analysis by selection of corridors and segments, corresponding to variable migratory flyways we can well reiterate how the peninsular migration is strongly dependent in the local "passes" on the orographic characteristics of the territories crossed and local contingent weather conditions. Therefore, the genetic imprinting of migratory populations remains fundamentally stable in its behavioural characteristics, although modified by temporal variations in forest consistency and modifications dependent on agricultural types. The choice of stop-over areas and their stopping times are conditioned by the timing of the migration, the climatic conditions and the level of conservation of local biodiversity.

Other phenological factors, such as the timing of daily flights, the dependence on wind direction, hunting disturbance and relative memory in older subjects, flight altitude choices, changes in flocking, the timing of the western Palearctic, possible night flights and assumed correlations with the phases of the moon remain the same as always.

As repeatedly underlined, the main object of our research is focused on Barometric Sensory Ecology, since in the evolution of a specific study, the surprising identification of a relationship/dependence on changes in atmospheric pressure, is properly the focus of the Research itself. Referring to the five-year period under consideration, and also to the division into corridors and segments of the peninsular territory of transit, the entire study examination is supported by the detailed and precise comparison of data collected from the monitoring of migration with the data extracted from the consultation of equally precise meteorological and environmental factors.

The results of this comparison, exasperated throughout the migratory period and more highlighted in the coincidence of peaks/waves, seem to unequivocally confirm the hypothesis of the direct relationship between "more or less rapid increase in atmospheric pressure in the previous 24/48 hours" and "decision of migratory flight". All the other correlations with abiotic factors appear to be of marginal importance, even if they must be considered in the complex system of sensory ecology of migratory birds ("The Sensory Ecology of Birds" [21]).

As has been pointed out several times, the physiological event of the barometric pulse necessarily has its own anatomical basis, which at the moment can only be identified in the Paratympanic Organ of Vitali (PTO) [31].

Unfortunately, specific research on the morphology and function of the organ is still very lacking, so much so that the conclusion of the work of Giannessi F. et al., heirs of the anatomical school of the University of Pisa where Giovanni Vitali carried out his career, ("Giovanni Vitali: Discoverer of the Paratympanic Organ" [69]) which reads: "Recently, we reviewed the literature and evidence that suggests that the PTO may function as a barometer and/or altimeter in the middle ear of birds (von Bartheld and Giannessi, 2011).

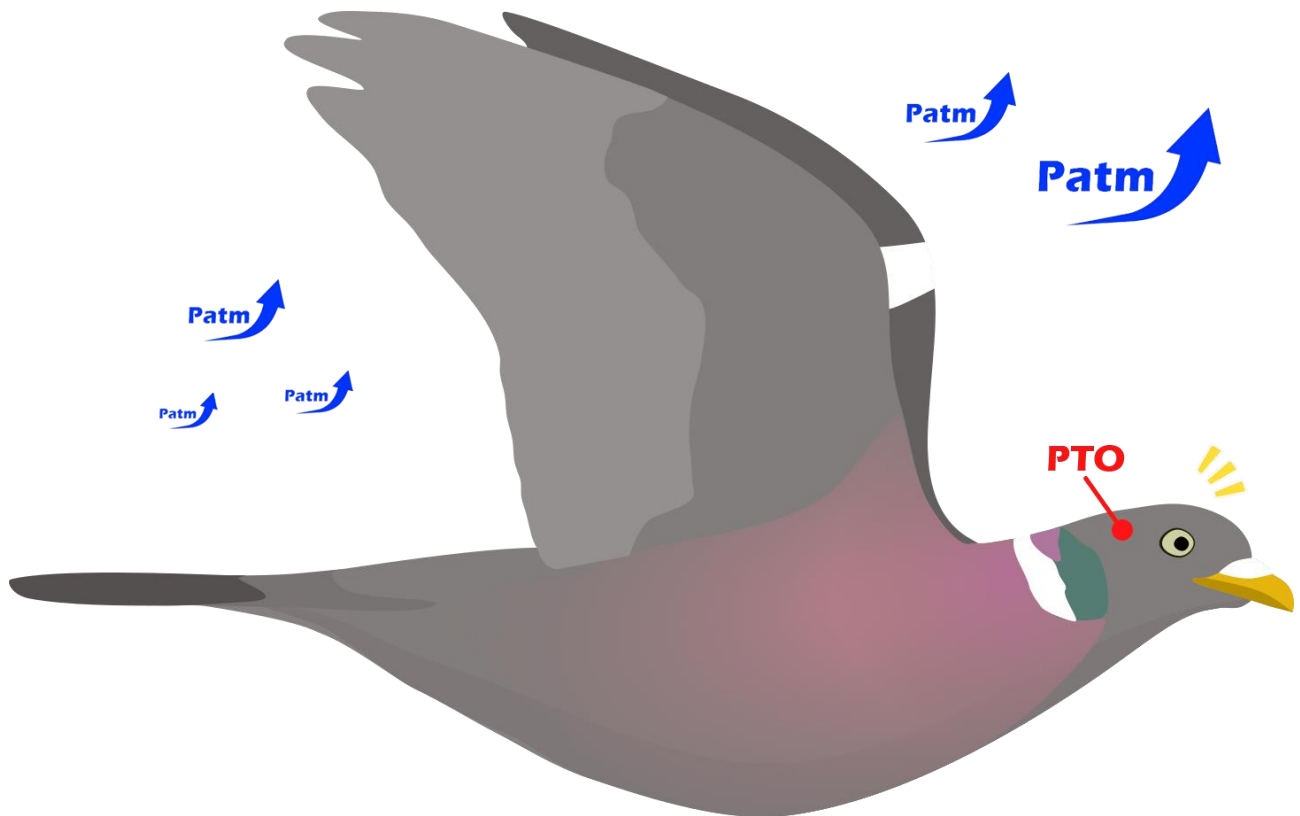
Indeed, birds are sensitive to small changes in atmospheric pressure of 10–20 mm H<sub>2</sub>O (Griffin, 1969;



Kreithen and Keeton, 1974). The PTO may sense the tension of the tympanic membrane, and thereby register differences in air pressure. " Clarification of the functional role of the PTO, which is used daily by an enormous number of living animals (200–300 billion of birds), represents currently one of the major unsolved mysteries and challenges in sensory physiology of vertebrates." [69]

If our conclusions, hypothesized and confirmed in the field, have a retroactive value obtained over a long period of data collection and analysis, only recently experimental works have emerged from the literature that confirm the correlation between Atmospheric Pressure and Migration (" Atmospheric pressure predicts probability of departure for migratory songbirds [64] ) and in which a relationship between atmospheric pressure and hormonal activity also seems to emerge.

We must hope that our Thesis Work, accompanied by the detailed construction of graphs and statistical elements that are largely innovative, can evolve into more specific study works and lead to the opening of Research channels continuously engaged in the challenge of knowledge of the biological barometer/altimeter.





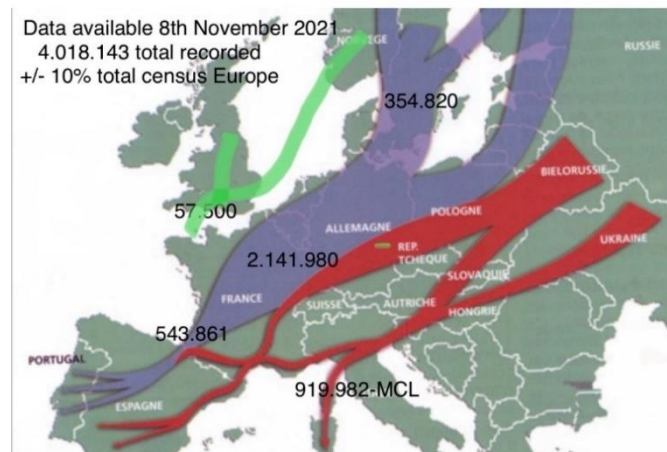
## Appendix

### *Migration through the Western Palearctic:*

All the material collected in the 6 geographical corridors, subject to monitoring in Italy, is obviously part of the entire continental territory (Western Palearctic) where all the autumn migration develops with articulated timing, but basically more or less simultaneous in the season. If the eastern boundary of the Western Palearctic is identified with the longitudes of the Ural Range, we know that some populations and/or presumed sub-species also come from Asian territories beyond the Urals.

It is therefore necessary for us to also present an analysis focused on Europe and in particular on some transit points monitored by European Institutions: over the years the CIC has collected licenses of "scientific usufruct" (2014) of the data collected by these Institutions, moreover always made accessible online for scientific purposes, which is also the purpose of this Thesis.

The autumn migration of wood pigeon populations (*Columba palumbus*) takes place on two major routes that develop from NE to SW above and below the mountain ranges of the Carpathians, the Sudeten land and the Alps. The main Nordic route runs both along the coastal territories of the North Sea and in Central Europe and enters mainland France up to the Iberian Peninsula and Western North Africa.



We have at our disposal an important archive, which accurately reports the data of 50 years of transits in Falsterbo (the southernmost tip of Scandinavia-Sweden) and with equal precision the data collected by Palombe.com [70] since 1999 (23 years) on the Pyrenean Hills. The flows entering France on the eastern continental edges are partly recorded by ornithological observatories, but do not always offer continuity of annotation and analysis (Trekellen.org [71], Torcaces.com [72], Migration.net [73]). In addition, for the British Isles there are some indications of counting from the ornithological station of Portland, at the western end of the English Channel (prevalent migration in November also for populations coming directly from Norway), while for the extreme south of France there are uncoordinated data from the ornithological stations (Migration.net) of the western side of the Maritime Alps. The latter, unreliable, collect flows from central Europe and the Ligurian coast (Via Mediterranea).

For the purpose of possible comparison with our 5-year data collected in Italy (Mediterranean Flyway) we still have data from a nesting area (Scandinavia – Russia NW) and data from an incoming transit area (Pyrenees).



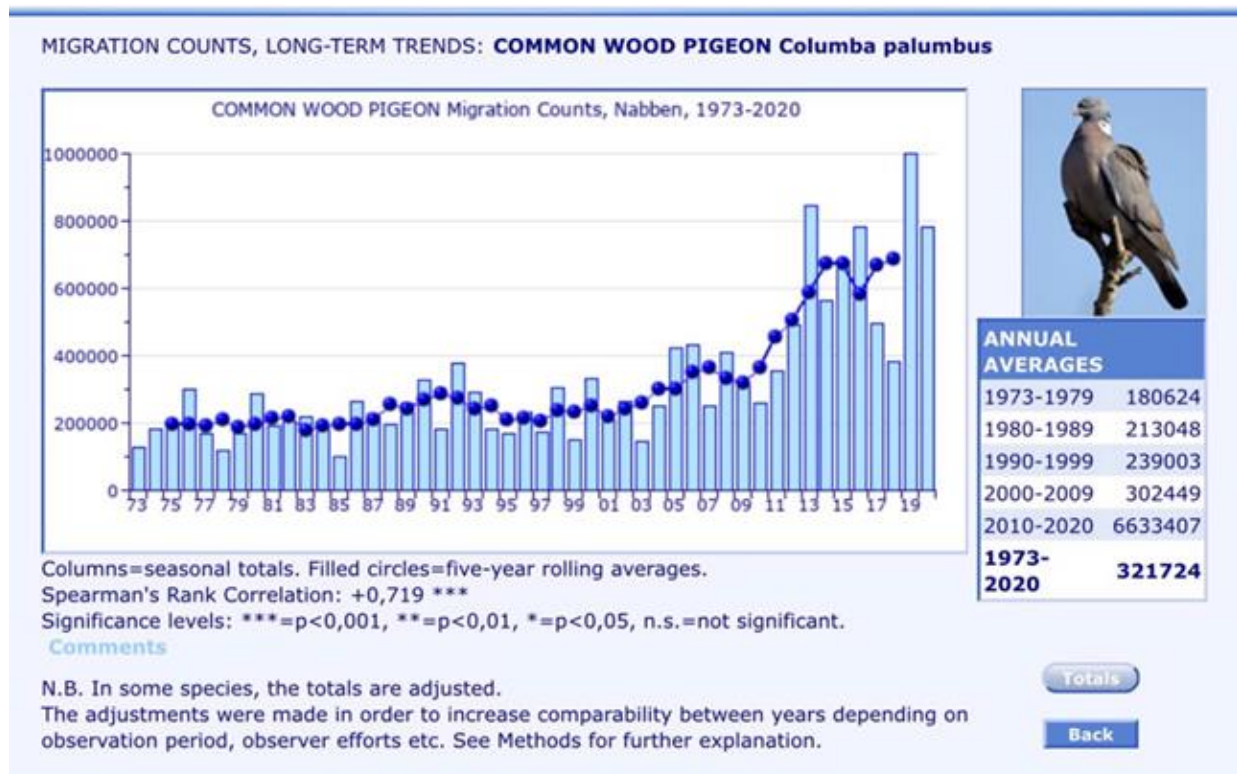
In fact, as preliminarily explained in the main text of this thesis, already in 2017 the Club began to promote a research project on the origins of migratory wood pigeons in Italy, also thanks to the collaboration with Keith Hobson [49]. In 2021, many members of the Club collected over a thousand feathers useful for isotope evaluation, aimed at identifying the probable areas of origin of the fallen wood pigeons. Currently, the analysis of the results is in progress and in any case extremely interesting data are already emerging, as already explained in the text. In this sense, a specific folder (Hobson project) inserted in the Drive is and will be available [56]. Below is a series of bibliographical references relating to specific insights:

- "Research on the migration of the wood pigeon Hobson " first results " [74].
- "Use of Stable Isotopes to Trace Bird Migrations and Molecular Nuclear Techniques to Investigate the Epidemiology and Ecology of the Highly Pathogenic Avian Influenza" [75].
- "Using stable isotopes to estimate migratory connectivity for a patchily distributed, wetland-associated Neotropical migrant" [76].
- "Dr Keith A. Hobson | Mapping Animal Migration with Isotopic Tools" [77].
- "Tracing origins and migration of wildlife using stable isotopes: a review" [78].
- "Stable isotopes ( $\delta D$ ) delineate the origins and migratory connectivity of harvested animals: the case of European wood pigeons" [59].

More details are included at the end of the paragraph: " Results ".

#### 1. FALSTERBO (Sweden) - falsterbofagelstation.se [79]

From 1973 to today (2022), 16,666,778 wood pigeons have been counted in autumn transit (September – October – November), with an annual average (calculated over 50 years of registrations) of 333,337 per year and with an annual minimum of 98,222 (1985) and a maximum of 999,920 (2019), which is equivalent to a statistical increase of 918%.



In the five-year period of reference to our study (2017-2022, excluding 2019) the data collected in Falsterbo are as follows:

2017 - 494.300 Wood pigeons

2018 - 379.610 Wood pigeons

2019 - 999.920 Wood pigeons

2020 - 782.439 Wood pigeons

2021 - 390.270 Wood pigeons

2022 - 833.740 Wood pigeons

For a total of 2,880,350 wood pigeons transited in Falsterbo in the 5 years of our MCL analysis, equivalent to 17.28% of the transits of 50 years.



The annual average of the five-year period in Falsterbo is 575,070 wood pigeons, which represents an increase of 73% compared to the average of 50 years (333,337 per year).

Il totale di 2.880.350 Colombacci riferito per i 5 anni a Falsterbo, un corridoio unico diretto dai territori di nidificazione, si rappresenta come il 53,08% rispetto al totale del nostro studio in Italia, con 5.426.149 Colombacci registrati su 6 Corridoi di transito.

The total of 2,880,350 wood pigeons reported for the 5 years to Falsterbo, a single corridor directed by the nesting territories, is represented as 53.08% of the total of our study in Italy, with 5,426,149 wood pigeons registered on 6 transit corridors.

In particular, we must consider the Peaks/Waves, which are significant of the migratory flight from nesting territories, over the five-year period of Falsterbo. It is these precise data that are not documented in any other nesting area and the related first migratory movement in the whole of the Western Palearctic. Peaks are achieved with variables, quantifications and temporal sequences and are always "indices" of maximum significance of migratory phenology. In the five-year period of our study, Falsterbo recorded 17 following migratory peaks, as represented in the comparative tables that also include the Pyrenean transit data, inserted below. Ultimately, the migration to Falsterbo develops annually in clear dependence on the nesting area and relative reproductive success. The weather conditions, which are rapidly changing at the beginning of the autumn season on the Scandinavian peninsula, are decisive on the timing of migratory departures and their transit to Falsterbo.

## 2. FRANCE (Eastern borders) - [migraction.net](https://migraction.net) [73]

The site [migraction.net](https://migraction.net) offers a chronological view of the entries into France with prevalent observations on 4 + 1 (Flavignac) ornithological stations of survey, as per the interactive map reachable on the site. This website, which is not very easy to consult, also offers graphs of very complex statistical analysis that are difficult to read by non-experts. However, in 2022 there were 2,938,000 entries, with entry peaks temporally corresponding to the Italian peaks. All in relation to a permanent area of high air pressure over Belgium, Poland, Germany, Switzerland and eastern France, as well as high temperatures.



### 3. PYRENEES (France) - palombe.com [70]

The site [palombe.com](http://palombe.com) offers easy and smooth consultation on all Pyrenean transits from 1999 to 2022. In this last year, a record of 3,423,716 wood pigeons was reached in 2981 flights, with a maximum peak concentrated on November 2 with 1,547,975 wood pigeons, in atmospheric conditions varied in the previous 48 hours and settled on 1027 hPa of pressure, jumped from 1013 hPa (+ 14 hPa) in the pre-Pyrenean continental areas, and change of wind direction from south to north/NE. The 2022 record (3,423,716) is an increase of 21.77% compared to the previous record in 2018 (2,820,385).

The counts in the Pyrenees are represented as a "visual" monitoring of the migratory mass over mainland France, migration that crosses the Pyrenees (mainly on the western part near the Atlantic coast), and are carried out from fixed positions, also with the use of binoculars. They begin on 15 October and end on 11 November, when the final phase of the migratory journey along the Northern and Central European "Way" takes place and the mass of migrants pours into the Iberian Peninsula, mostly as far as Extremadura to spend the winter. We have detailed data collected over 23 years (starting from 1999) for a total of 40,337,000 wood pigeons and an annual average of 1,753,000. These totals include so-called return flights, which can be detailed in the annual tables, and which have little impact on the overall assessment. It is remarkable that the minimum and maximum values have been recorded in the last five years: a minimum of 355,000 in 2019 (in stark contrast to the Falsterbo Maximum of 1 million) and a maximum in 2022 of 3,423,000. From the average annual value over 23 years (1,753,000/year) the increase, compared to the last and highest record of 2022: 3,423,000, is 95.27%.

As for the previous analysis on Falsterbo, we are obliged to extract the data of the last five-year period 2017-2022 (excluded, for MCL technical reasons, 2019) on the Pyrenees.

2017 – 1.220.000 Wood pigeons

2018 - 2.820.000 Wood pigeons

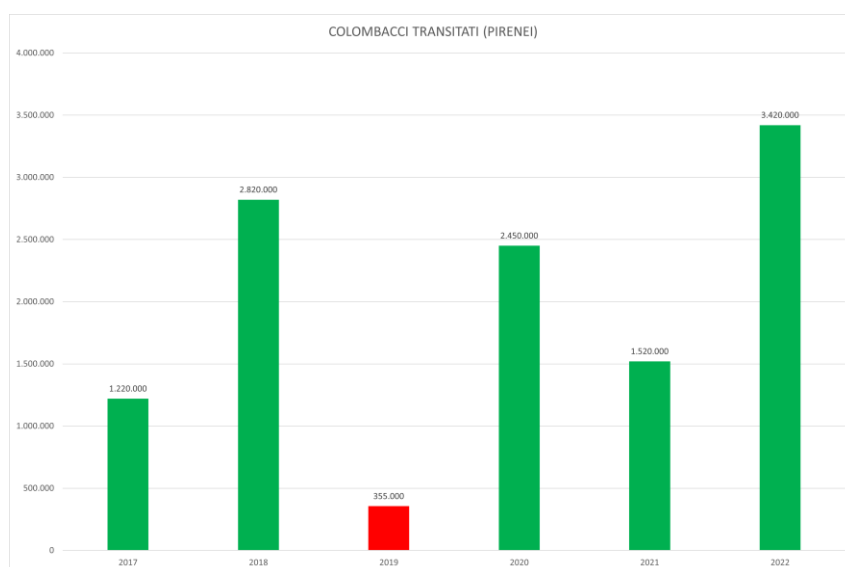
2019 – 355.000 Wood pigeons

2020 - 2.450.000 Wood pigeons

2021 - 1.520.000 Wood pigeons

2022 - 3.420.000 Wood pigeons

For a total of 11,430,000 wood pigeons over the five-year period, with an annual average of 2,286,000.



Also in this case we extract the Pyrenean peaks for each year of the five-year period, useful for the comparative analysis of the migratory trend with Falsterbo and with MCL-Italy:





2017:

DATA	TOTALE ITALIA	TOTALE FALSTERBO	TOTALE PIRENEI
01/10/2017	2345	50	0
02/10/2017	2735	0	0
03/10/2017	580	0	0
04/10/2017	1680	0	0
05/10/2017	1250	0	0
06/10/2017	20	30 300	0
07/10/2017	6715	7 100	0
08/10/2017	19305	14 200	0
09/10/2017	25775	35 800	0
10/10/2017	3840	6 300	0
11/10/2017	9410	0	0
12/10/2017	7625	0	0
13/10/2017	400	3 400	0
14/10/2017	17815	400	0
15/10/2017	16625	17 000	2 413
16/10/2017	13645	2 300	2 493
17/10/2017	1485	16 100	1 627
18/10/2017	6950	2 100	10 883
19/10/2017	4845	20 800	0
20/10/2017	5	10 200	1 031
21/10/2017	3875	800	2
22/10/2017	1075	1 600	0
23/10/2017	1100	20 800	51 307
24/10/2017	530	191 700	418 030
25/10/2017	21900	0	49 878
26/10/2017	22345	750	31 815
27/10/2017	35	25 900	70
28/10/2017	10890	0	1 914
29/10/2017	1980	39 900	151 860
30/10/2017	1795	21 400	0
31/10/2017	65	1 300	316 956
01/11/2017	13950	0	10 336
02/11/2017	5415	0	1 614
03/11/2017	0	4 400	53 820
04/11/2017	1915	280	358
05/11/2017	1300	650	8
06/11/2017	0	8 100	0
07/11/2017	0	2 300	110 980
08/11/2017	655	580	0
09/11/2017	5950	0	0
10/11/2017	0	0	0
11/11/2017	7930	0	0
12/11/2017	170	200	0
13/11/2017	0	5 100	0
14/11/2017	0	0	0
15/11/2017	0	0	0

2018:

DATA	TOTALE ITALIA	TOTALE FALSTERBO	TOTALE PIRENEI
01/10/2018	205	430	0
02/10/2018	0	50	0
03/10/2018	745	1 850	0
04/10/2018	175	25 600	0
05/10/2018	85	0	0
06/10/2018	1450	3 400	0
07/10/2018	1520	18 600	0
08/10/2018	2460	90	0
09/10/2018	75	140	0
10/10/2018	8430	6 800	0
11/10/2018	16270	35 300	0
12/10/2018	330	27 400	0
13/10/2018	15895	51 500	0
14/10/2018	17370	42 600	0
15/10/2018	9080	31 300	0
16/10/2018	105	31 200	2 151
17/10/2018	1760	5 200	2 529
18/10/2018	8540	2 900	1 036
19/10/2018	2420	19 500	3 323
20/10/2018	22610	1 800	474
21/10/2018	15270	2 800	13 527
22/10/2018	4000	80	13 788
23/10/2018	0	0	1 073 055
24/10/2018	5140	8 600	2 939
25/10/2018	7880	0	1 781
26/10/2018	305	11 600	70
27/10/2018	710	1 170	0
28/10/2018	0	11 100	1 452
29/10/2018	0	7 700	150
30/10/2018	0	0	19 136
31/10/2018	6015	0	43 820
01/11/2018	205	5 700	1
02/11/2018	0	420	49
03/11/2018	4220	1 320	340 190
04/11/2018	1590	7 200	1 298 292
05/11/2018	4680	0	2 500
06/11/2018	2495	4 700	0
07/11/2018	2440	1 800	0
08/11/2018	2910	0	78
09/11/2018	0	300	0
10/11/2018	4515	100	0
11/11/2018	2470	0	44
12/11/2018	1515	200	0
13/11/2018	30	0	0
14/11/2018	385	1 820	0
15/11/2018	0	400	0

2020:

DATA	TOTALE ITALIA	TOTALE FALSTERBO	TOTALE PIRENEI
01/10/2020	66	450	
02/10/2020	2	30	
03/10/2020	687	0	
04/10/2020	121	0	
05/10/2020	101	0	
06/10/2020	7456	430	
07/10/2020	2933	0	
08/10/2020	19423	0	
09/10/2020	5776	7 800	
10/10/2020	79449	1 900	
11/10/2020	9439	80 700	
12/10/2020	13752	93 700	
13/10/2020	96176	116 000	
14/10/2020	210846	70 500	
15/10/2020	1729	30 200	2 383
16/10/2020	1628	41 200	28 471
17/10/2020	68405	27 000	21 141
18/10/2020	543220	1 920	37 352
19/10/2020	283003	2 700	45
20/10/2020	17174	1 100	18
21/10/2020	98505	30	7 082
22/10/2020	10979	0	229
23/10/2020	3880	1 200	27 391
24/10/2020	3415	1 900	917
25/10/2020	114620	11 000	8
26/10/2020	395	20 100	42
27/10/2020	344	34 800	1 093
28/10/2020	264135	900	594 243
29/10/2020	103424	35 100	761 455
30/10/2020	25212	94 100	18 136
31/10/2020	73477	300	442
01/11/2020	62997	3 900	36 782
02/11/2020	925	900	0
03/11/2020	735	9 200	30 155
04/11/2020	820	6 300	762 438
05/11/2020	1244	32 200	2 687
06/11/2020	18960	18 300	28
07/11/2020	17518	3 800	939
08/11/2020	5143	9 300	5 882
09/11/2020	2864	6 300	17 645
10/11/2020	112	2 950	97 504
11/11/2020	605	1 900	
12/11/2020	2	900	
13/11/2020	150	1 500	
14/11/2020	200	250	
15/11/2020	0	4 500	

2021:

DATA	TOTALE ITALIA	TOTALE FALSTERBO	TOTALE PIRENEI
01/10/2021	72	0	
02/10/2021	3058	0	
03/10/2021	5252	0	
04/10/2021	3117	0	
05/10/2021	676	800	
06/10/2021	10249	300	
07/10/2021	14644	17 900	
08/10/2021	130375	19 100	
09/10/2021	34345	46 200	
10/10/2021	75825	10 960	
11/10/2021	3694	0	
12/10/2021	2890	17 200	
13/10/2021	30569	35 900	
14/10/2021	72645	0	
15/10/2021	33243	0	3 783
16/10/2021	58364	0	93
17/10/2021	48307	0	1 345
18/10/2021	23538	44 400	1 331
19/10/2021	12436	0	902
20/10/2021	5032	0	14
21/10/2021	955	0	0
22/10/2021	2259	30	370
23/10/2021	18432	22 700	24 034
24/10/2021	55265	67 600	116 233
25/10/2021	51725	3 000	7 975
26/10/2021	3390	0	461
27/10/2021	3877	0	228 595
28/10/2021	66868	300	6 773
29/10/2021	30	26 500	14
30/10/2021	359366	19 600	13
31/10/2021	3872	200	5
01/11/2021	5	3 900	0
02/11/2021	50	600	1
03/11/2021	125	2 600	0
04/11/2021	31907	16 600	0
05/11/2021	1087	400	1 550
06/11/2021	8356	100	45 598
07/11/2021	2202	10	104 765
08/11/2021	773	7 400	6
09/11/2021	0	1 750	67 984
10/11/2021	10058	0	880 849
11/11/2021	129	0	27 092
12/11/2021	140	3 400	
13/11/2021	3241	2 200	
14/11/2021	3910	7 400	
15/11/2021	54	4 600	



## 2022:

DATA	TOTALE ITALIA	TOTALE FALSTERBO	TOTALE PIRENEI
01/10/2022	100	0	
02/10/2022	161	0	
03/10/2022	623	11 600	
04/10/2022	466	4 000	
05/10/2022	10426	0	
06/10/2022	26074	0	
07/10/2022	7723	0	
08/10/2022	43172	0	
09/10/2022	29114	25 100	
10/10/2022	4359	46 400	
11/10/2022	2877	360	
12/10/2022	70880	4 500	
13/10/2022	145380	47 900	
14/10/2022	9274	300	
15/10/2022	57784	50	19 707
16/10/2022	48706	800	10 027
17/10/2022	27069	140 550	6 517
18/10/2022	12956	870	57 971
19/10/2022	78202	317 300	1 017
20/10/2022	257130	36 680	69
21/10/2022	17285	360	0
22/10/2022	24358	0	15 499
23/10/2022	9802	110	144
24/10/2022	12325	2 170	16 840
25/10/2022	150	420	621 579
26/10/2022	159783	3 190	83 552
27/10/2022	289452	3 870	135
28/10/2022	41784	22 200	179
29/10/2022	33043	45 100	2 451
30/10/2022	42180	26 900	658 967
31/10/2022	29709	0	54 594
01/11/2022	4000	2 500	1 154
02/11/2022	14697	3 500	1 547 975
03/11/2022	4488	930	43
04/11/2022	25	3 260	0
05/11/2022	11440	17 950	2 476
06/11/2022	86786	0	40 860
07/11/2022	17492	0	128 567
08/11/2022	545	0	5
09/11/2022	598	370	23
10/11/2022	253	5 400	14 555
11/11/2022	0	0	138 810
12/11/2022	550	180	
13/11/2022	740	1 100	
14/11/2022	7	9 800	
15/11/2022	2	11 300	

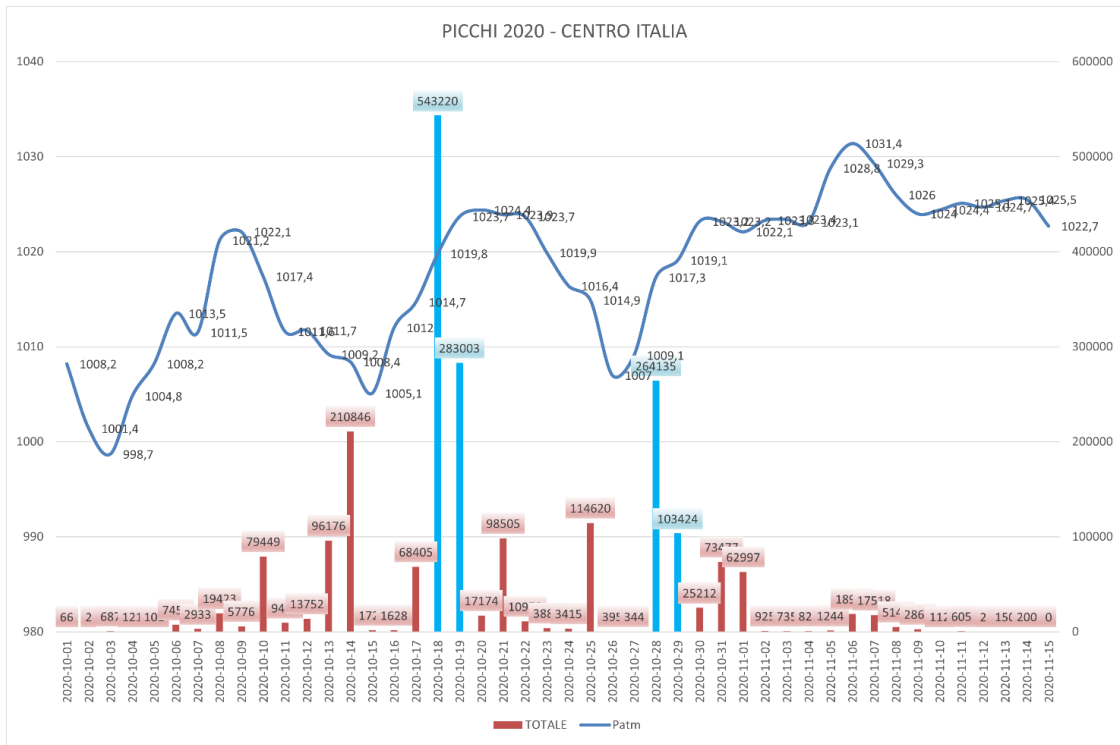
For each comparative graph, the peaks are highlighted, year by year, by different colors (in particular: yellow for **Italy**, green for **Falsterbo** and orange for **Pyrenees**) and correspond to the days, single or in sequence, of greatest migratory influx on the territory examined.

The overall result of the comparison shows an obvious variability of temporal coincidences or not of the peaks, having to consider the enormous distances between the three areas under study and the relative meteorological variability.

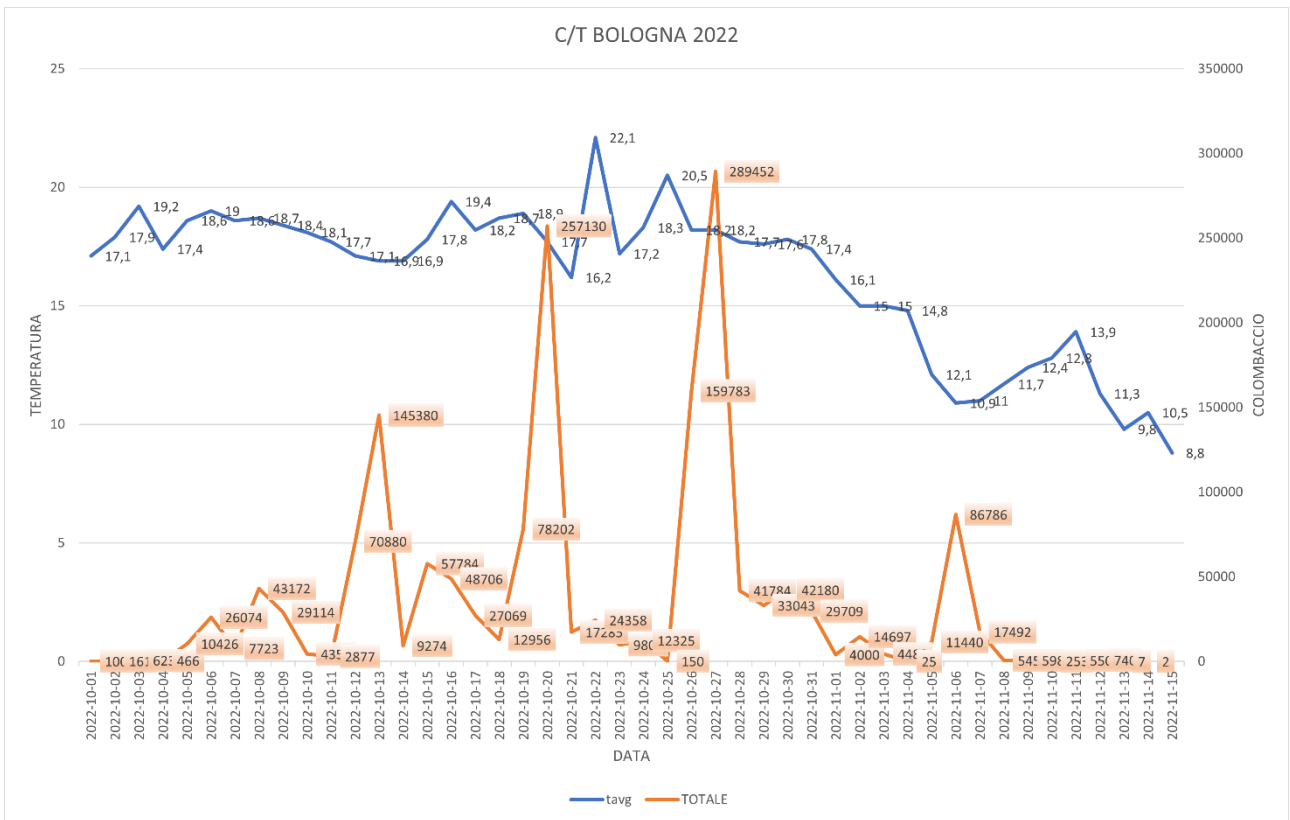
The graphical representation of annual peaks is compared to atmospheric pressure values (and other abiotic factors).

The chart examples below introduce you to the sequence of other charts grouped together in the Drive [56].



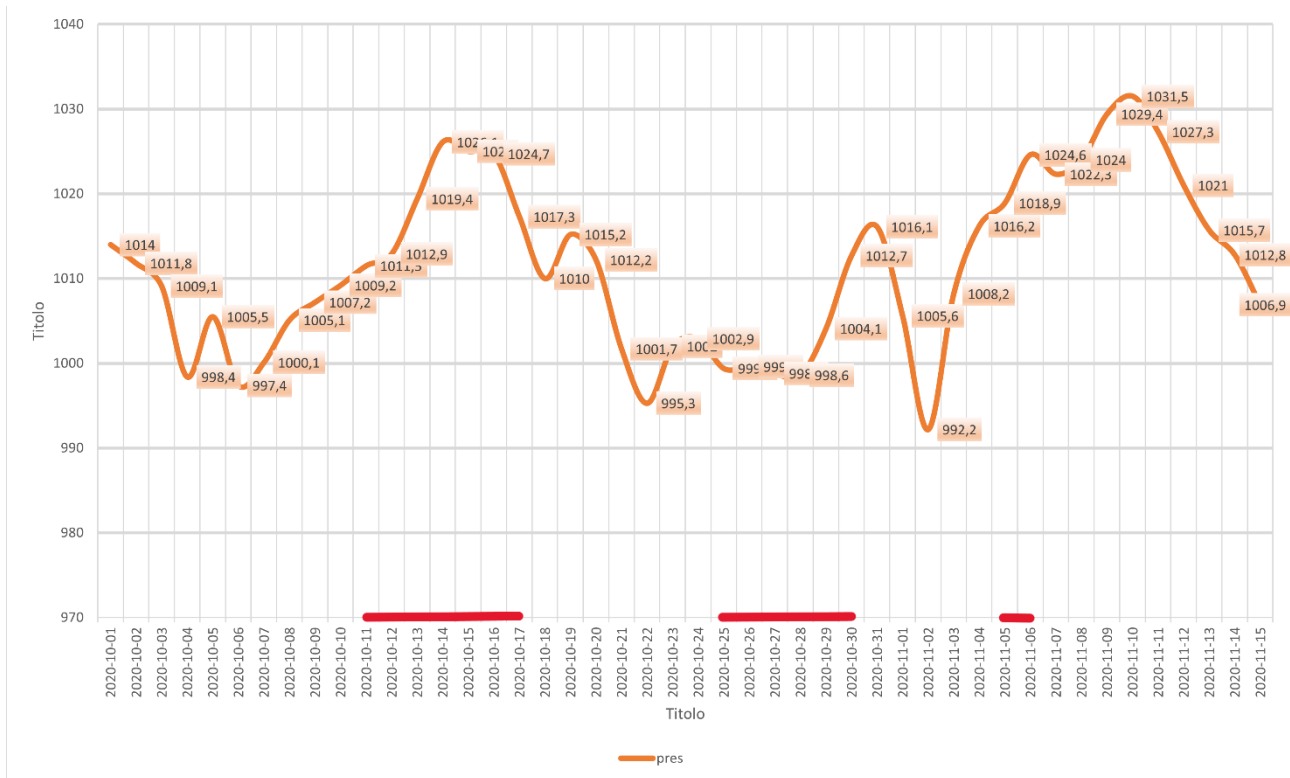


*Comparison between Atmospheric Pressure Trends and Peak Migratory Days (Mass Flights)*



*Comparison between Average Temperature and Number of Pigeons (Central Italy - BO)*





Comparison between *Atmospheric Pressure* and *Migratory Peaks* (Falsterbo 2020)

#### 4. PORTLAND (United Kingdom) - portlandbirdobs.com [80]

Marginally, we report the opportunity to consult this site which does not explain counting details and in any case, as always, highlights in November the transit of very limited populations from the British Isles, coming from the Norway - Baltic coasts - England route, after crossing the North Sea. A significant video recording thousands of wood pigeons, migrating to France, can be accessed on YouTube: [81].

In the last year examined (2022) the first impulse, then followed by thousands daily, occurred from 4 November to 20 November, with a direction towards France (Normandy). In 2023 the migration started and was recorded at the end of October.

#### Summary consideration on the Baltic-Northern European Flyway:

The official counts, resulting from the sites available in 2022, settle between 7-8 million pigeons “visually” counted, which may well correspond to only 10% of the real population of the entire Western Palearctic (70-80 million individuals). These crossed Continental Europe in autumn 2022, in a mass migration typology that took place with simultaneous timing, facilitated or induced by a prevailing climatic condition characterized by high temperatures and high and stable atmospheric pressure.

In conclusion, even if it depends on population fluctuations due to reproductive success, migrations to the various transit sites throughout the European continent take place with concomitant timing, reaffirming the validity of an atavistic correlation with the theory of continental drift.





## Bibliography and Weblinks

- [1] «BirdLife Data Zone». Disponibile su: <http://datazone.birdlife.org/2023-annual-update>
- [2] «Phenology - an overview | ScienceDirect Topics». Disponibile su: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/phenology>
- [3] P. P. Marra, C. M. Francis, R. S. Mulvihill, e F. R. Moore, «The influence of climate on the timing and rate of spring bird migration», *Oecologia*, vol. 142, fasc. 2, pp. 307–315, gen. 2005, doi: 10.1007/s00442-004-1725-x.
- [4] A. H. Hurlbert e Z. Liang, «Spatiotemporal Variation in Avian Migration Phenology: Citizen Science Reveals Effects of Climate Change», *PLoS ONE*, vol. 7, fasc. 2, p. e31662, feb. 2012, doi: 10.1371/journal.pone.0031662.
- [5] E. Cavina, R. Bucchi, e P. Busse, «The General Pattern of Seasonal Dynamics of The Autumn Migration of The Wood Pigeon *Columba Palumbus* in Italy», *The Ring*, vol. 40, ott. 2018, doi: 10.1515/ring-2018-0001.
- [6] A. Cavina, «CV Curriculum Vitae of CLUB ITALIANO del COLOMBACCIO - ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH», ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH. Disponibile su: <https://journal.ilcolombaccio.it/cv-curriculum-vitae-of-club-italiano-del-colombaccio/>
- [7] «ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH - Giornale Italiano della Ricerca sul Colombaccio (*Columba palumbus*). Disponibile su: <https://journal.ilcolombaccio.it/>
- [8] «State of the World's Birds 2022 paints most concerning picture for nature yet», BirdLife International. Disponibile su: <https://www.birdlife.org/news/2022/09/28/state-of-the-worlds-birds-2022-paints-most-concerning-picture-for-nature-yet/>
- [9] «Main page | IEE RAS». Disponibile su: <https://sev-in.ru/en>
- [10] «IJWR - vol.1 - 2018 - EDITORIALS - ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH». Disponibile su: <https://journal.ilcolombaccio.it/ijwr-vol-1-2018-editorials/>
- [11] «BirdLife International». Disponibile su: <https://www.birdlife.org/>
- [12] «MITO2000». Disponibile su: <https://mito2000.it/>
- [13] «*Columba palumbus*», *Wikipedia*. Disponibile su: [https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Columba\\_palumbus&oldid=131905128](https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Columba_palumbus&oldid=131905128)
- [14] «Zugunruhe», *Wikipedia*. Disponibile su: <https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Zugunruhe&oldid=128932927>
- [15] «Barometro biologico: lo Scopritore | Club Italiano del Colombaccio». Disponibile su: <https://www.ilcolombaccio.it/CMS/barometro-biologico-lo-scopritore/>



- [16] E. Cavina, «THE PARA-TYMPANIC ORGAN (PTO) of VITALI: a documental \* continuing forgotten request to the SCIENCE - ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH». Disponibile su: <https://journal.ilcolombaccio.it/the-para-tympanic-organ-pto-of-vitali-a-documental-continuing-forgotten-request-to-the-science/>
- [17] M. G. Delaunay, C. Larsen, H. Lloyd, M. Sullivan, e R. A. Grant, «Anatomy of avian rectal bristles in Caprimulgiformes reveals reduced tactile function in open-habitat, partially diurnal foraging species», *J Anat*, vol. 237, fasc. 2, pp. 355–366, ago. 2020, doi: 10.1111/joa.13188.
- [18] D. L. Altshuler *et al.*, «The biophysics of bird flight: functional relationships integrate aerodynamics, morphology, kinematics, muscles, and sensors», *Can. J. Zool.*, vol. 93, fasc. 12, pp. 961–975, dic. 2015, doi: 10.1139/cjz-2015-0103.
- [19] R. E. Brown e M. R. Fedde, «Airflow Sensors in the Avian Wing», *Journal of Experimental Biology*, vol. 179, fasc. 1, pp. 13–30, giu. 1993, doi: 10.1242/jeb.179.1.13.
- [20] «The Wildlifewriter». Disponibile su: <http://thewildlifewriter.blogspot.com//2013/09/skyscanner.html>
- [21] G. R. Martin e G. R. Martin, *The Sensory Ecology of Birds*. in Oxford Avian Biology Series. Oxford, New York: Oxford University Press, 2017.
- [22] F. Pulido, «The Genetics and Evolution of Avian Migration», *BioScience*, vol. 57, fasc. 2, pp. 165–174, feb. 2007, doi: 10.1641/B570211.
- [23] K. E. Delmore *et al.*, «Individual variability and versatility in an eco-evolutionary model of avian migration», *Proc Biol Sci*, vol. 287, fasc. 1938, p. 20201339, nov. 2020, doi: 10.1098/rspb.2020.1339.
- [24] J. C. Mueller, F. Pulido, e B. Kempnaers, «Identification of a gene associated with avian migratory behaviour», *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 278, fasc. 1719, pp. 2848–2856, feb. 2011, doi: 10.1098/rspb.2010.2567.
- [25] F. Papi, L. Fiore, V. Fiaschi, e S. Benvenuti, «The Influence of Olfactory Nerve Section on the Homing Capacity of Carrier Pigeons», *Monitore Zoologico Italiano - Italian Journal of Zoology*, vol. 5, fasc. 4, pp. 265–267, gen. 1971, doi: 10.1080/00269786.1971.10736180.
- [26] «Le foreste europee sono in espansione ma aumenta anche la loro vulnerabilità», Il Bo Live UniPD. Disponibile su: <http://ilbolive.unipd.it/it/news/foreste-europee-sono-espansione-aumenta-anche-loro>
- [27] «europe-tree-cover-italian.jpg (2560x2422)». Disponibile su: <https://it.jakubmarian.com/wp-content/uploads/europe-tree-cover-italian.jpg>
- [28] R. Murton, «The Breeding of Woodpigeon Populations», *Bird Study*, vol. 5, pp. 157–183, giu. 2009, doi: 10.1080/00063655809475918.
- [29] E. Cavina, «Le pigeon ramier la côte Adriatique et ses fôrets, migration escale et hivernage au bois de la Mesola - ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH». Disponibile su: <https://journal.ilcolombaccio.it/le-pigeon-ramier-la-cote-adriatique-et-ses-forets-migration-escale-et-hivernage-au-bois-de-la-mesola/>



- [30] R. Dvořák, «Aerodynamics of bird flight», *EPJ Web of Conferences*, vol. 114, p. 01001, mar. 2016, doi: 10.1051/epjconf/201611401001.
- [31] E. Cavina, «The “Organ of flight”: Paratympnic Organ (PTO) of Vitali in Wild Birds as Biological Barometer-Altimeter», *Academia Letters*, 2021. Disponibile su: [https://www.academia.edu/49957294/The\\_Organ\\_of\\_flight\\_Paratympanic\\_Organ\\_PTO\\_of\\_Vitali\\_in\\_Wild\\_Birds\\_as\\_Biological\\_Barometer\\_Altimeter](https://www.academia.edu/49957294/The_Organ_of_flight_Paratympanic_Organ_PTO_of_Vitali_in_Wild_Birds_as_Biological_Barometer_Altimeter)
- [32] A. L. Abbott, Y. Deng, K. Badwey, A. Farnsworth, e K. G. Horton, «Inbound arrivals: using weather surveillance radar to quantify the diurnal timing of spring trans-Gulf bird migration», *Ecography*, vol. 2023, fasc. 8, p. e06644, 2023, doi: 10.1111/ecog.06644.
- [33] G. Norevik, S. Åkesson, A. Andersson, J. Bäckman, e A. Hedenström, «The lunar cycle drives migration of a nocturnal bird», *PLOS Biology*, vol. 17, fasc. 10, p. e3000456, ott. 2019, doi: 10.1371/journal.pbio.3000456.
- [34] «Decision making of autumn migrations of woodpigeons (*Columba palumbus*) in Europe: analysis of the abiotic factors and atmospheric pressure changes». Disponibile su: <http://www.scienceheresy.com/ornithologyheresy/Cavina2015.pdf>
- [35] E. Cavina, «FLOCKING: preliminary report on the autumn migration 2018 in Italy - ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH». Disponibile su: <https://journal.ilcolombaccio.it/flocking-preliminary-report-on-the-autumn-migration-2018-in-italy/>
- [36] «Progetto colombaccio italia | Club Italiano del Colombaccio». Disponibile su: <https://www.ilcolombaccio.it/CMS/category/progetto-colombaccio-italia/>
- [37] Dr «Przemysław BUSSE | President | Prof. Dr | Bird Migration Research Foundation, Choczewo | WBWP | Research profile», ResearchGate. Disponibile su: <https://www.researchgate.net/profile/Przemyslaw-Busse>
- [38] «La migrazione autunnale del colombaccio, *Columba palumbus*, in Italia», [www.libreriauniversitaria.it](http://www.libreriauniversitaria.it). Disponibile su: <https://www.libreriauniversitaria.it/migrazione-autunnale-colombaccio-columba-palumbus/libro/9788825511130>
- [39] «Relazione-PCI-stagione-2020.pdf». Disponibile su: <https://www.ilcolombaccio.it/CMS/wp-content/uploads/2022/04/Relazione-PCI-stagione-2020.pdf>
- [40] «Monitoraggio Selettivo Migrazione | Club Italiano del Colombaccio». Disponibile su: <https://www.ilcolombaccio.it/CMS/category/monitoraggio-selettivo-migrazione/>
- [41] «MSM-completo.pdf». Disponibile su: <https://www.ilcolombaccio.it/CMS/wp-content/uploads/2018/02/MSM-completo.pdf>
- [42] D. Bianchi, «M.S.M (Suivi Selectif Migration) ÉTUDE DE LA MIGRATION POST-NUPTIALE 2019 DU PIGEON RAMIER - ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH». Disponibile su: <https://journal.ilcolombaccio.it/m-s-m-suivi-selectif-migration-etude-de-la-migration-post-nuptiale-2019-du-pigeon-ramier/>



- [43] D. Bianchi, «Migration du pigeon ramier depuis le Delta du Pô jusqu'à la Corse Escale et hivernage au Bois de Mesola année 2019/2020 - ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH». Disponible su: <https://journal.ilcolombaccio.it/migration-du-pigeon-ramier-depuis-le-delta-du-po-jusqua-la-corse-escale-et-hivernage-au-bois-de-mesola-annee-2019-2020/>
- [44] E. Cavina, «Woodpigeon's (Columba palumbus) autumn 2018 Migration: a particular research on a single "corridor fly-way" crossing Central Italy, and focus on "flocking", "hunting pressure", "age" - ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH». Disponible su: <https://journal.ilcolombaccio.it/woodpigeons-columba-palumbus-autumn-2018-migration-a-particular-research-on-a-single-corridor-fly-way-crossing-central-italy-and-focus-on-flocking/>
- [45] D. Bianchi, «Materials and Methods to study relationships between woodpigeon (Columba palumbus) autumn migrations' flight's heights and meteorological-orographical factors: preliminary report-experience 2019 on a single "crossing site-region" (Liguria) in Italy. Cavina Enrico (\*), Bucchi Rinaldo, Bianchi Denis, Giovanetti Graziano, Feligetti Vasco Club Italiano del Colombaccio (\*) ecavinaster@gmail.com - ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH». Disponible su: <https://journal.ilcolombaccio.it/materials-and-methods-to-study-relationships-between-woodpigeon-columba-palumbus-autumn-migrations-flights-heights-and-meteorological-orographical-factors-preliminary-report-ex/>
- [46] «Cartina Migrazioni Colombaccio», MCL - Monitoraggio Colombaccio Live. Disponible su: <https://www.ilcolombaccio.it/mcl/>
- [47] «Club Italiano del Colombaccio - Forum - Indice». Disponible su: <https://www.ilcolombaccio.it/bacheca/index.php>
- [48] «Enrico Cavina - Academia.edu». Disponible su: <https://independent.academia.edu/enricocavina>
- [49] K. A. Hobson, «Mapping Animal Migration with Isotopic Tools», *Scientia*, 2022, doi: 10.33548/SCIENTIA861.
- [50] «Earthquakes, geomagnetism and the reversed sense of direction of woodpigeons (Columba palumbus) during their 2016 October migration in Central Italy». Disponible su: <http://www.scienceheresy.com/ornithologyheresy/Cavina.pdf>
- [51] «(PDF) Reverse Migration of the Wood Pigeons and electromagnetic emissions, before the Mw 3.7 earthquake occurred in Visso-Macerata, Central Italy on October 18, 2021 | Valentino Straser - Academia.edu». Disponible su: [https://www.academia.edu/90887821/Reverse\\_Migration\\_of\\_the\\_Wood\\_Pigeons\\_and\\_electromagnetic\\_emissions\\_before\\_the\\_Mw\\_3\\_7\\_earthquake\\_occurred\\_in\\_Visso\\_Macerata\\_Central\\_Italy\\_on\\_October\\_18\\_2021](https://www.academia.edu/90887821/Reverse_Migration_of_the_Wood_Pigeons_and_electromagnetic_emissions_before_the_Mw_3_7_earthquake_occurred_in_Visso_Macerata_Central_Italy_on_October_18_2021)
- [52] «(PDF) Strange results of the parasitological study on the population of the Wood Pigeon, Columba palumbus, migrating through central Italy». Disponible su: [https://www.researchgate.net/publication/335757659\\_Strange\\_results\\_of\\_the\\_parasitological\\_study\\_on\\_the\\_population\\_of\\_the\\_Wood\\_Pigeon\\_Columba\\_palumbus\\_migrating\\_through\\_central\\_Italy](https://www.researchgate.net/publication/335757659_Strange_results_of_the_parasitological_study_on_the_population_of_the_Wood_Pigeon_Columba_palumbus_migrating_through_central_Italy)
- [53] «Weather for 241 countries of the world». Disponible su: [https://rp5.ru/Weather\\_in\\_the\\_world](https://rp5.ru/Weather_in_the_world)
- [54] «Il Guardiano del Tempo», Meteostat. Disponible su: <https://meteostat.net/it/>





- [55] «Przemyslaw Busse | Bird Migration Research Foundation - Academia.edu». Disponibile su: <https://wbwp-fund.academia.edu/PrzemyslawBusse>
- [56] «Database e Grafici di Tesi (Tommaso Lipparelli) - Google Drive». Disponibile su: [https://drive.google.com/drive/folders/1yxcVeEqXAX\\_vNWvz5ZW1hP5F2ou0133L](https://drive.google.com/drive/folders/1yxcVeEqXAX_vNWvz5ZW1hP5F2ou0133L)
- [57] E. Cavina, «Woodpigeon's (Columba palumbus) autumn 2018 migration: a new method to study dynamic patterns along a single crossing route in Central Italy. Focus on "flocking", "hunting pressure", "woodpigeons' ages" in a preliminary report. - ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH». Disponibile su: <https://journal.ilcolombaccio.it/woodpigeons-columba-palumbus-autumn-2018-migration-a-new-method-to-study-dynamic-patterns-along-a-single-crossing-route-in-central-italy-focus-on-flocking/>
- [58] «Marche Umbria English.pdf», Google Docs. Disponibile su: [https://drive.google.com/file/d/1ydMPxRil7LHF5EoKOVcQzXVrp2Z58fA-/view?usp=embed\\_facebook](https://drive.google.com/file/d/1ydMPxRil7LHF5EoKOVcQzXVrp2Z58fA-/view?usp=embed_facebook)
- [59] «Stable isotopes ( $\delta D$ ) delineate the origins and migratory connectivity of harvested animals: the case of European woodpigeons - Hobson - 2009 - Journal of Applied Ecology - Wiley Online Library». Disponibile su: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2664.2009.01651.x>
- [60] *PHYSICS of BIRD MIGRATION - focus HIGH ATMOSPHERIC PRESSURE*, (28 novembre 2014). Disponibile su: <https://www.youtube.com/watch?v=sVgRISZEJl8>
- [61] B. Bruderer, «Alerstam, T. 1990. Bird Migration. Cambridge University Press, Cambridge, New York, Melbourne, 420 pp. US \$105.00, £55.00. Translated by D. A. Christie from the Swedish F>gelflyttning (Alerstam 1982, Signum).», *Journal of Evolutionary Biology*, vol. 5, pp. 529–530, dic. 2002, doi: 10.1046/j.1420-9101.1992.5030529.x.
- [62] J. Metcalfe, K. L. Schmidt, W. Bezner Kerr, C. G. Guglielmo, e S. A. MacDougall-Shackleton, «White-throated sparrows adjust behaviour in response to manipulations of barometric pressure and temperature», *Animal Behaviour*, vol. 86, fasc. 6, pp. 1285–1290, dic. 2013, doi: 10.1016/j.anbehav.2013.09.033.
- [63] A. C. Boyer e S. A. MacDougall-Shackleton, «High Rates of Exposure to Simulated Winter Storm Cues Negatively Affect White-Throated Sparrow (*Zonotrichia albicollis*) Energy Reserves», *Frontiers in Ecology and Evolution*, vol. 8, 2020. Disponibile su: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2020.00222>
- [64] N. W. Cooper *et al.*, «Atmospheric pressure predicts probability of departure for migratory songbirds», *Movement Ecology*, vol. 11, fasc. 1, p. 23, mag. 2023, doi: 10.1186/s40462-022-00356-z.
- [65] F. Smith, «The Correlation between the Migratory Flights of Birds and Certain Accompanying Meteorological Conditions», *The Wilson Bulletin*, vol. 29, fasc. 1, pp. 32–35, 1917.
- [66] A. M. Bagg, W. W. H. Gunn, D. S. Miller, J. T. Nichols, W. Smith, e F. P. Wolfarth, «Barometric Pressure-Patterns and Spring Bird Migration», *The Wilson Bulletin*, vol. 62, fasc. 1, pp. 5–19, 1950.
- [67] «WeatherPro» Disponibile su: <https://www.weatherpro.com/en/it>



- [68] *Palombes envol depuis le bois de Mesola (Italie) 31/10/2017 06h40.video @ Denis Bianchi*, (7 novembre 2017). Disponibile su: <https://www.youtube.com/watch?v=pGK6z9SY8Cg>
- [69] F. Giannessi, R. Ruffoli, e C. S. von Bartheld, «Giovanni Vitali: Discoverer of the paratympenic organ», *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*, vol. 195, fasc. 1, pp. 5–10, gen. 2013, doi: 10.1016/j.aanat.2012.06.005.
- [70] «palombe.com: le site des passionnés de la palombe». Disponibile su: <https://www.palombe.com/>
- [71] «Trekellen.org». Disponibile su: <https://www.trekellen.org/>
- [72] «Torcaces.com». Disponibile su: <http://torcaces.com/>
- [73] «Pagina iniziale - www.migraction.net». Disponibile su: <https://www.migraction.net/>
- [74] «Ricerca sulla migrazione del colombaccio “Hobson” primi risultati | Club Italiano del Colombaccio». Disponibile su: <https://www.ilcolombaccio.it/CMS/ricerca-sulla-migrazione-del-colombaccio-hobson-primi-risultati/>
- [75] «Use of Stable Isotopes to Trace Bird Migrations and Molecular Nuclear Techniques to Investigate the Epidemiology and Ecology of the Highly Pathogenic Avian Influenza (D32030)». Disponibile su: <https://www.iaea.org/newscenter/news/use-of-stable-isotopes-to-trace-bird-migrations-and-molecular-nuclear-techniques-to-investigate-the-epidemiology-and-ecology-of-the-highly-pathogenic-avian-influenza-d32030>
- [76] «Using stable isotopes to estimate migratory connectivity for a patchily distributed, wetland-associated Neotropical migrant | Ornithological Applications | Oxford Academic». Disponibile su: <https://academic.oup.com/condor/article/121/4/duzo52/5638869?login=false>
- [77] «Dr Keith A. Hobson | Mapping Animal Migration with Isotopic Tools • scientia.global %». Disponibile su: <https://www.scientia.global/dr-keith-a-hobson-mapping-animal-migration-with-isotopic-tools/>
- [78] K. A. Hobson, «Tracing origins and migration of wildlife using stable isotopes: a review», *Oecologia*, vol. 120, fasc. 3, pp. 314–326, ago. 1999, doi: 10.1007/s004420050865.
- [79] «Falsterbo Bird Observatory - Home». Disponibile su: <https://www.falsterbofagelstation.se/index.php?lang=en>
- [80] «Portland Bird Observatory and Field Centre». Disponibile su: <http://www.portlandbirdobs.com/>
- [81] *More Wood Pigeon migration at Portland Bill, Dorset, on 13th November 2015*, (13 novembre 2015). Disponibile su: [https://www.youtube.com/watch?v=LVSppT\\_Wi\\_o](https://www.youtube.com/watch?v=LVSppT_Wi_o)
- [82] «CMS SCIENTIFIC COUNCIL FLYWAYS WORKING GROUP REVIEWS». Disponibile su: [https://www.cms.int/sites/default/files/document/inf\\_04\\_2b\\_flyway\\_wg\\_review2\\_e\\_only\\_o.pdf](https://www.cms.int/sites/default/files/document/inf_04_2b_flyway_wg_review2_e_only_o.pdf)
- [83] «Common Woodpigeon (*Columba palumbus*) - BirdLife species factsheet». Disponibile su: <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/common-woodpigeon-columba-palumbus/text>



- [84] «CWPI-origins-Executive-Summary-National-Convention-Club-Italiano-Colombaccio-7.pdf». Disponibile su: <https://journal.ilcolombaccio.it/wp-content/uploads/2023/06/CWPI-origins-Executive-Summary-National-Convention-Club-Italiano-Colombaccio-7.pdf>
- [85] J. Machowina e I. Rząd, «Autumn Migration of the Wood Pigeon, *Columba palumbus*, at Eastern Part of the Polish Baltic Coast», *The Ring*, vol. 41, pp. 27–41, dic. 2019, doi: 10.1515/ring-2019-0003.
- [86] A. Flack et al., «New frontiers in bird migration research», *Current biology: CB*, vol. 32, pp. R1187–R1199, ott. 2022, doi: 10.1016/j.cub.2022.08.028.
- [87] D. Stojanovic, «Altered wing phenotypes of captive-bred migratory birds lower post-release fitness», *Ecology Letters*, vol. 26, fasc. 5, pp. 789–796, 2023, doi: 10.1111/ele.14200.
- [88] N. Manglani, C. Shah, e N. Modi, «Migration of Birds in the Face of Climate Change: A Case Study», vol. 10, pp. 292–299, feb. 2023.
- [89] Q. Yang et al., «Synchrony of Bird Migration with Avian Influenza Global Spread; Implications for Vulnerable Bird Orders». *bioRxiv*, p. 2023.05.22.541648, 24 maggio 2023. doi: 10.1101/2023.05.22.541648.
- [90] «Radar System BirdScan MR1 | Swiss Birdradar Solution AG». Disponibile su: <https://swiss-birdradar.com/systems/radar-birdscan-mr1/>
- [91] N. Weisshaupt, M. Hervo, e B. Haest, «Comparison of bird migration in a radar wind profiler and a dedicated bird radar», *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, vol. n/a, fasc. n/a, doi: 10.1002/rse2.350.
- [92] P. West, «Using Reineke’s model to quantify the maximum density of a tree stand», *Academia Letters*, 2021. Disponibile su: [https://www.academia.edu/50285615/Using\\_Reineke\\_s\\_model\\_to\\_quantify\\_the\\_maximum\\_density\\_of\\_a\\_tree\\_stand](https://www.academia.edu/50285615/Using_Reineke_s_model_to_quantify_the_maximum_density_of_a_tree_stand)
- [93] Y. R. Schumm et al., «Should I stay or should I fly? Migration phenology, individual-based migration decision and seasonal changes in foraging behaviour of Common Woodpigeons», *Sci Nat*, vol. 109, fasc. 5, p. 44, ago. 2022, doi: 10.1007/s00114-022-01812-x.
- [94] A. Sruoga, D. Butkauskas, S. Švažas, A. Bea, e E. Mozalienė, «Identification of Flyways of Woodpigeon (*Columba Palumbus*) in Europe by using Genetic Methods», *Acta Zoologica Lituanica*, vol. 15, fasc. 3, pp. 248–253, gen. 2005, doi: 10.1080/13921657.2005.10512618.
- [95] R. C. Ydenberg, G. Fernández, E. Ortiz Lopez, e D. B. Lank, «Avian wings can lengthen rather than shorten in response to increased migratory predation danger», *Ecology and Evolution*, vol. 13, fasc. 7, p. e10325, 2023, doi: 10.1002/ece3.10325.
- [96] B. A. Tonelli, A. E. Zelin, D. C. Dearborn, e M. W. Tingley, «Individual-based models of avian migration for estimating behavioural traits and predicting ecological interactions», *Methods in Ecology and Evolution*, vol. 14, fasc. 9, pp. 2464–2481, 2023, doi: 10.1111/2041-210X.14189.
- [97] R. Ambrosini et al., «Modelling the timing of migration of a partial migrant bird using ringing and observation data: a case study with the Song Thrush in Italy», *Movement Ecology*, vol. 11, fasc. 1, p. 47, ago. 2023, doi: 10.1186/s40462-023-00407-z.



- [98] K. A. Hobson e K. J. Kardynal, «Multi-isotope ( $\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ) feather profiles and morphometrics inform patterns of migratory connectivity in three species of North American swallows», *Movement Ecology*, vol. 11, fasc. 1, p. 48, ago. 2023, doi: 10.1186/s40462-023-00412-2.
- [99] E. C. Thomason, N. J. S. Turley, J. R. Belthoff, T. J. Conkling, e T. E. Katzner, «Illegal shooting is now a leading cause of death of birds along power lines in the western USA», *iScience*, vol. 26, fasc. 8, p. 107274, ago. 2023, doi: 10.1016/j.isci.2023.107274.
- [100] E. Ellwood e T. Lloyd-evans, «Autumn Migration of North American Landbirds». Disponibile su: [https://www.academia.edu/11688750/Autumn\\_Migration\\_of\\_North\\_American\\_Landbirds](https://www.academia.edu/11688750/Autumn_Migration_of_North_American_Landbirds)
- [101] R. Ward, V. Palm, M. Sepp, J. Truu, e A. Leito, «The effect of atmospheric circulation on spring arrival of short- and long-distance migratory bird species in Estonia», *Boreal Environment Research*, vol. 22, gen. 2017.
- [102] J. G. DeSimone e E. B. Cohen, «Social, not spatial, fidelity underlies between-year winter site fidelity in a migratory bird», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 120, fasc. 35, p. e2311577120, ago. 2023, doi: 10.1073/pnas.2311577120.
- [103] H. C. Stevens et al., «Incorporating drivers of global change throughout the annual cycle in species distribution models for migratory birds: a gap in ecological forecasting», *Frontiers in Bird Science*, vol. 2, 2023. Disponibile su: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbirs.2023.1230978>
- [104] R. A. Barber, J. Yang, C. Yang, O. Barker, T. Janicke, e J. A. Tobias, «Resolving the climatic and ecological drivers of geographical gradients in avian sexual selection». *bioRxiv*, p. 2023.09.01.555923, 2 settembre 2023. doi: 10.1101/2023.09.01.555923.
- [105] W. Zhang, J. Wei, e Y. Xu, «Prioritizing global conservation of migratory birds over their migration network», *One Earth*, p. S2590332223003962, set. 2023, doi: 10.1016/j.oneear.2023.08.017.
- [106] C. S. von Bartheld e F. Giannessi, «The Paratympanic Organ: A Barometer and Altimeter in the Middle Ear of Birds?», *J Exp Zool B Mol Dev Evol*, vol. 316, fasc. 6, pp. 402–408, set. 2011, doi: 10.1002/jez.b.21422.
- [107] «Animals | Free Full-Text | Significantly Earlier Spring Migration in Most Bird Species at the Eastern Limit of Europe». Disponibile su: <https://www.mdpi.com/2076-2615/13/19/3031>
- [108] V. Brlík, «Ecological consequences of seasonal bird migration».



## Acknowledgements

All the work was carried out on the basis of the material offered by the Italian Wood Pigeon Club.

We would like to thank the President, the Board of Directors and all the Reporters who contributed to the MCL monitoring with detailed daily records of the migration, study material without which it would not have been possible to carry out this thesis.

We would like to thank Professor Keith Hobson and his team, who by providing the Italian Wood Pigeon Club with the very first results of his research, has allowed the citation of innovative data about the origins of MCL migration (*work in progress*).

A special thanks goes to Vasco Feligetti, head of MCL and "Hobson project" for the Italian Wood Pigeon Club, who took care of the entry of the data into the Club's databases.

Similarly, we would like to thank the Editor of the Italian Journal Woodpigeon Research: Enrico Cavina, who contributed to the study analysis of all the material available, also based on 70 years of experience in the field.

We would like to thank Professor Leonida Fusani (University of Vienna) who introduced the author to the correct channel of collaboration and access to the Study's data.

*All references taken from literature and the Web, including images, diagrams and tables, of "Copyright" public coverage, remain such in respect of the intellectual property of the same and have been reported here exclusively for study purposes in the context of university activities. Not reproducible.*

*The numerical data reported in graphs and tables, and their counts, are so numerous that marginal errors cannot be excluded. However, the overall numerical reliability is fully reliable.*







UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

Scuola di Agraria



# La Migrazione Autunnale del Colombaccio (*Columba palumbus*) in Italia:

ANALISI DI UN QUINQUENNIO (2017-2022)  
SU SEI CORRIDOI DI TRANSITO,  
CON FOCUS SU ECOLOGIA SENSITIVA BAROMETRICA

Corso di Laurea in Scienze Faunistiche – Classe L38

Classe delle lauree in Scienze Zootecniche e Tecnologie delle Produzioni Animali

Relatore: **Marco Zaccaroni** | Candidato: **Tommaso Lipparelli** | Anno Accademico 2022/2023

## Indice

- Introduzione - 1
- Materia - 3
- Anatomia del Colombaccio - 4
- Spazio - 6
- Tempo - 12
- Materiali e Metodi - 14
- Risultati - 26
- Discussione - 37
- Conclusioni - 44
- Appendice - 46
- Bibliografia - 54
- Ringraziamenti - 62

## Introduzione

La specie “Colombaccio” (*Columba palumbus*) gode di ottima salute in tutto il Paleartico Occidentale, in Europa e in Italia. Nell’ultimo decennio, ed ancor più quinquennio, vive un forte incremento delle varie popolazioni nidificanti, migratorie, svernanti e stanziali (*Bird Life census*) [1].

Se consideriamo lo studio fenologico ( “*The origin of phenology was as a branch of natural history and the study of how species react to external stimuli; it is now an important area of climate impacts research.*” – *ENC. of Biodiversity 2013, pag. 103-108. Science direct* - [2]) come base di evidenziazione dei cambiamenti comportamentali di una specie, nello specifico il Colombaccio, di fronte ai supposti cambiamenti climatici in atto, ci troviamo di fronte a numerosi campi di ricerca più o meno complessi. La Migrazione, come ancestrale strategia di sopravvivenza, si pone come fenomeno particolarmente connesso ai cambiamenti climatici ambientali nei territori di nidificazione, transito e stop-over, svernamento e urbanizzazione.

*“The timing of key life events (phenology) is a critical part of nearly every important ecological relationship. Nowhere is this more evident than in the annual cycle of migratory birds: bird migration, breeding, and nesting are timed every spring to coincide with the peak availability of critical food sources in a delicate synchronization that occurs across large latitudinal gradients and diverse habitats. This synchrony between birds and key resources helps to ensure that birds survive migration and successfully reproduce”* [3], [4].



La penisola Italiana, noto “ponte” migratorio steso nel Mar Mediterraneo con le sue importanti caratteristiche orografiche, è da sempre attraversata da importanti e stabili flussi migratori, in autunno e primavera, di varie popolazioni di Colombacci, con origini sparse nel Palearctico Occidentale e oltre gli Urali [5].

Se queste premesse introduttive sono da considerarsi concettuali e scientificamente accettabili, pur generaliste, l'introduzione al nostro lavoro previsto deve comunque articolarsi in alcuni più dettagliati elementi di base che di fatto costituiscono premessa a tutto lo studio.

Sempre in termini di “premessa” ci è d'obbligo ricordare che tutto il nostro Lavoro si basa, oltre che sulla ricerca e consultazione Bibliografica, sui dati raccolti da membri e collaboratori del Club Italiano del Colombaccio (1997-2023) e connessi Web reports, Pubblicazioni scientifiche di letteratura internazionale e contributi di Citizen Science [6].

Le nostre premesse si articolano sugli elementi essenziali inerenti ogni indagine scientifica del mondo animale:

- **Materia** (corpo e strutture, popolazioni, ecosistema sensitivo e motorio, anatomo-fisiologia).
- **Spazio** (terra, aria, ambiente).
- **Tempo** (epoche geologiche, fotoperiodo, stagionalità).

E su questi tre elementi agiscono forze di **Energie** quali: energia metabolica, biochimica, magnetica, elettromagnetica, gravitazionale, pressoria da Pressione Atmosferica e Sismica, fotonica, termica, nucleare, solare e cosmica.

Date queste premesse, ci è d'obbligo sottolineare lo svolgimento di analisi del nostro studio: fatta la base di monitoraggio, registrato per cinque anni, tutto il materiale raccolto si offre all'analisi globale e settoriale della fenologia migratoria verificata nel quinquennio. Analisi che si allinea a precedenti Lavori (<https://journal.ilcolombaccio.it/> - *IJWR Journal online* [7]) svolti nel serbatoio di monitoraggio messo a disposizione dal Club Italiano del Colombaccio. Al di là di analisi di studio a tutto campo, lo scopo del nostro lavoro vuole arricchirsi di elementi di vera Ricerca (analitica e comparativa) originale, in un settore di ecologia sensitiva per lo più inesplorato nell'avifauna selvatica.

Tra i fattori abiotici che incidono sulle decisioni migratorie vi è indubbiamente il senso barometrico, immerso nello stato atmosferico di ogni fase migratoria: il materiale che abbiamo raccolto e analizzato si presta ad una analisi temporale sviluppata sull'andamento della migrazione e comparata con l'andamento barometrico dello stato atmosferico.

Questo approfondimento vuole quindi essere un contributo di conoscenza, ricerca retroattiva e verifica critica sulla funzione dell'organo Paratimpanico di Vitali (PTO) quale supposto Barometro/Altimetro biologico.



## Materia

### - CENSUS

Le popolazioni del Paleartico Occidentale sono stimate a 20.500.000-29.000.000 di coppie, equivalenti a 41.000.000-58.000.000 di individui. Questa valutazione (2015) viene considerata approssimativa, tant'è che viene corretta nel Testo "Bird Life International 2022" [8], in una verosimile forbice tra 51.000.000-73.000.000 sulla base, però, di segnalata carenza di attuali validazioni documentali.

La mancanza di accurati Lavori di censimento nelle aree di nidificazione è stata confermata da Alexander Mischenko (Severstov Institute of Ecology and Evolution - Russian Academy of Science [9]) in un Editoriale (2018) per Italian Journal Woodpigeon Research (*ijwr-vol-1-2018-editorials* [10]) e in ulteriori corrispondenze dirette (20/8/2023) con l'Editorial Board del Journal.

La carenza propriamente Istituzionale, in particolare per il Colombaccio, è davvero preoccupante, anche secondo Bird Life (2022) [8].

L'altro elemento di massimo interesse attuale è certamente l'incremento globale di tutte le popolazioni del Paleartico Occidentale. Pur mancando dati scientifici delle aree di nidificazione, abbiamo accesso a dati indiretti delle Migrazioni che derivano dal monitoraggio visivo e che rappresentano approssimativamente il 10% del totale migrante dagli Urali sino alle coste Atlantiche. Le valutazioni più attendibili si hanno da Francia (Pirenei) e Scandinavia (Falsterbo), dove in particolare si rileva un incremento importante dei Colombacci nidificanti Europei.

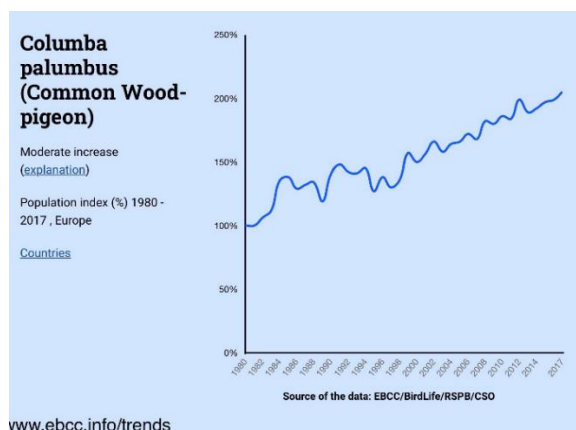


Grafico di incremento europeo, fonte: Bird Life [11].

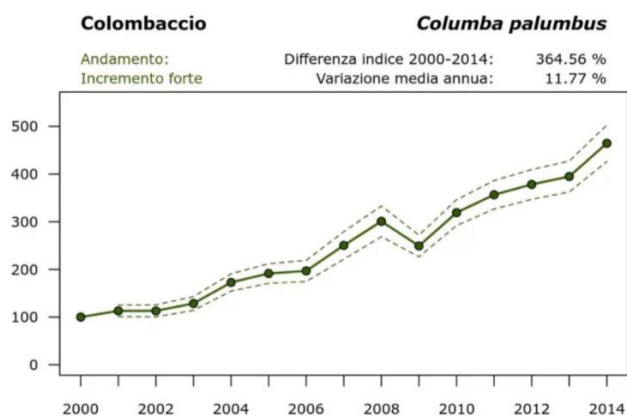


Grafico di incremento italiano, fonte: MITO2000 [12].

Anche i dati italiani, raccolti dal 1997 ad oggi dal Club Italiano del Colombaccio, confermano questa tendenza dalle valutazioni assolute di Cacciatori/Osservatori che hanno esperienze decennali sul campo. Tutte le stime basate sull'esperienza tradizionale segnalano un incremento del 200-300% nell'ultimo quinquennio.



## Anatomia del Colombaccio

Questo argomento è fondamentale per comprendere le dinamiche fisiologiche e propriamente fisiche che caratterizzano il volo migratorio, tutte dinamiche che sono inserite nell'ecologia migratoria metabolica e sensitiva.

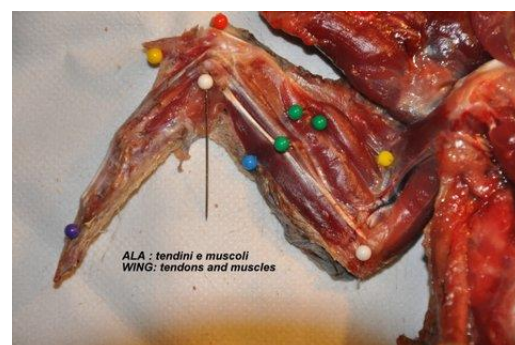
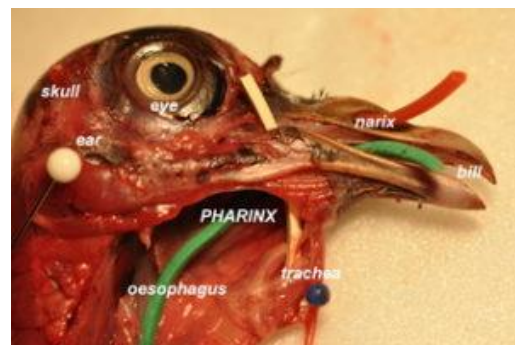
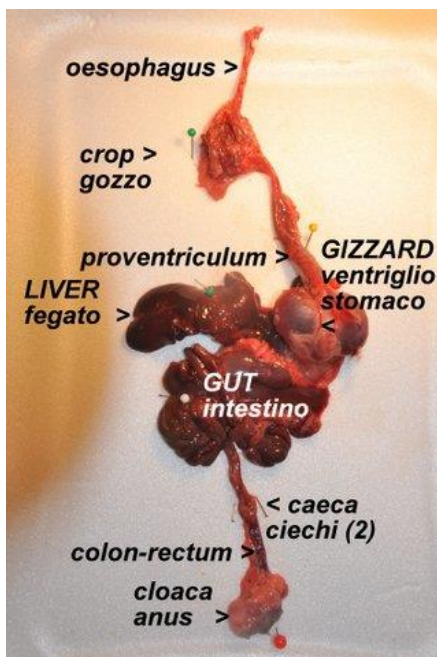
Integralmente da Wikipedia: *“Il colombaccio è lungo dai 40 ai 42 cm e, perciò, sostanzialmente più grande del piccione (Columba livia). La sua apertura alare va dai 75 agli 80 cm e può pesare dai 460 ai 570 grammi. I sessi si assomigliano: la testa e la schiena sono bluastri, la coda e la punta delle ali scure. Il petto è di un colore rosa-grigio un po' più chiaro. Una caratteristica tipica sono le macchie bianche sul collo, che tuttavia non formano un anello. Il collo ha una colorazione verdastra. Durante il volo, sulla parte superiore delle ali, si possono riconoscere delle fasce trasversali bianche che sono il principale segno di riconoscimento dalle specie simili (Piccione Comune e Colombella)”* [13].

Ovviamente, non è questa la sede per sviluppare la complessità e particolarità dell'argomento “Anatomia e connessa Fisiologia”, ma desideriamo preliminarmente citare elementi che riguardano la dinamica del volo e più propriamente del volo migratorio che si sviluppa tra le contingenti variabili fisiche dell'atmosfera.

Alla base delle condizioni favorevoli per la migrazione vi è senza dubbio lo status fisico corporeo raggiunto nel periodo post-nidificazione (adulti e nidiacei), lo status ormonale post-vernamento e le raggiunte riserve energetiche accumulate, rinnovabili durante stop-over, utili allo sforzo migratorio.

L'integrità dell'apparato digerente, e connesse attività metaboliche ed equilibri ormonali, rispondono (“zugunrhue” [14]) a queste necessità di consumo, come dimostrato da numerose ricerche.

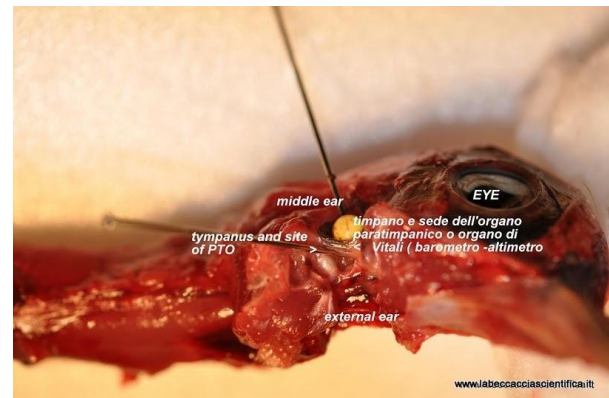
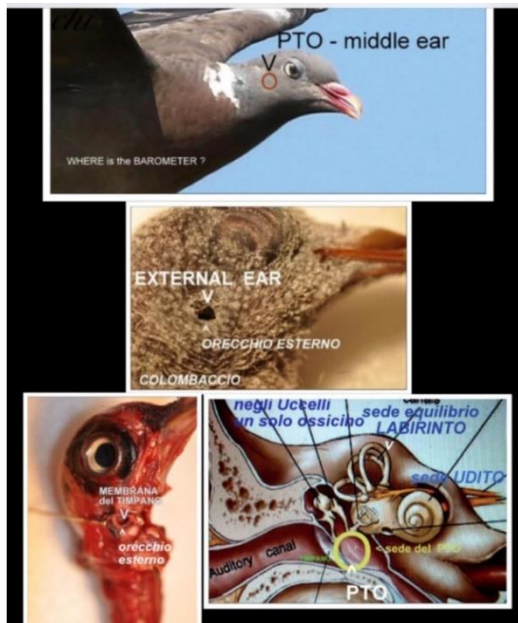
Meno conosciute e studiate, le basi anatomiche eco-sensitve, sono utili alle decisioni di volo migratorio (risparmio energetico) e suo sviluppo geografico (flessibilità rispetto alle condizioni ambientali) breve, medio, lungo in dipendenza di fattori abiotici e biotici. L'ecosistema sensitivo ha di certo la sua sublimazione funzionale nei gangli e centri nervosi centrali (Cerebellum) che regolano i comandi funzionali dei potenti muscoli del volo.





Gli stimoli periferici agiscono su cellule sensitive, quali meccanorecettori di penne e tegumenti, termorecettori, chemiorecettori dell'olfatto e del gusto, fotorecettori della retina e della ghiandola pineale, magneto-recettori di retina, becco e orecchio interno e baro-recettori del timpano e dell'organo paratimpanico di Vitali nell'orecchio medio ("PTO") [15] [16].

Le conformazioni ultrastrutturali di questi "sensori" variano in dipendenza delle varie funzioni e sono finalizzate a recepire lo stimolo da trasmettere alle terminazioni nervose situate alle loro basi cellulari.



Schematizzazione anatomico-chirurgica tratta dal materiale del Club Italiano del Colombaccio (dissezione chirurgica dell'Editor IJWR).

"Anatomy of avian rictal bristles in Caprimulgiformes reveals reduced tactile function in open-habitat, partially diurnal foraging species" [17].

"The biophysics of bird flight: functional relationships integrate aerodynamics, morphology, kinematics, muscles and sensors" [18].

"Airflow Sensors in the Avian Wing" [19].

Abbiamo voluto selezionare un focus anatomico sulle strutture cellulari sensitive solo per ricordare la complessità dell'ecosistema sensitivo, così importante per le decisioni migratorie, e nello stesso tempo segnalare come in questo settore la ricerca è carente e per alcuni "echi" (PTO) spesso ignorata, come rilevato da "Paul Wildlifewriter" nel suo blog: "Thewildlifewriter" [20].

Rimane punto di riferimento il testo monografico di G. R. Martin: "The sensory ecology of birds" (Oxford avian biology series-2017 [21]).

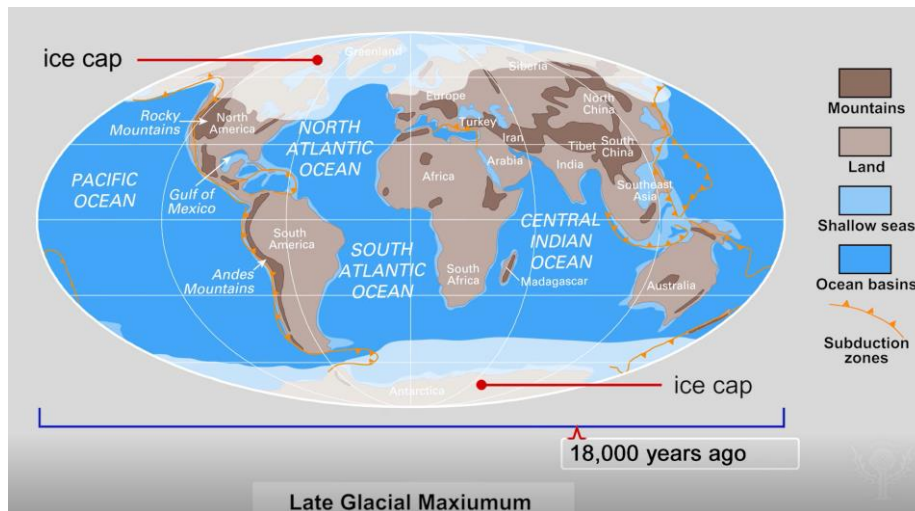
Di particolare rilievo è la recentissima pubblicazione di uno studio, di fatto sperimentale, nel quale un gruppo di ricerca internazionale ha monitorato tramite GPS gli involi migratori di 4 specie di Passeriformi del Nord-America collegandoli alla registrazione in diretta della pressione atmosferica, confermando la prevalente importanza dell'incremento della pressione atmosferica come stimolo principale all'involto migratorio, comparandolo anche con altri fattori abiotici ("Atmospheric pressure predicts probability of departure for migratory songbirds" [21]).



## Spazio

### - PREISTORIA DELLA MIGRAZIONE DEGLI UCCELLI E TERRITORI

Passando alle citazioni basiche degli “spazi” di vita (terre ed atmosfera) delle migrazioni dei Colombacci, ci sembra importante una breve e sintetica analisi strettamente legata alla genetica delle Migrazioni e alla teoria della Deriva dei Continenti.



Nel periodo corrispondente al Pleistocene superiore (126.000-15.000 a.C.) le condizioni climatiche hanno favorito lo sviluppo di molte specie animali, comprese quelle aviarie. Lo studio della preistoria delle migrazioni animali è tutt’ora oggetto di approfondite discussioni e interpretazioni.

Sappiamo con certezza che i Columbidi erano presenti al tempo del “Diluvio Universale” (3.400 a.C.), ma certamente la Specie si era sviluppata ed evoluta milioni di anni prima nel territorio dell’attuale Palearctico Occidentale e, seguendo le teorie migratorie legate alla Deriva dei Continenti, ha modificato in vario modo rotte migratorie di lunghezza variabile a seconda dei cambiamenti climatici e relativi cambiamenti nelle condizioni ambientali della vita vegetale e animale.



Prima della fine dell’ultima era glaciale una vasta area geografica centro-europea, al di sopra delle Alpi, è totalmente occupata dai ghiacci e le verosimili linee migratorie si sviluppano sopra e sotto questa area.



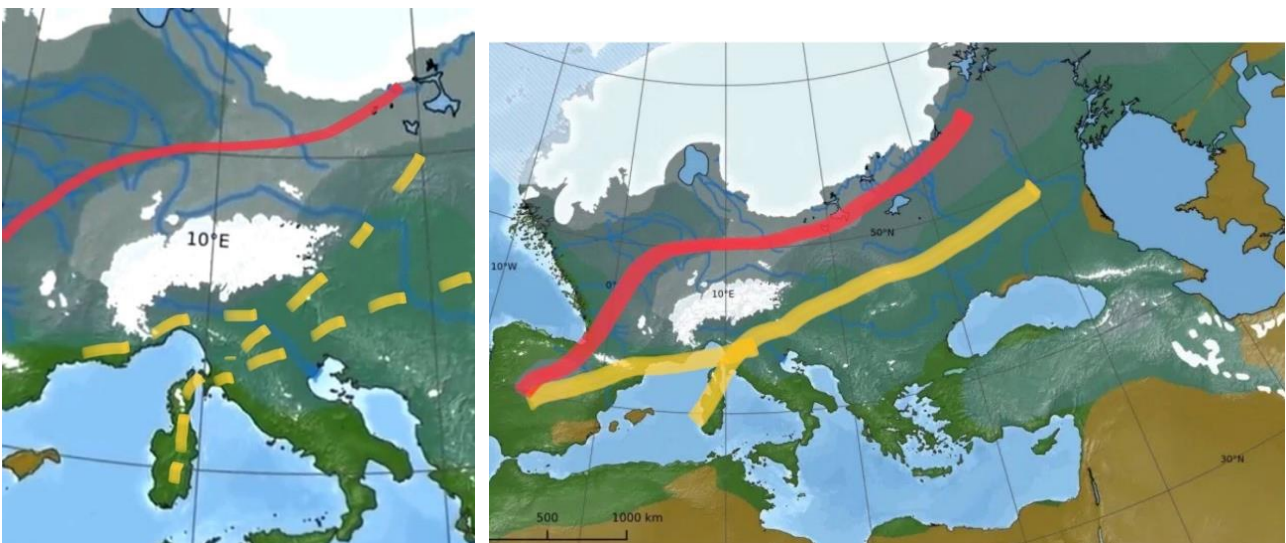
Al di sotto delle Alpi tutta l’area geografica oggi compresa tra la penisola dell’Istria, il Mar Adriatico e il versante Tirrenico, oggi Arcipelago Toscano era connessa con Corsica e Sardegna e costituiva il corridoio terrestre sul quale si sviluppava la Direttrice Migratoria Mediterranea.



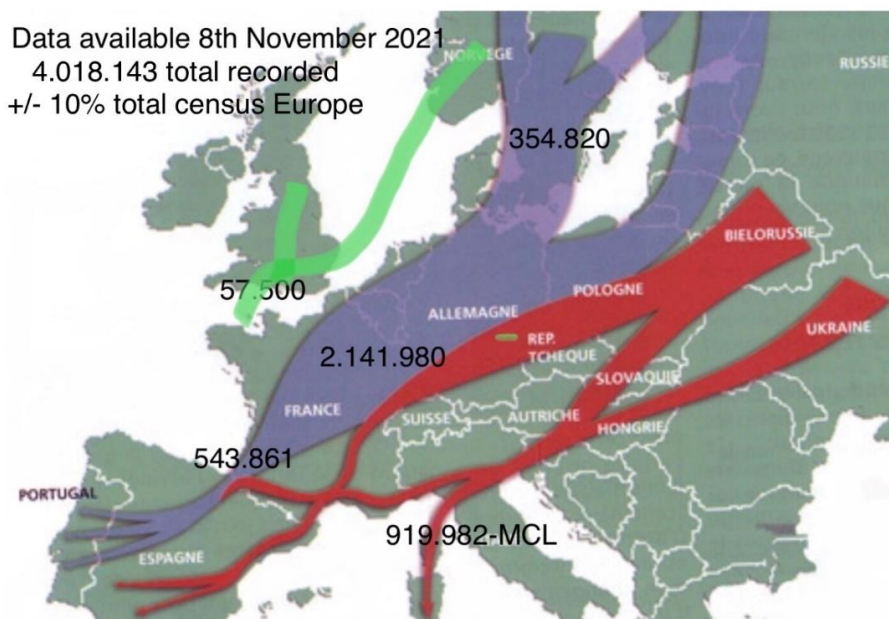


Il nostro interesse si focalizza sul percorso attuale delle due principali rotte migratorie: Nord Europa (Baltico) ed Europa Meridionale (Mediterraneo). Alla fine del Pleistocene (15.000-10.500 a.C.), in corrispondenza del residuo territorio glaciale presente al di sopra delle attuali Alpi centrali, si svilupparono le condizioni di due linee migratorie, una al Nord e una al Sud, quest'ultima corrispondente all'attuale "Flyway" del Mediterraneo.

È evidente che il tracciato più meridionale della Via Mediterranea corrisponde ad un percorso che sorvolava le terre emerse (15.000-10.500 a.C.): l'Istria ad Est e la Corsica-Sardegna ad Ovest, e che di fatto aveva come confini a Sud il mare Adriatico, all'altezza di Ancona (Marche), e sul versante tirrenico costituiva un ponte territoriale tra l'Italia e la Corsica, che oggi corrisponde al preferenziale percorso migratorio dell'attuale Arcipelago Toscano, dopo il graduale innalzamento del Mar Mediterraneo, che ha stabilito l'attuale stato dell'alto Adriatico e conseguentemente il sorvolo del mare dall'Istria alla costa adriatica, e dalla costa tirrenica alla Corsica, direttrice sulle isole dell'Arcipelago Toscano.



Quindi, rispetto all'evoluzione delle terre emerse dopo l'ultima glaciazione i percorsi attuali sulle grandi direttrici del Palearctico occidentale si rappresentano come nella figura seguente:



Considerazione: costa adriatica delle Marche (170km) e territori interni (Marche-Umbria) verso la costa tirrenica si trovano esattamente al limite meridionale di questa zona di territori emersi/sommersi in ere geologiche evolutive. L'evoluzione e le mutazioni genetiche (DNA e migrazioni) conseguenti ai mutamenti epocali, geologici e climatici sono oggi oggetto di ricerca molecolare approfondita:

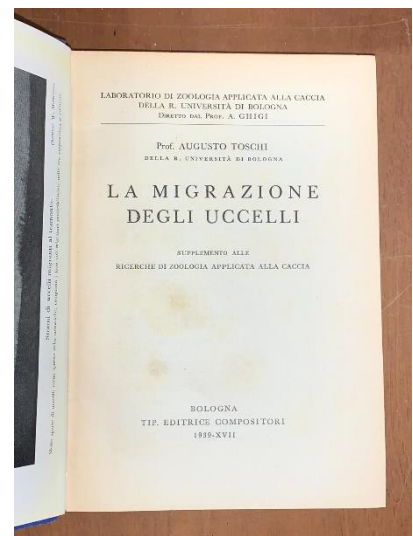
“The Genetics and Evolution of Avian Migration” [22].

“Individual variability and versatility in an eco-evolutionary model of avian migration” [23].

“Identification of a gene associated with avian migratory behaviour” [24].

Superando i riferimenti alla “preistoria”, non è fuori luogo sottolineare che anche di recente si sono registrati importanti cambiamenti delle direttrici migratorie in Italia.

Marche e Umbria sono state interessate negli ultimi 75 anni da un'inevitabile evoluzione delle caratteristiche migratorie della specie *Columba palumbus*. Prima del 1945, e precedentemente alla Seconda Guerra Mondiale, il corridoio migratorio su Marche e Umbria è stato il principale rispetto ai corridoi più a Nord, ma subito dopo la fine della Guerra, la riapertura della caccia al Colombaccio in questa vasta area di Centro Italia dovette constatare che questa rotta migratoria era stata quasi del tutto abbandonata a favore di un corridoio migratorio più frequentato, 100-200 km più a Nord in Emilia/Toscana. La più probabile spiegazione, non supportata da riscontri strettamente scientifici, si riferiva al fenomeno delle immense aree boschive dell'Europa centro-orientale e della Russia, che avevano subito grandi danni e fasi di massiccio disboscamento legate alle necessità militari di utilizzare legname in questo lungo periodo. Di fatto, dunque, le aree di nidificazione si erano probabilmente spostate più a nord e analogamente così la rotta migratoria. Esistono tracce documentali del fenomeno in alcuni articoli di “Diana Magazine” (Ed. Olimpia) degli anni 50. L'Editor del Journal del Club, allora adolescente, è stato comunque un testimone diretto del fenomeno.



Oggi, soprattutto nell'ultimo decennio, corrispondente alla probabile ricrescita delle aree boscate dopo 70 anni, stiamo assistendo ad un'impressionante ripresa delle migrazioni sulle Marche e sull'Umbria, sebbene resti prevalente la rotta Toscana del Mugello. Il tutto nell'ambito della crescita impressionante delle popolazioni di *Columba palumbus* (+ 200-300%) negli ultimi anni.

Non ci sono stati studi finalizzati all'individuazione di eventuali mutazioni genetiche a carico delle popolazioni nord-orientali che, durante la metà di un secolo, hanno parzialmente modificato il loro comportamento migratorio “flessibile”.



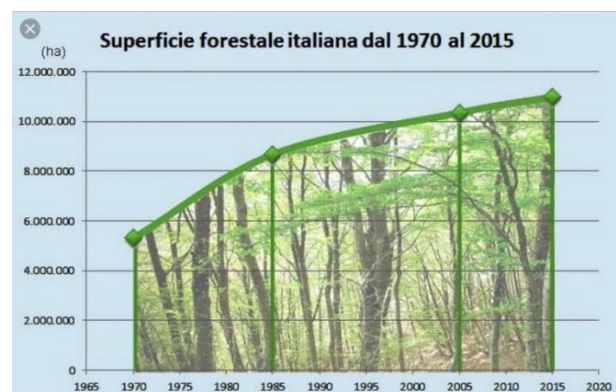
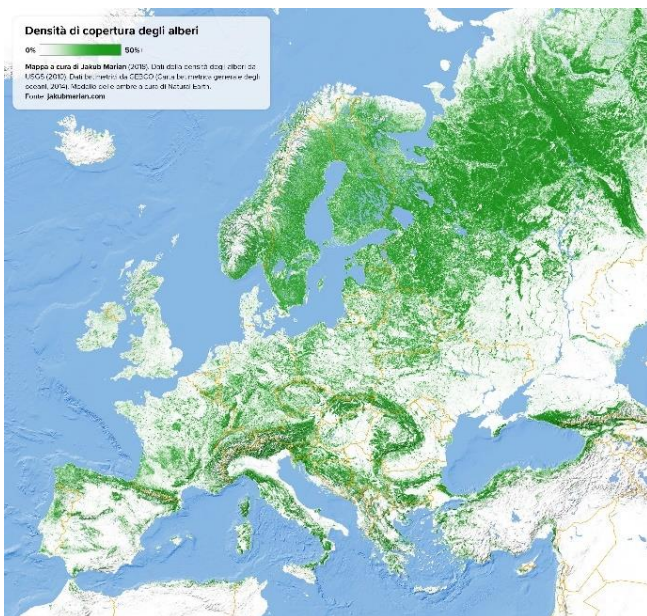
## - AMBIENTE VEGETAZIONALE DEI TERRITORI EUROPEI

L'alimentazione dei Colombacci, quasi totalmente onnivori, dipende strettamente dalla disponibilità di vegetali, sia di boschi e foreste, che di coltivazioni agricole nei territori di nidificazione, stop-over, svernamento o stanzialità. La disponibilità è ovviamente stagionale e fortemente connessa agli andamenti e cambiamenti climatici; quindi, lo status delle popolazioni diventa esso stesso un indicatore della condizione climatica corrente e della biodiversità territoriale e agricola.

Il Colombaccio si ciba in prevalenza di sostanze vegetali: semi di graminacee e leguminose, granaglie, bacche, ghiande e altri frutti di piante forestali o di filari perifluviali, specie nei territori di arrivo quando vi è la necessità di idratarsi; occasionalmente piccoli invertebrati. È molto probabile che le scelte di sosta dipendano anche dall'olfatto, indicatore dello stato di maturazione e digeribilità dei vegetali ("THE INFLUENCE OF OLFACTORY NERVE SECTION ON THE HOMING CAPACITY OF CARRIER PIGEONS" [25]). In Italia lo status stagionale di querce, faggi, sughere, cerri e lecci nei boschi e di grano, mais, sorgo, girasoli, riso e leguminose nei terreni agricoli, è fondamentale sia nelle scelte e nel timing di stop-over, sia per lo svernamento (Sardegna).

**“Le foreste europee sono in espansione.** Nel corso degli ultimi trent'anni l'aumento è stato di circa il 9% e, secondo le ultime stime, nel 2020 hanno raggiunto i **227 milioni di ettari**, pari a oltre un terzo dell'intera superficie del continente. A crescere è anche il patrimonio forestale italiano che ha raggiunto livelli mai visti prima nel corso degli ultimi secoli: 11,4 milioni di ettari (tra foreste e altre aree boscate come gli arbusteti) pari a quasi il 40% della superficie nazionale, con un incremento che se consideriamo gli ultimi 80 anni è stato addirittura del 75%.” [26].

In Italia la superficie di foreste è aumentata da poco più di 5Mln di ettari a 11Mln dal 1970 al 2015.



[27]

L'importanza delle foreste e di tutte le aree boschive più o meno estese, anche dei parchi cittadini, è assoluta per la Specie, dato che nidifica quasi esclusivamente sugli alberi. Questo vale anche per le aree di riposo notturno e diurno. Tutte queste aree offrono, come già sopra rilevato, stagionali opportunità alimentari (fruttificazione) a volte assolute o comunque rilevanti.





L'**agricoltura** e le attività umane connesse hanno influito notevolmente sulla crescita numerica ed espansione della Specie in Europa. In particolare, le colture intensive di grano, mais, girasole, soia, e riso, in tutte le aree di nidificazione influiscono altresì sulle scelte delle aree di sosta e di svernamento. In alcuni casi, come in Nord Africa, lo sviluppo agricolo ha spinto alcune popolazioni a divenire stanziali, capaci anche di effettuare erratismi di massa di lunga distanza nelle stesse aree di svernamento.

Nelle isole Britanniche, dove la Specie è evoluta come stanziale e/o parzialmente migratrice, molti aspetti dell'alimentazione sono stati studiati da Murton R.K. ("The Breeding of Woodpigeon Populations" [28]) e la Specie è considerata nociva per l'agricoltura.

Le aree di colture intensive, specie se limitrofe ad importanti aree boschive, svolgono stagionalmente un ruolo importante, se non predominante, sulla fenologia del periodo di nidificazione, di sosta e di svernamento. Le attività umane e gli eventi casuali meteorologici possono modificare queste funzioni.

L'alternarsi di tipologie agricole e attività di coltivazione (mietitura, raccolta, aratura, semina) possono modificare gli ambienti di vita del Colombaccio, anche in termini sostanziali e definitivi di cambiamenti sulle scelte fenologiche di alcune popolazioni della Specie.

Dai grandi dormitori, o luoghi di riposo, con varie tempistiche giornaliere, grandi quantità di Colombacci si spostano (A/R) sui luoghi di alimentazione o abbeverata anche a distanza di decine di chilometri. Ne fanno fede alcune testimonianze dirette, come grandi spostamenti giornalieri invernali (svernamento a breve distanza) dai boschi del complesso montano Rodopi (confine greco-bulgaro, valle dell'Evros) alle grandi risaie oltre il confine turco del fiume Evros e suo delta.

In Italia fa fede la dettagliata registrazione degli spostamenti dalla foresta della Mesola e dintorni di Denis Bianchi: "Le pigeon ramier la côte Adriatique et ses fôrets, migration escale et hivernage au bois de la Mesola" [29].

Anche la sequenzialità di modifiche dell'ambiente agricolo dopo nubifragi può condizionare le scelte dei luoghi di alimentazione: alcuni anni fa, sempre nell'area della Mesola, dopo un intenso nubifragio di fine estate, grandi estensioni di coltivazioni intensive di granturco, grano, girasoli e soia erano rimaste con gli steli schiacciati sul terreno e non sono state effettuate raccolte complete, quindi decine di migliaia di Colombacci si spostavano regolarmente su questi territori anche a decine di chilometri dai dormitori della Mesola. In questo ultimo anno nella stessa area le attività di semina anticipate hanno determinato un'offerta insperata di cibo appena seminato e i Colombacci hanno determinato gravi danni agli agricoltori (2022).

Quanto sopra esposto è solo per evidenziare qualche dettaglio delle numerose variabili che possono incidere sulla fenologia temporanea, sia in fase di nidificazione sia in fasi successive, durante le quali la grande qualità del Colombaccio, la flessibilità, ne consente l'ottimo status di conservazione.

Tutte le analisi di territorio, oltre all'orografia specifica geografica, devono tener conto di Latitudine e Longitudine (anche nei termini di fotoperiodo) nei relativi punti di osservazione e registrazione dei dati migratori.

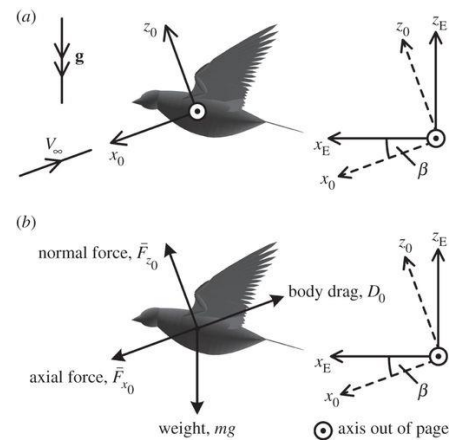


- SPAZIO AEREO: ATMOSFERA

Lo spazio dominante per la vita stessa di quasi tutte le Specie ornitiche è indubbiamente lo spazio aereo, l'Atmosfera, con tutte le sue componenti fisiche, energetiche e caratteristiche a vari livelli di altitudine (sia su livello del mare sia da terra), anche in relazione all'orografia: qui si realizzano dipendenze energetiche (anche temporali nella loro variabilità) quali temperatura, umidità, pressione atmosferica, luminosità, raggi ultravioletti, visibilità, venti, piogge, inquinamento chimico e biologico e odori (Aerobiologia-Aeroecologia). Tutte le Specie migratorie risentono notevolmente di queste variabili, anche in dipendenza delle caratteristiche di volo e relative caratteristiche anatomiche. Sono quindi da considerare come fattori "abiotici" influenzanti le migrazioni e che sono strettamente legati alle condizioni meteorologiche e climatiche anche in feedback con le condizioni del suolo "sotto" e della stratosfera "sopra".

Nello specifico del nostro studio, la Specie migratrice Colombaccio ha prevalenza assoluta di volo migratorio "battuto" (flapping) dove si esplicano forze aerodinamiche sopra e sotto i piani alari che trovano supporto o contrasto nella forza e direzione dei venti e nella pressione atmosferica. "Aerodynamics of bird flight" [30].

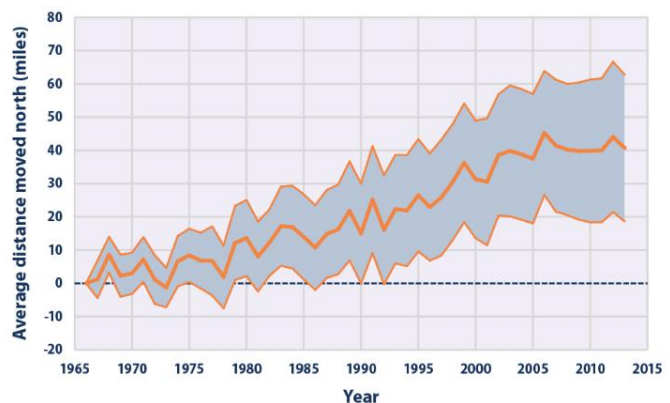
Le varie condizioni di pressione atmosferica, più o meno stabili ed estese per veri corridoi altimetrici, sono alla base della fluidità del volo migratorio e connesso consumo di riserve energetiche.



La previsione, constatazione o percezione (ecologia sensitiva) delle condizioni di volo più favorevoli si esplica attraverso le funzioni sensorie di mecano-recettori e supposto organo para-timpanico di Vitali (PTO) cosiddetto barometro e altimetro biologico, già definito nel 1911 da Giovanni Vitali stesso: "organo del volo" (Cavina E. (2021) - The "Organ of Flight": Paratympnic Organ (PTO) of Vitali in Wild Birds as Biological Barometer-Altimeter [31]). Ciò appare più evidente nei grandi movimenti di massa, come abbiamo rilevato nel nostro studio, ed è pienamente finalizzato al successo della migrazione e alla sopravvivenza della Specie.

In definitiva di premessa, ci sembra indispensabile sottolineare che lo studio fenologico della migrazione non può essere disconnesso dal collaterale studio analitico delle condizioni meteorologiche e climatiche:

**Climate Change Indicators: Bird Wintering Ranges - U.S. Environmental Protection Agency** - This figure shows annual change in latitude of bird center of abundance for 305 widespread bird species in North America from 1966 to 2013. Each winter is represented by the year in which it began. The shaded band shows the likely range for the average, based on how all the individual species have moved over time.



Lo sviluppo delle metodologie di studio correlanti le condizioni meteo alle migrazioni ha portato ad un notevole miglioramento di metodi di monitoraggio, utilizzando anche stazioni meteorologiche radar. L'utilizzo dei radar nel monitoraggio migratorio si è sviluppato prevalentemente sulle migrazioni notturne, ma più recentemente, in dipendenza di opportune modifiche tecnologiche, il monitoraggio radar comincia ad essere utilizzato anche durante il giorno ("Inbound arrivals: using weather surveillance radar to quantify the diurnal timing of spring trans-Gulf bird migration [32]).



## Tempo

Il trascorrere del tempo attraverso le epoche e le ere, più o meno lento o caratterizzato da eventi improvvisi (cataclismi oceanici, caduta meteoriti, eruzioni vulcaniche), è alla base dei mutamenti geologici quali quelli già riportati a proposito della Flyway Mediterranea (Balcani, Istria, Val Padana, Arcipelago Toscano, Corsica e Sardegna) nonché dei mutamenti climatici e conseguenze sulla biodiversità.

Più recentemente, dopo l'ultima glaciazione, il modificarsi delle stagioni è stato scandito dal tempo anche in termini di esposizione all'energia solare e connessa stabilità del sistema planetario e dell'asse terrestre. È in questi termini che presumiamo si siano sviluppate anche le Migrazioni dei Columbidi, via via trasportati dalla deriva dei continenti. Su questa direttrice al di sotto delle Alpi e di quella che fu l'ultima vasta area di ghiacci Centro Europei si è consolidata la Flyway Mediterranea, temporalmente regolata dalle stagioni.

La base temporale assoluta che incide sulla biologia del Colombaccio, inclusi tutti gli aspetti di ecologia migratoria, in termini di modificazioni ormonali e metaboliche, va identificata nel "fotoperiodo" a varie latitudini e longitudini. La lunghezza della luce diurna, o fotoperiodo, incide, oltre che sull'ambiente, su tutte le attività nei periodi di nidificazione, di stop-over migratorio e di svernamento. Durante la migrazione, dopo le soste, il fotoperiodo o, meglio, la locazione del sole all'orizzonte, è alla base degli orari di partenza e di sosta notturna.

In genere, la maggior parte delle partenze avviene nelle prime ore del mattino ed un ruolo particolare è riferito al livello d'insolazione e relativi incrementi termici in aria e sul terreno. Un esempio classico è la scelta estemporanea dei "canaloni" appenninici, utili al valico a Sud-Ovest dei crinali dell'Appennino: quando il sole con buona e diffusa intensità riscalda il versante orientale durante le primissime ore diurne le onde termiche facilitano il sostentamento del volo.

In genere la regolarità della migrazione si caratterizza anche per la continuità ripetitiva degli orari di volo, ovviamente anche irregolarmente dipendenti dalle condizioni meteorologiche locali (venti, pioggia, nebbia). La lunghezza dei viaggi migratori incide ovviamente sui "tempi di volo" (volo battente) e quindi questi tempi incidono sui consumi energetici e sullo status corporeo, condizione importante per affrontare il periodo di svernamento e successivamente importante (status ormonale) per il periodo di risalita e nidificazione.

Un aspetto particolare della migrazione del Colombaccio è il rapporto "partenze/intensità della migrazione" e fasi Lunari, nonché la migrazione notturna.

Nelle tradizioni di conoscenze venatorie è molto radicato il convincimento che le fasi Lunari incidano in maniera determinante sulla migrazione, financo ad indurre, specie in Francia, la realizzazione annuale di previsioni calendarizzate della migrazione. Ben sappiamo che le fasi Lunari sono convincentemente relazionate alle fasi di crescita (in particolare "semina") del mondo vegetale. Ben sappiamo che dalla Luna (effetto gravitazionale) dipendono le maree. Sappiamo anche che la Luna esercita sulla Terra ed i suoi abitanti bioritmi energetici gravitazionali e geomagnetici, ma a tutt'oggi anche nei più recenti Lavori scientifici mancano evidenze sulle effettive modalità di correlazioni con la vita vegetale e animale. L'argomento, largamente esplorabile sul Web ("The lunar cycle drives migration of a nocturnal bird" [33]), rimane avvolto da insicure spiegazioni scientifiche e solo a volte supportato da approfondimenti di vera Ricerca. È stato anche affermato che alcune attività ormonali (G. Norevik) possono essere influenzate da forze gravitazionali lunari.



Nelle esperienze di ricerca e monitoraggio del Club Italiano del Colombaccio quello che emerge chiaramente è il rapporto tra Migrazione e Superficie illuminata della Luna: in oltre il 60% degli involi di massa la Luna è illuminata per oltre il 40% della sua superficie totale [34].

Per quanto riguarda la possibilità che i Colombacci, notoriamente migratori diurni, migrino anche di notte, da sempre erano presenti illazioni indirette e verifiche sul campo: grandi branchi arrivati al crepuscolo in boschi monitorati e non più presenti alle prime luci del giorno dopo; Migliaia di Colombacci assetati nei canali dell'area Mesola all'alba (area di arrivo notturno dopo trasvolata Adriatica); Testimonianze in Adriatico di pescatori in navigazione notturna davanti al Delta del Po; E, più recentemente, il monitoraggio di due Colombacci attrezzati con GPS seguiti in volo migratorio notturno tra Svizzera e Francia.

Ancora più recentemente una troupe televisiva italiana, occasionalmente a bordo di un traghetto tra Ancona e Croazia, ha potuto documentare inequivocabili voli notturni sull'Adriatico illuminato dalla Luna (Convegno CIC – Umbria Fiere 2019 - Caccia Village).

Alla fine dell'ottobre del 2015 l'involto di massa di oltre 200.000 Colombacci, in stop-over presso il Bosco della Mesola, avvenne totalmente nelle ore precedenti le prime luci dell'alba con un'esasperata visibilità notturna della catena appenninica dovuta alla Luna piena. L'evento notturno fu avvalorato dall'osservazione, avvenuta la sera prima, dell'arrivo di migliaia di Colombacci sul Bosco della Mesola.



## Materiali e Metodi

Il materiale base di tutto il nostro studio è rappresentato da 5.426.149 Colombacci (*Columba palumbus*) registrati in 5 anni (2017-2022) di migrazione autunnale in Italia, in 22.609 voli avvistati e valutati da 489 segnalatori, distribuiti ed attivi per ogni anno su 5 corridoi di transito peninsulare, più un sesto corridoio di transito e svernamento insulare che include Corsica (Francia) e Sardegna.

Le registrazioni per ogni stagione sono state effettuate dal 1° ottobre al 15 novembre, tenendo ben presente che nei giorni di martedì e venerdì di ogni settimana le attività venatorie sono vietate e solo pochi segnalatori si recano sul luogo di osservazione. Nella valutazione globale del quinquennio, con i movimenti migratori annuali e relative registrazioni bisogna tener presente che vi sono state differenze notevoli sul numero di segnalatori presenti sul campo ogni anno e di conseguenza variazioni nel numero delle osservazioni. Nella tabella sottostante rimarchiamo i dati essenziali per ogni anno:



### MCL 2017/ 2022

	Segnalatori	Segnalazioni	Colombacci
2017	72	1434	247.010
2018	43	1089	176.615
2020	152	7373	2.172.147
2021	116	4899	1.196.407
2022	106	7814	1.633.970
<b>Totale</b>	<b>489</b>	<b>22.609</b>	<b>5.426.149</b>

2019 sospeso

Dalla precedente tabella risulta bene evidente che “MCL”, per motivi esclusivamente tecnici, non è stato operativo nell’anno 2019, inquinando così la continuità sequenziale del quinquennio. Analizzando più in dettaglio il rapporto tra numero di segnalatori attivi e il numero di osservazioni, che corrispondono al numero dei voli osservati di Colombacci, otteniamo valori medi per segnalatore per anno:

Anno	Segnalatori	Voli	Colombacci	Voli/Segnalatore	Colombacci/Segnalatore	Colombacci/Volo
2017	72	1.434	247.010	19,91	3.430,69	172,25
2018	43	1.089	176.615	25,32	4.107,32	162,18
2019	0	N.D.	N.D.	/	/	/
2020	152	7.373	2.172.147	48,50	14.290,44	294,60
2021	116	4.899	1.196.407	42,23	10.313,85	244,21
2022	106	7.814	1.633.970	73,71	15.414,81	209,10
<b>Totale</b>	<b>489</b>	<b>22.609</b>	<b>5.426.149</b>	<b>46,23</b>	<b>11.096,41</b>	<b>239,99</b>





Questi primi dati di analisi permettono alcune considerazioni. Le variazioni nel numero dei segnalatori sono legate a diverse condizioni di promozione del progetto MCL nelle sequenze annuali, ed è evidente la differenza tra i primi due anni e gli ultimi tre. È inoltre evidente che la quantità di osservazioni di Voli e di Colombacci è strettamente legata alla quantità dei segnalatori. La media dell'entità numerica dei singoli voli è diversamente legata alle caratteristiche fenologiche della migrazione di ogni anno, e nello stesso tempo alle diversità dei luoghi di osservazione utilizzati anno per anno: Infatti un maggior numero di segnalatori nelle aree di arrivo (Mesola) e di partenza comporta l'osservazione e registrazione di branchi più numerosi, come rilevato nel Lavoro specifico: "FLOCKING : preliminary report on the autumn migration 2018 in Italy" [35].

I valori riferiti ai totali del quinquennio vanno considerati come grossolanamente indicativi sull'andamento di tutti i cinque anni e relative variabili annuali.

Se questo è il materiale basico del nostro studio attuale non possiamo non rilevare che esso si rappresenta come un "focus" particolare sugli ultimi anni di registrazione della Migrazione, registrazione e monitoraggio iniziati oltre 25 anni fa per le iniziative di "Citizen Science" condotte dai fondatori del Club Italiano del Colombaccio (CIC) e che oggi ci forniscono un materiale prezioso e quantitativamente unico. Queste iniziative si sono evolute negli anni, sempre con lo scopo di dare conoscenza più profonda alla fenologia migratoria, ben rendendosi conto che i metodi di Ricerca sempre più selettivi potevano fornire dati diretti ed indiretti più precisi ed utili all'elaborazione scientifica e statistica.

Nel 1996 Rinaldo Bucchi lanciò una prima raccolta di dati regionali per la Romagna, subito trasformata a livello Nazionale (1997) in "Progetto Colombaccio" [36].



Il Progetto Colombaccio nei 10 anni successivi (1997-2007) raccolse dati poi esposti in pubblicazioni informative, pur senza una precisa analisi scientifica, che si è poi realizzata per la collaborazione di Ricercatori Internazionali (Bird Migration Research Foundation -Prof P. Busse [37]) che ha portato alla pubblicazione sulla Rivista Internazionale "The Ring" del Lavoro "Cavina E., Bucchi R., Busse P. - "The general pattern of seasonal dynamics of the autumn migration of the Wood Pigeon *Columba palumbus* in Italy." [5] e successivamente della Monografia "La migrazione autunnale del colombaccio, *Columba palumbus*, in Italia - [38].

Il "Progetto Colombaccio", evoluto in "Progetto Colombaccio Italia" ha continuato la raccolta dati (2007-2022), pubblicati solo in termini di "Citizen Science" [36].



Come già accennato le metodologie di raccolta dati si sono evolute per iniziative di singoli membri del CIC in buona parte riportate su Italian Journal Woodpigeon Research – Journal di Citizen Science on-line dal 2017 [7].

Progetto Colombaccio Italia (PCI) ha continuato la raccolta dati cartacea ed è stato realizzato un data-base (Merli F. 2020), dall'analisi del quale deriva una relazione on-line [39] ricca di dettagli e grafici riferiti a 200.006 voli, registrati per più decenni.

Di particolare interesse l'analisi degli 88.180 capi abbattuti, possiamo dire unica per entità numerica di materiale corporeo direttamente esaminato e catalogato sul campo, e da questa analisi la valutazione dell'età dei Colombacci migratori. PCI è stato anche riportato nella Monografia del Club in un capitolo redatto da Sauro Giannerini ("La migrazione autunnale del colombaccio in Italia" [38]). Tutti i dettagli di PCI sono raggiungibili dal sito del Progetto Colombaccio Italia [36].

La raccolta dei dati PCI prosegue negli anni (2022 incluso) nei termini di non-selezione ed esclusivamente a macchia di leopardo. Proprio in funzione della necessità di una "lettura" della Migrazione in termini di selezione dei corridoi migratori, Rinaldo Bucchi, ideatore e pioniere di Progetto Colombaccio (1996), a partire dal 2017 ha varato uno studio su "pettini" migratori basato sui rilievi e registrazioni di pochi selezionati Segnalatori.

Monitoraggio Selettivo Migrazione (MSM), già dal 2017, è consultabile nei dettagli on-line [40] [41].

Una delle prime sintesi di R. Bucchi è la seguente: "La selettività delle rilevazioni e l'elaborazione delle stesse hanno permesso di dare risalto a fenomeni propri dei territori monitorati ed alla loro successiva comparazione. Ne è scaturito un quadro d'insieme che ben rappresenta il passo post nuziale del Colombaccio nelle principali vie d'ingresso della migrazione "italiana". MSM ha una sua pubblicazione conclusiva (triennio) on-line su IJWR [42].

Si tratta di Lavori che non esitiamo a definire eccellenti per la completezza delle attenzioni d'indagine oltre che per alcuni riferimenti ad aspetti usualmente non considerati, come il rapporto con le fasi Lunari, i cambiamenti della pressione atmosferica, il fenomeno delle "strisce" e l'analisi dell'età dei migratori.

Altro contributo in termini di ricerca selettiva è stato prodotto da Denis Bianchi: "Migration du pigeon ramier depuis le Delta du Pô jusqu'à la Corse Escale et hivernage au Bois de Mesola année [43]. L'Autore, grande conoscitore della Migrazione sul bosco della Mesola e dintorni, riporta uno studio molto dettagliato e comparativo, supportato dalla conoscenza sul campo. I grafici presentati sono di grande interesse e per noi colmano il difetto di registrazione MCL 2019. Importanti gli approfondimenti, come "Comparaison du type de vols entre les Apennins le Delta du Pô et la Corse." e notizie relative allo svernamento.

Sempre a latere delle citazioni su esposte, connesse alle sperimentazioni di "selezione", ricordiamo due Lavori on-line sul Journal: "La selezione di un corridoio molto ristretto (long 300 Km - large 15-25 Km)" [44]; e "Un'analisi molto selezionata e regionale che tiene in particolare conto l'orografia interna di una Regione costiera come la Liguria" [45].

Anche se questi ultimi riferimenti "storici", relativi agli studi del Club, possono sembrare fuori tema di "materiali e metodi", abbiamo ritenuto essenziale inserirli perché rappresentano una lunga ed a volte sofferta base culturale e metodologica. Queste evoluzioni sperimentali hanno portato alla realizzazione di un'applicazione telematica che dal 2017 al 2022, con interruzione nel 2019, ha consentito la raccolta dati on-line in tempo reale.



Alla base della raccolta dei dati migratori sta l'Applicazione MCL (Monitoraggio Colombaccio Live) [46] che permette la registrazione on-line in tempo reale, come da schede predisposte, per 6 corridoi geografici da Nord a Sud + Isole, ognuno suddiviso in 3 segmenti da Est a Ovest, dove i Segnalatori iscritti possono registrare i dati di monitoraggio. I Segnalatori sono preventivamente iscritti ed hanno accesso alla verifica dei dati cumulativi in ogni Corridoio e Segmento, possono quindi seguire l'andamento del "passo": non tutti eseguono le registrazioni in tempo reale ma hanno la possibilità di annotare i dati migratori in cartaceo e poi aggiornare la loro scheda giornaliera entro la mezzanotte. Ogni Segnalatore è registrato con le proprie coordinate geografiche del sito di osservazione.

I dettagli delle registrazioni dei singoli sono accessibili, anche con mappatura geografica, esclusivamente al Team tecnico MCL, nella piena salvaguardia della privacy, ma comunque disponibili, con ulteriori possibilità di verifiche esclusive, per il nostro lavoro di Tesi.



## Migrazioni

### Appennino Centro - Fascia 4 - Segmento 1 - \*\*/10/2022

**Avvistamenti:** 7

**Colombacci:** 378

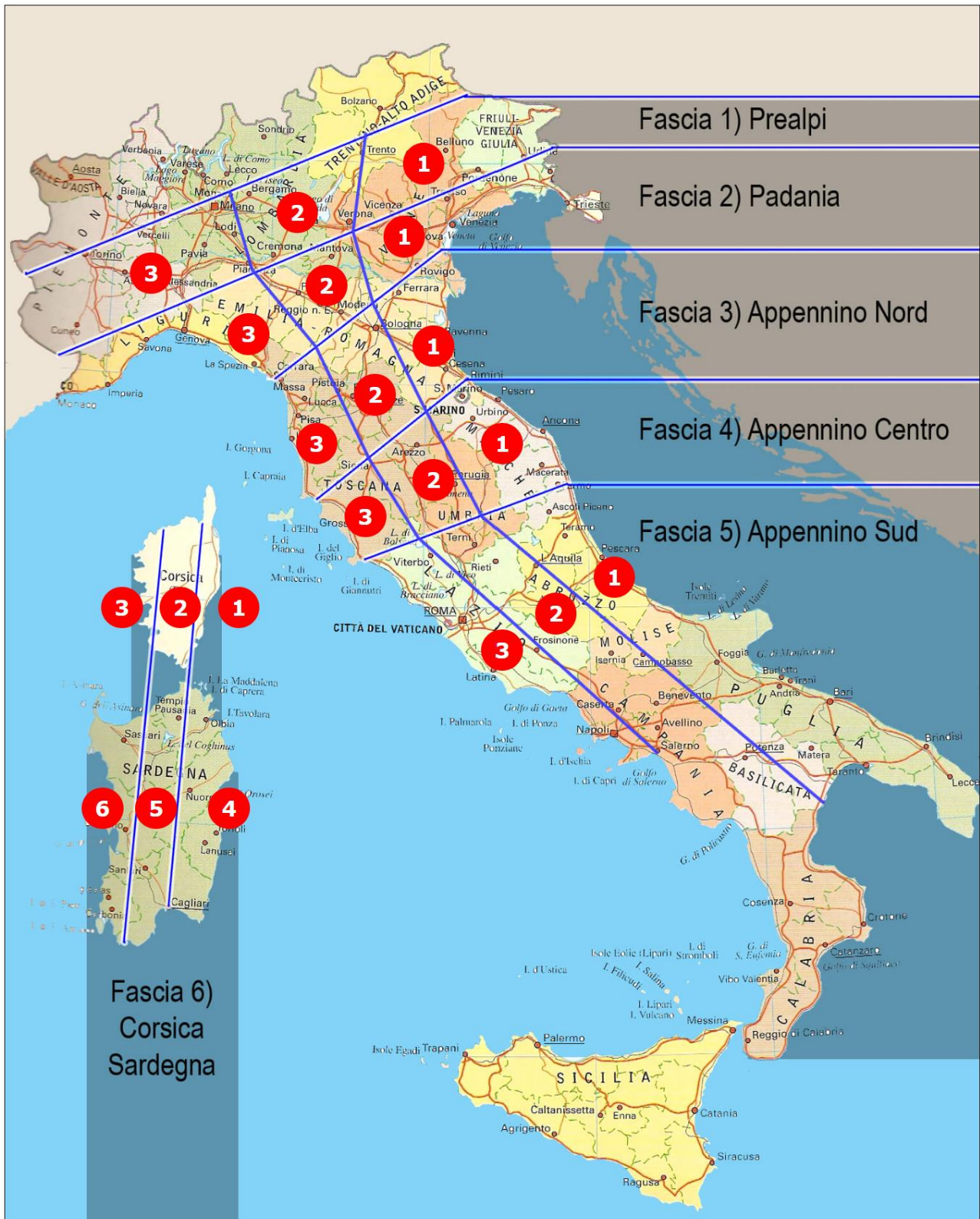
**Altezza Media:** Alta

**Meteo in Media:** Sereno

**Segnalatore 1:**

ORA	COLOMBACCI	ALTITUDINE	METEO	COORDINATE	FASCIA/SEGMENTO
07:00 AM	20	75m	SERENO	43.315520- 12.817891	F4-S1
07:00 AM	150	200m	SERENO	43.315520- 12.817891	F4-S1
07:00 AM	30	200m	SERENO	43.315520- 12.817891	F4-S1
08:00 AM	100	75m	SERENO	43.315520- 12.817891	F4-S1
08:00 AM	24	200m	SERENO	43.315520- 12.817891	F4-S1
08:00 AM	14	25m	SERENO	43.315520- 12.817891	F4-S1
09:00 AM	40	75m	SERENO	43.315520- 12.817891	F4-S1
<b>Totale</b>	<b>378</b>				



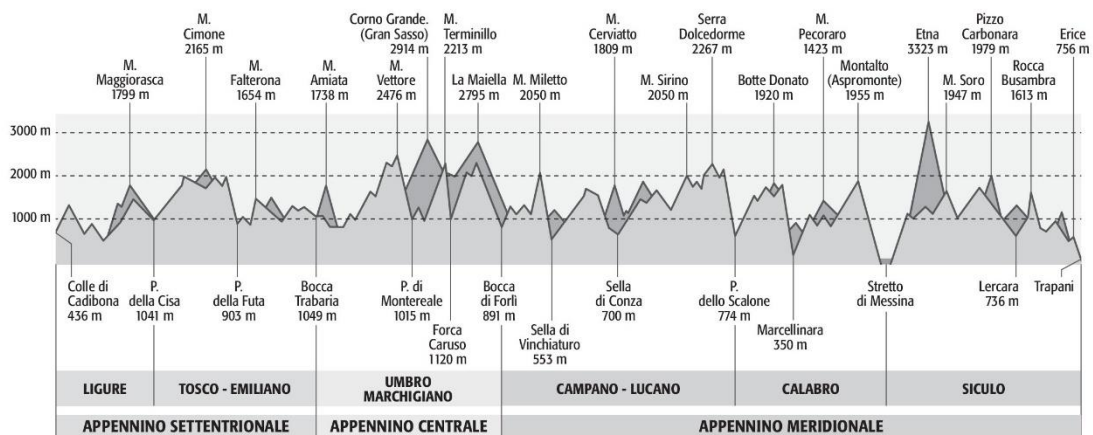
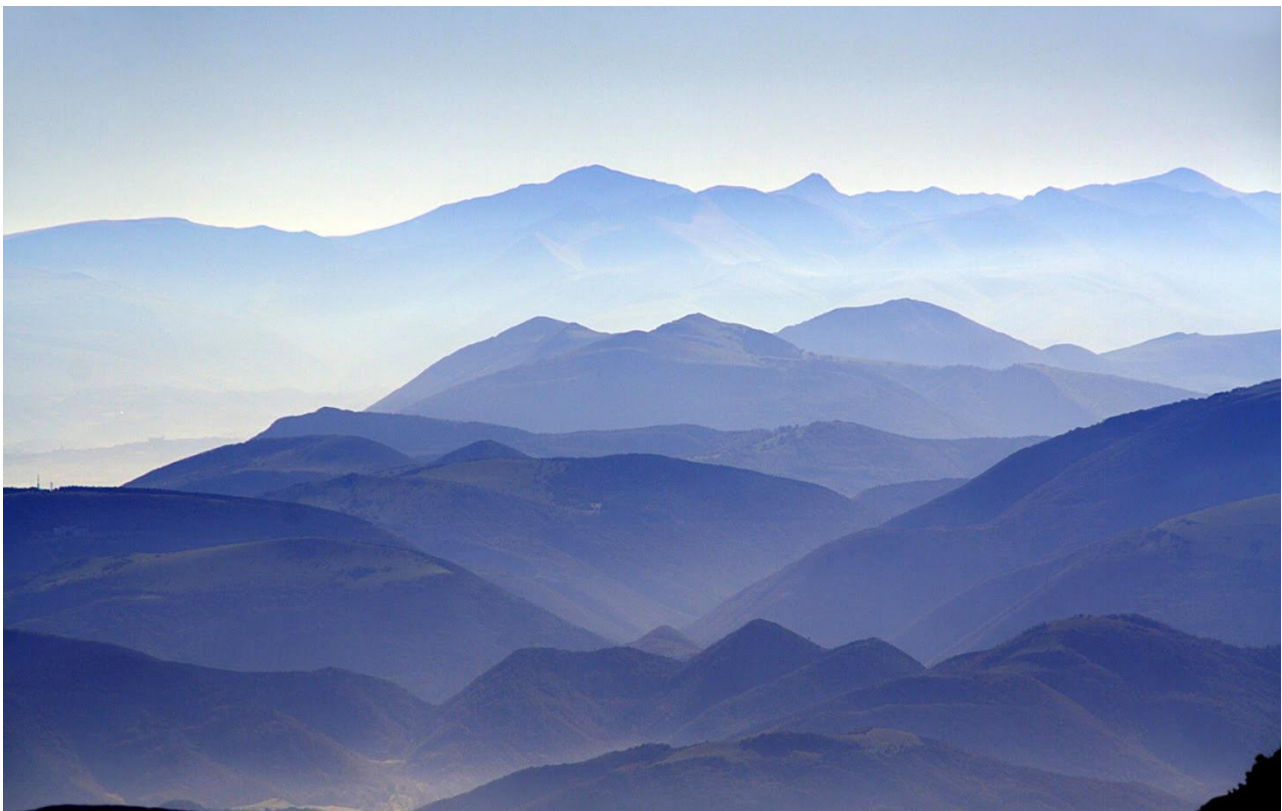




- **Metodologia di avvistamento e conteggio:**

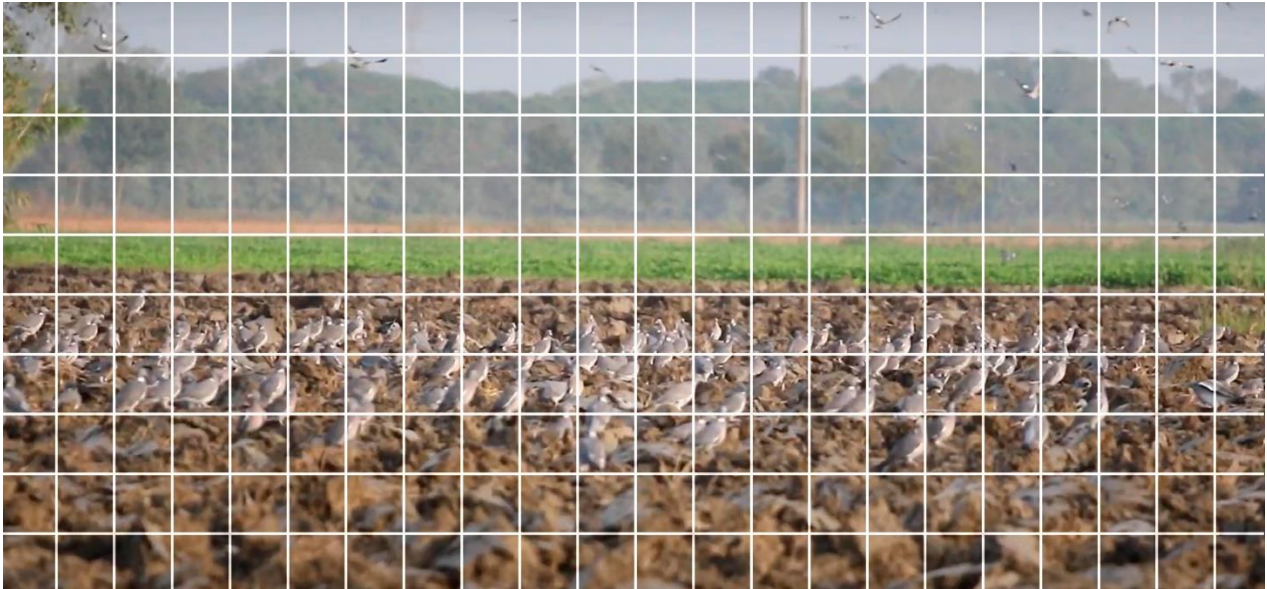
Esistono diverse metodologie di avvistamento e conteggio utilizzate dagli Osservatori Ornitologici di tutta Europa. Sui Pirenei, ad esempio, sono utilizzati binocoli a schermo grigliato oppure elaborazioni fotografiche o video su PC utili ai conteggi a tutto campo.

Nel nostro caso i Segnalatori, in oltre il 90% dei casi, effettuano gli avvistamenti “a vista”, in un’area visiva consolidata, proiettata su valli, porzioni di cielo e di profili collinari/montagnosi usuali per attività venatorie ripetute per molti anni, dai cosiddetti “appostamenti fissi”: capanni costruiti su alti alberi in modo da avere ottime visuali a tutto campo. Gli avvistamenti sono in genere realizzati in un raggio Massimo di 500 m. Tutti i Segnalatori sono Cacciatori molto esperti ed in grado di stimare con buona approssimazione l’entità dei branchi, l’altezza di volo ed altri comportamenti e parametri migratori con piena affidabilità. Spesso, maggiore campo di visione su grandi valli è utilizzato da Segnalatori in valico o creste montane:





Parimenti, anche per appostamenti temporanei utilizzati in zone di pianura e di pastura in stop-over, è possibile proporre metodi di conteggio analitico su foto grigliate e identificazione (collare o meno) di soggetti giovani e adulti. Questo metodo potrebbe essere applicato in aree di stop-over e di svernamento, costiere o direttamente sul mare: in questi casi le valutazioni superano abbondantemente anche i 500 m di osservazione, anche con uso di binocolo. L'esperienza del Segnalatore è fondamentale per la corretta valutazione ed in buona parte si realizza con il cosiddetto "colpo d'occhio" estemporaneo.



Una buona analisi delle modalità di conteggio è presentata con iconografia in un ottimo Lavoro pubblicato sul Journal (MSM - R. Bucchi - "INDICATIONS POUR LES COMPTAGES" [42]).

Dobbiamo necessariamente e negativamente rilevare che per alcune segnalazioni i numeri possono apparire troppo elevati e troppo approssimativi, ma è difficile controllare con critica precisione l'operato di alcuni Segnalatori che non hanno e non possono avere comportamenti rigidamente scientifici. Possiamo comunque tollerare alcune inesattezze di metodo che in sintesi finale non hanno grande rilevanza d'inquinamento dei dati statistici, considerando l'enorme massa migrante.

Un altro aspetto che è invece di grande rilevanza è l'acquisizione documentale di avvistamenti, per lo più a grandi altezze, delle cosiddette "strisce", quali espressione certa d'involi di massa di grandi popolazioni che tutte insieme e simultaneamente si muovono per migrare: queste "strisce" appaiono per lo più, ma non esclusivamente, sul versante Adriatico e si rappresentano con una larghezza di massimo un centinaio di metri ed una lunghezza anche chilometrica, quasi sempre in una fascia aerea ad altitudine superiore ai 300 m da terra, quasi certamente in un corridoio isobarico per noi virtuale e per i Colombacci: sostanziale. Il fenomeno si collega all'analisi del cosiddetto "Flocking" che è già stato oggetto di studio MCL, laddove si evidenzia la documentata tendenza ad entrate Adriatiche di grossi branchi, successiva frammentazione transappenninica ed ulteriore ricompattamento di grossi branchi nelle partenze Tirreniche. Sempre a latere di questi movimenti di massa è il fenomeno, di difficile quantificazione numerica, degli involi di massa dalle aree di stop-over (bosco della Mesola, pinete di Migliarino San Rossore): anche questa fenomenologia migratoria necessiterà di un focus speciale d'interpretazione ed analisi.





Qui la formazione di una “striscia” - con “testa del volo” all’estremità sinistra (vedi altra immagine ingrandimento) che in partenza da un sito di stop-over si pone in un preciso corridoio altimetrico a Pressione Atmosferica stabile rispondendo ad un preciso stimolo inquadrabile nella ecologia sensitiva multifattoriale alla base del “decision making” migratorio.

Questi ultimi elementi di nota ci permettono di aggiungere alcune considerazioni che esulano dalla rigidità metodologica di uno studio strettamente scientifico e sua propria ortodossia espositiva, e sono certamente più consone al concetto di “Citizen Science”.



Come abbiamo detto tutto il materiale basico di questo studio, sviluppato dal sottoscritto scrivente, che non ha esperienza diretta sul campo circa la migrazione specifica, è fornito dal Club Italiano del Colombaccio, ed altro materiale di conoscenza è sviluppato on-line dal FORUM dove giornalmente, in forma discorsiva, i vari membri del Club pubblicano le loro osservazioni sul “passo” locale, regione per regione: sono contributi di osservazione e di conoscenza spesso essenziali per comprendere la “fenologia locale” della migrazione. Secondo le abitudini moderne di comunicazione “social” e relativi “post”, le note di aggiornamento possono assumere un linguaggio “colorito” e folcloristico, sfociando anche in polemiche senza basi scientifiche. Nel complesso, comunque, il Forum ha una sua funzione di “testimonial” che, specie durante i picchi della migrazione, facilita la lettura integrata dei dati ufficiali di monitoraggio in PCI, MSM e MCL [47].

Decisamente più importante per noi è la lettura ed interpretazione analitica dei dati “evidence-based” (MCL 2017-2022) effettuata gradualmente con l’integrazione di conoscenze dell’Editor dell’Italian Journal Woodpigeon Research, Enrico Cavina [48], il quale, oltre ad un’esperienza passata in Istituzione Universitaria per altra disciplina e relative capacità di Ricercatore, ha una piena ed approfondita esperienza sul campo sviluppata continuamente per oltre 70 anni, nonché esperienza di studio sulla fenologia migratoria della Beccaccia (*Scolopax rusticola*) e del Colombaccio (*Columba palumbus*) (2003-2023).

ACADEMIA

Search



enrico cavina

Evolution +3

Born Bologna Italy 1936 - High School Liceo Classico 1955- Medical Doctor Univ.Perugia 1961- Special. General Surgery,Urology,Vascular Surgery -Docent General Surgery 1967 Univ.Pisa - Associate Professor 1982 - Professor of Surgery..

48 Followers | 107 Following | 8 Co-authors | 2,804 Total Views | 695 Public Mentions



Rientrando nel concreto del materiale di studio del quinquennio (2017-2022) abbiamo a disposizione un data-base specifico realizzato da Vasco Feligetti, responsabile del Club per MCL, per un Progetto di ricerca sulle Origini dei Colombacci migratori in Italia, condotto da Keith Hobson tramite l'utilizzo degli isotopi fissati sulle penne di 550 Colombacci, collezionati dai membri del CIC a latere di MCL 2021 [49].





## Meet the researcher

**Dr Keith A. Hobson**  
Environment and Climate Change Canada  
and Department of Biology  
University of Western Ontario  
London, ON  
Canada

Dr Keith Hobson has over three decades of expertise in isotope analysis and isotope ecology, having entered this area of specialization during his PhD research at the University of Saskatchewan in Saskatoon. Upon graduating with his PhD in 1991, Dr Hobson continued his research as a postdoctoral fellow at the Freshwater Institute in Winnipeg, Manitoba. For three decades, Dr Hobson has worked as a research scientist with Environment and Climate Change Canada and currently holds the position of Professor of Biology at the University of Western Ontario, Canada, where he conducts research as well as teaching several undergraduate and graduate courses. Additionally, Dr Hobson has been an instructor for the Stable Isotope Summer School held annually at the University of Konstanz, Germany. Dr Hobson has received numerous awards and accolades for his contribution to the field of ornithology, including being awarded Fellow of the American Ornithological Union in 2004, Fellow of the Royal Society of Canada in 2013 and Fellow of the International Ornithological Union in 2018.

**FUNDING**

Environment Canada  
Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC) Discovery Grant

**FURTHER READING**

KA Hobson, H Jingui, Y Ichikawa, JW Kusack, RC Anderson, Long Distance Migration of the Globe Skimmer Dragonfly to Japan Revealed Using Stable Hydrogen ( $\delta^2\text{H}$ ) Isotopes, *Environmental Entomology*, 2021, 50, 247.

KA Hobson, OR Garcia-Rubio, R Camera-Treviño, L Arpanas, KJ Kardymat, JM McNeil, E Garcia-Serrano, BZ Mora Alvarez, Isotopic ( $\delta^2\text{H}$ ) Analysis of stored lipids in migratory and overwintering monarch butterflies (*Danaus plexippus*): Evidence for southern critical late-stage rearing sites?, *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2020, 8, 572140.

KA Hobson and LI Wassenaar (Eds), *Tracking Animal Migration using Stable Isotopes*, Second Edition, 2019, Academic Press, London, 253 pp.

KA Hobson, SL Van Wilgenburg, LI Wassenaar, RL Powell, CJ Still, and JM Craine, A multi-isotope ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^2\text{H}$ ) feather isotope to assign Anatolian migrant birds to origins, *Ecosphere*, 2012, 3, 44.

**CONTACT**

E: khobson@uwo.ca  
W: <https://www.uwo.ca/biology/people/faculty.html>

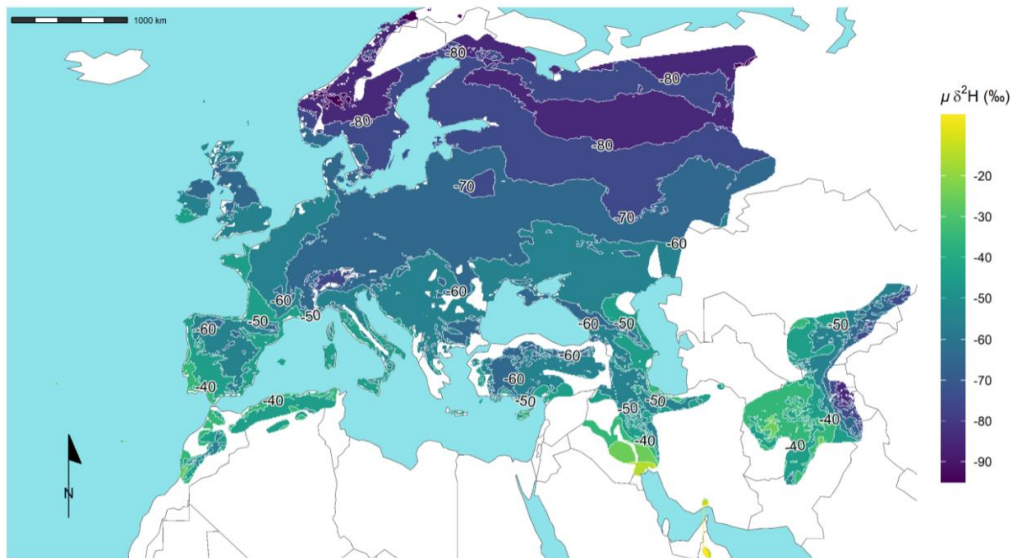
**KEY COLLABORATORS**

Dr Len Wassenaar, WasserCluster Lunz, Biologische Station, Austria  
Dr Jeremy McNeil, Biology, University of Western Ontario, Canada  
Dr Nick Bayly, SELVA, Colombia  
Dr Anders Møller, Université Paris-Sud, France  
Dr Seth Newsome, University of New Mexico, USA  
Dr Nunia Siewca, Polish Academy of Science, Poland  
Dr Geof Koehler, Environment and Climate Change Canada  
Dr Isabel Ramirez, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico  
Dr Lourdes Mujica, University of Havana, Cuba



Environment and Climate Change Canada  
Environnement et Changement climatique Canada

Club Italiano del Colombaccio										*Progetto Keith Hobson* Ricerca delle origini del colombaccio *Columba palumbus*													
PROT.n°	NOME UTENTE	COD.UTENTE	FASCIA	SEGMENTO	COMUNE	PROVINCIA	REGIONE	COORDINATE GPS	ORA	DATA	PENTADE	DECADE	GIOVANE	ADULTO	ALA mm.	PESO	ENTITÀ DEL BRANCO		CON.CORPOREE		ROSCIOLO	CODONE	
																	PICCOLO	MEDIO	GRANDE	BUONE	CATTIVE		
1	/	1	1	1	SEDCO	BELLUNO	VENETO	46°07'00.6"N 12°07'51.8"E	08:17	11/21/2021	6	3			330	432	1						
2	/	1	1	1	SEDCO	BELLUNO	VENETO	46°07'00.6"N 12°07'51.8"E	09:30	11/21/2021	6	3			335	434	1						
3	/	1	1	1	SEDCO	BELLUNO	VENETO	46°07'00.6"N 12°07'51.8"E	08:55	11/21/2021	6	3			305	434	1						
4	/	1	1	1	SEDCO	BELLUNO	VENETO	46°07'00.6"N 12°07'51.8"E	10:20	11/21/2021	6	3			352	407	1						
5	/	1	1	1	SEDCO	BELLUNO	VENETO	46°07'00.6"N 12°07'51.8"E	11:15	11/21/2021	6	3			332	450	1						
6	/	2	1	3	PIOVERA	ALESSANDRIA	PIEMONTE	45°00'45.8"N 8°47'38.0"E	09:00	10/31/2021	6	3								1			
7	/	2	1	3	PIOVERA	ALESSANDRIA	PIEMONTE	45°00'45.8"N 8°47'38.0"E	14:00	11/02/2021	1	1								1			
8	/	2	1	3	PIOVERA	ALESSANDRIA	PIEMONTE	45°00'45.8"N 8°47'38.0"E	14:00	11/09/2021	2	1								1			
9	/	2	1	3	PIOVERA	ALESSANDRIA	PIEMONTE	45°00'45.8"N 8°47'38.0"E	10:00	11/10/2021	2	1								1			
10	/	2	1	3	PIOVERA	ALESSANDRIA	PIEMONTE	45°00'45.8"N 8°47'38.0"E	11:00	11/15/2021	3	2								1			



**Figure 1** – Expected feather  $\delta^2\text{H}$  isoscape across the wood-pigeon breeding range. The color shows the average  $\delta^2\text{H}$  value and the white contours show incremental changes (10 ‰) in  $\delta^2\text{H}$  values. This figure can be used to “look up” the approximate locations of any bird or group of birds provided by individual hunting clubs (Appendix).

Elementi indicativi sui risultati di questa ricerca, sulle origini dei colombacci che migrano in Italia, verranno esposti in specifici paragrafi a seguire.





Sempre rimanendo nel “materiale di studio” collezionato dal CIC, altri molto particolari elementi di studio legati alla migrazione sono stati affrontati nell’ambito delle attività di Ricerca promosse e fanno parte del materiale messi a disposizione. Sono di fatto anche questi elementi che compongono, sia pure marginalmente, l’analisi fenologica della Migrazione. Questi due studi, ambedue pubblicati in Letteratura Internazionale, evidenziano come dalle osservazioni “sul campo” possono derivare indicazioni e stimoli di Ricerca totalmente innovativi.

Un primo studio riguarda l’osservazione, inequivocabilmente documentata da esperti membri del CIC distribuiti in aree specifiche del centro Italia, di una importante estemporanea “migrazione invertita”, da sud-ovest a nord-est, in coincidenza di importanti eventi sismici avvenuti in centro Italia nel 2016 e 2021: “Earthquakes, geomagnetism and the reversed sense of direction of woodpigeons (*Columba palumbus*) during their 2016 October migration in Central Italy” [50].

Un secondo Lavoro, molto più articolato per la principale analisi di esperti di sismologia, evidenzia la condizione di alterato stato elettromagnetico delle faglie sismiche, incidente con le capacità di orientamento magnetico (bussola biologica) degli uccelli già prima dell’evento sismico, nelle aree di attraversamento migratorio: “Reverse Migration of the Wood Pigeons and electromagnetic emissions, before the Mw 3.7 earthquake occurred in Visso-Macerata, Central Italy on October 18, 2021” [51].

Un altro studio, “parassitologico”, prodotto in collaborazione con Ricercatori dell’Università di Danzica (Polonia), è stato condotto sui parassiti presenti nell’apparato digerente di Colombacci abbattuti durante le migrazioni autunnali del 2017 (123 colombacci) e 2018 (79 colombacci) e presentato al Congresso Europeo “EOU 2019” in Romania. Da questo Lavoro, condotto con rigida metodologia di analisi, è emersa una maggior presenza di parassiti nelle aree Adriatiche di arrivo che non in quelle Tirreniche di partenza. Il risultato ha evidenziato un dubbio interpretativo per i Parassitologi: “The most surprising was that prevalence of parasites in pigeons shot in the eastern regions was significantly higher than in western ones (30% against 16%). That’s problem to be solved in the future.” (“Strange results of the parasitological study on the population of the Wood Pigeon, *Columba palumbus*, migrating through central Italy” [52]).

- **Dati Meteorologici:**

La seconda base di dati, i più importanti per la nostra analisi focus-comparativa, è costituita da alcuni Websites Meteo con un completo archivio storico, che consente la comparazione di valori ed indici meteo con i singoli giorni di migrazione, e più in particolare di ondate (picchi) nei siti di osservazione per le principali aree geografiche di transito e stop-over migratorio.

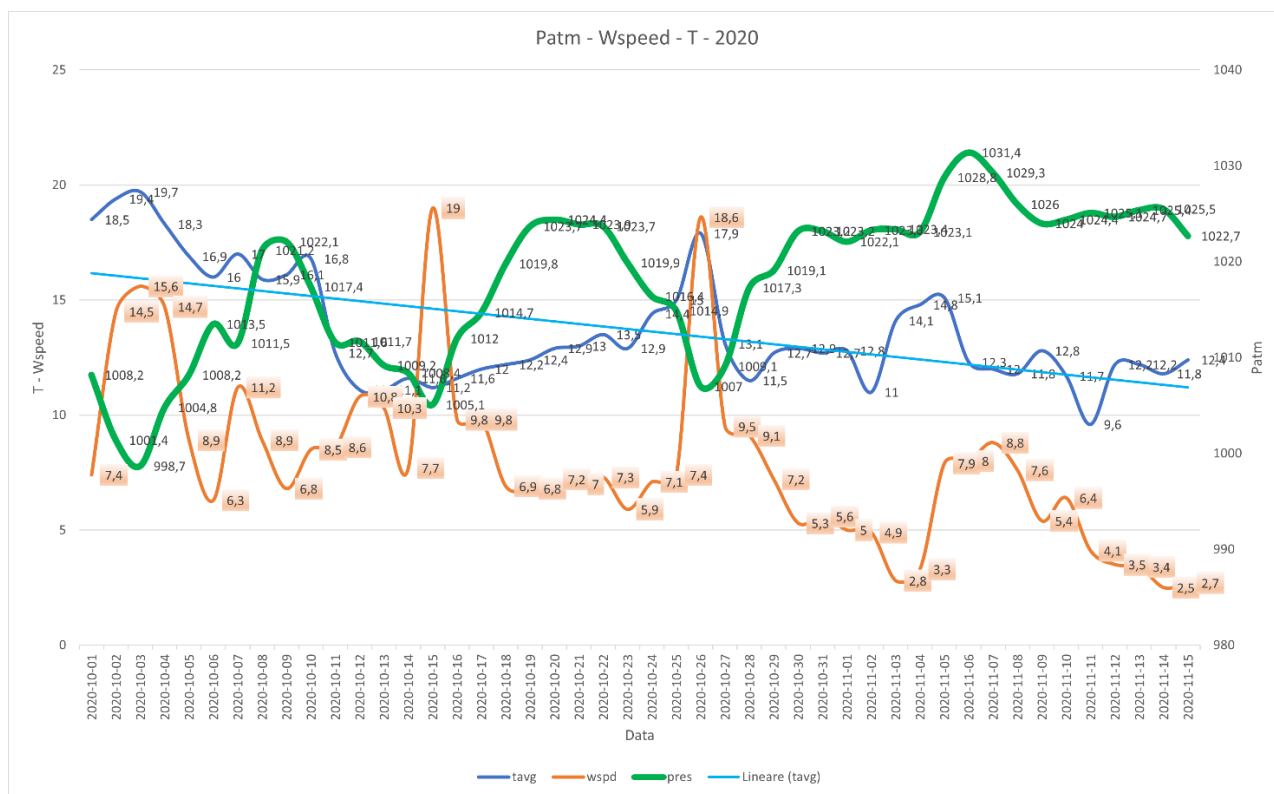
Tra i molti siti Meteo disponibili abbiamo scelto due siti di riferimento:

1. Rp5.ru [53].
2. Meteostat.net [54].

Per ogni giorno e località prescelta è possibile verificare numerosi parametri Meteo: per nostro specifico interesse annotiamo pressione atmosferica, indice di tendenza Patm, temperatura, umidità, visibilità, vento (direzione e forza), stato del cielo, nuvole, pioggia, ecc.



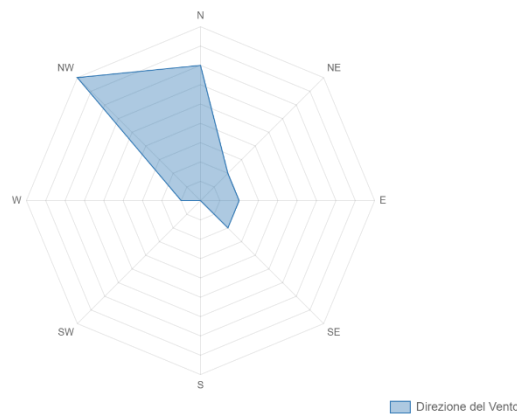
Su questa base è possibile realizzare Grafici specifici e metterli in comparazione con dati migratori, utili a valutare le correlazioni tra fattori abiotici e andamento cronologico della migrazione, in particolare comparando area balcanica, adriatica, centrale appenninica e tirrenica.



**Comparazione tra andamento della *Temperatura Media*, della *Pressione Atmosferica* e della *Velocità del Vento***

Nel precedente esempio, realizzato con dati prelevati dall'area geografica corrispondente al versante adriatico preappenninico, sono rilevabili, per tutto il periodo migratorio, i dati della pressione atmosferica, della velocità del vento e della temperatura, con relativa linea di tendenza.

Altro elemento di base consultiva è la rappresentazione statistica grafica della direzione del vento.





- **Metodi di analisi statistica:**

La nostra base metodologica di riferimento è da ricercare nel Lavoro: “The General Pattern of Seasonal Dynamics of The Autumn Migration of The Wood Pigeon *Columba Palumbus* in Italy” [5].

*“In questo lavoro definiamo il termine giorno di punta “PICCO” come un giorno entro il quale il numero di uccelli osservati supera il 5% degli individui osservati all'interno della stagione (tutti gli uccelli osservati dall'inizio alla fine del periodo di osservazione = 100%). Ciò significa che, se durante un periodo di due, tre o più giorni consecutivi la quota di uccelli ogni giorno è superiore al 5% del numero totale di uccelli osservati, tutti questi giorni saranno chiamati "giorni di punta".*

*Per una descrizione più precisa, i giorni di punta con valori diversi sono designati come "picchi bassi": 5,1 - 10,0% del totale annuale, "picchi moderati": 10,1 - 15,0% e "picchi alti": >15%. Tuttavia, il termine "picco" si riferisce ad un giorno. Quando utilizziamo il valore percentuale della quota della giornata nell'intero studio, il calcolo dell'Indice di Somiglianza è naturale e facilmente comprensibile.*

*L'ondata può contenere sia giorni di punta che giorni con numeri molto bassi. Durante l'intero periodo di migrazione stagionale, le ondate sono generalmente più piccole all'inizio e alla fine del periodo migratorio rispetto al periodo intermedio della migrazione e naturalmente la probabilità che i giorni di picco reali si verifichino in quel momento è inferiore. Per studiare se due curve che rappresentano le dinamiche migratorie sono simili o dissimili in termini di corso della migrazione, possiamo utilizzare strumenti statistici, come il chi-quadrato o gli indici di somiglianza (SI). L'indice di similarità utilizzato in questo lavoro è il Renkonen coefficient:  $SI = \sum \min [n\%, n\%]$ , dove: SI è la somma dei minimi nella coppia giornaliera di valori di frequenza espressi come percentuale dei campioni totali confrontati ( $n\% d_1$ ,  $n\% d_2$ ). Il coefficiente di Renkonen è comunemente usato per confrontare la struttura della popolazione delle specie in ecologia botanica e zoologica. La struttura logica e statistica del nostro problema corrisponde esattamente alle assunzioni del coefficiente di Renkonen. Poiché in questo documento i dati per stabilire le date dei picchi di migrazione sono stati ricalcolati in valori percentuali giornalieri, i risultati erano pronti per essere utilizzati per il calcolo dei valori SI. In questo studio, sono stati calcolati i valori SI per definire la somiglianza delle dinamiche migratorie in ciascun anno con la dinamica media per tutti i dieci anni insieme. Il livello di significatività statistica dei risultati è stato stimato confrontando i valori SI con quelli ottenuti in uno studio dettagliato del problema da parte di Nowakowski et al. (2005), dove è stato utilizzato lo stesso metodo. La stessa procedura (THE RING 40 - 2018) potrebbe essere utilizzata per confrontare la sincronia della migrazione attraverso diverse aree in Italia, ma i dati disponibili sono ancora troppo limitati (2010)”.*

Questa impostazione metodologica, sopra descritta nel testo originale, redatto da Przemyslaw Busse [55], è stata per noi indicativa per realizzare le nostre valutazioni statistiche secondo gli automatismi tecnologici offerti da programmi come Microsoft Excel.

Comunque, sempre alla base dell'immissione di dati numerici, riportati anche in termini comparativi, di varie tipologie di fattori biotici e abiotici, è stato seguito un rigido e ripetuto controllo dei dati forniti dai segnalatori di MCL, distribuiti nelle fasce e segmenti.



## Risultati

I risultati del nostro studio, secondo quanto già esposto al riguardo dei materiali e metodi, si sintetizzano fedelmente in una serie di grafici rappresentanti i dati, raccolti secondo tipologie, comparati tra loro. Conformemente alle finalità del nostro studio, la maggioranza delle rappresentazioni grafiche si realizza nella comparazione tra dati migratori e dati meteorologici.

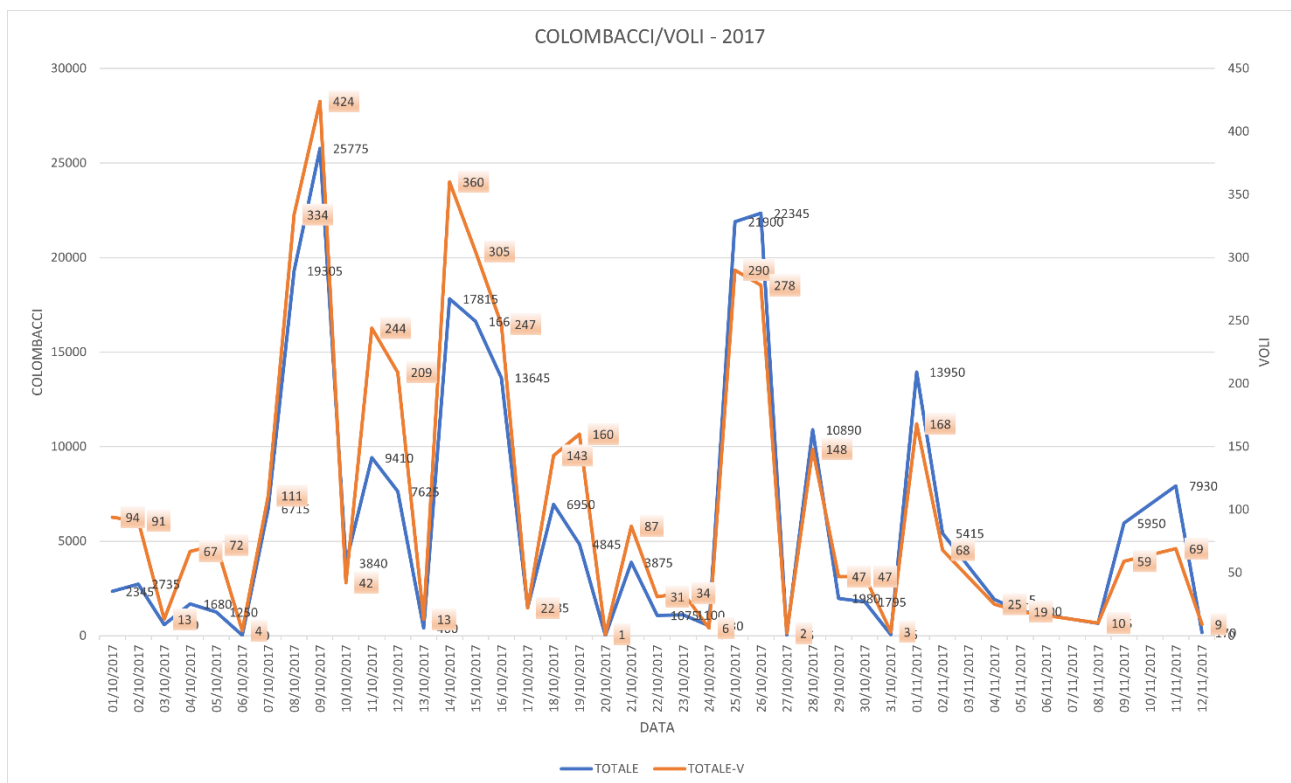
Rimanendo il focus quasi esclusivo sul quinquennio esaminato, non possiamo non sottolineare che l'analisi fenologica globale della migrazione del Colombaccio in Italia sia strettamente correlata alle variabili migratorie connesse alla stagionalità, all'orografia dei territori attraversati e loro specifiche condizioni meteorologiche.

Sottolineiamo ancora una volta che le caratteristiche fenologiche della migrazione rimangono fondamentalmente quelle già rilevate nelle attività del CIC, come rappresentato nell'analisi del primo decennio di monitoraggio (progetto Colombaccio: 1997-2007) riportato analiticamente nel lavoro: "The General Pattern of Seasonal Dynamics of The Autumn Migration of The Wood Pigeon *Columba Palumbus* in Italy" [5].

Ribadiamo che l'applicazione MCL, oltre ad offrire una visione completa su tutta la penisola, include i territori insulari di Corsica e Sardegna, sedi di transito e svernamento.

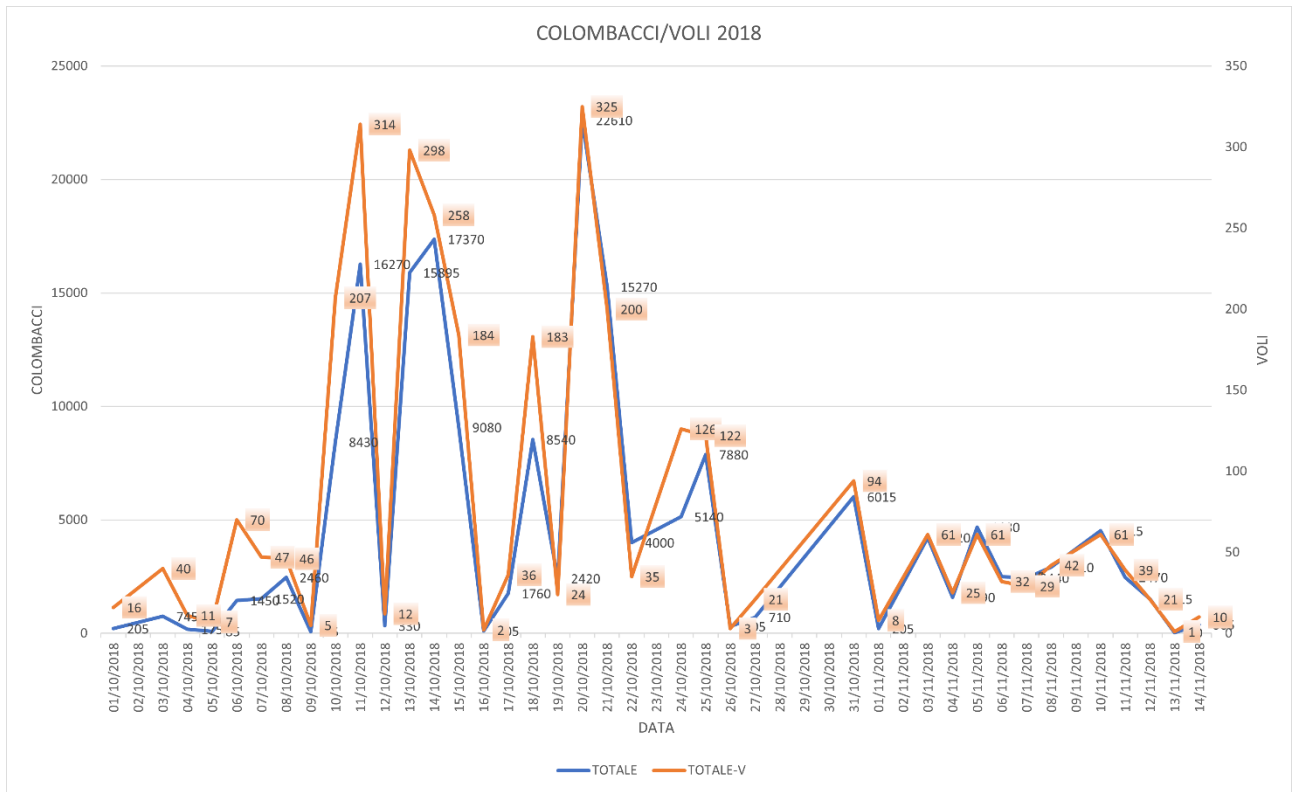
Abbiamo già evidenziato che "Il materiale base di tutto il nostro studio è rappresentato da 5.426.149 Colombacci (*Columba palumbus*) registrati in 5 anni (2017-2022) di migrazione autunnale in Italia, in 22.609 voli avvistati e valutati da 489 segnalatori distribuiti ed attivi per ogni anno su 5 corridoi di transito peninsulare, più un sesto corridoio di transito e svernamento insulare che include Corsica (Francia) e Sardegna. RegISTRAZIONI effettuate dal 1° ottobre al 15 novembre".

La rappresentazione differenziata dei risultati annuali è racchiusa nella seguente sequenza di grafici:

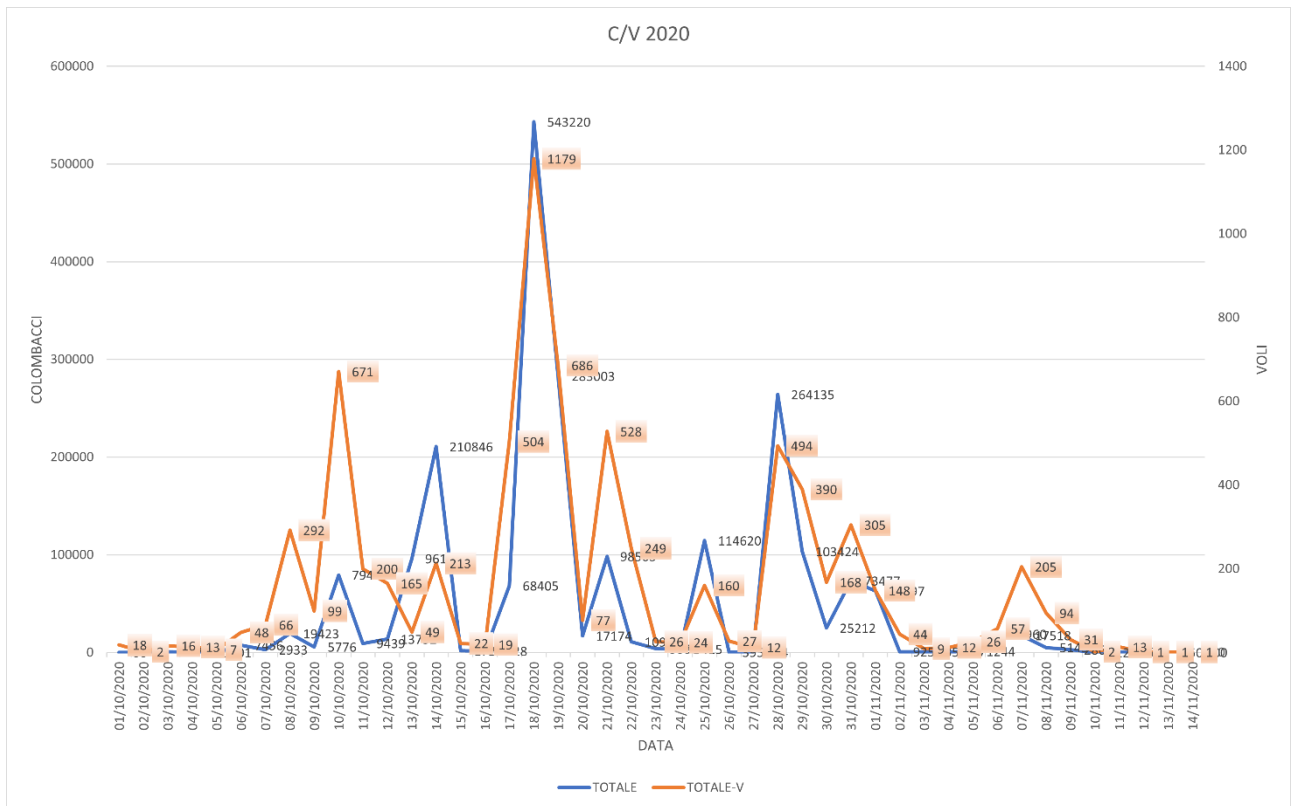


Comparazione tra il numero di *Colombacci* avvistati e il numero dei *Voli* (singoli branchi)



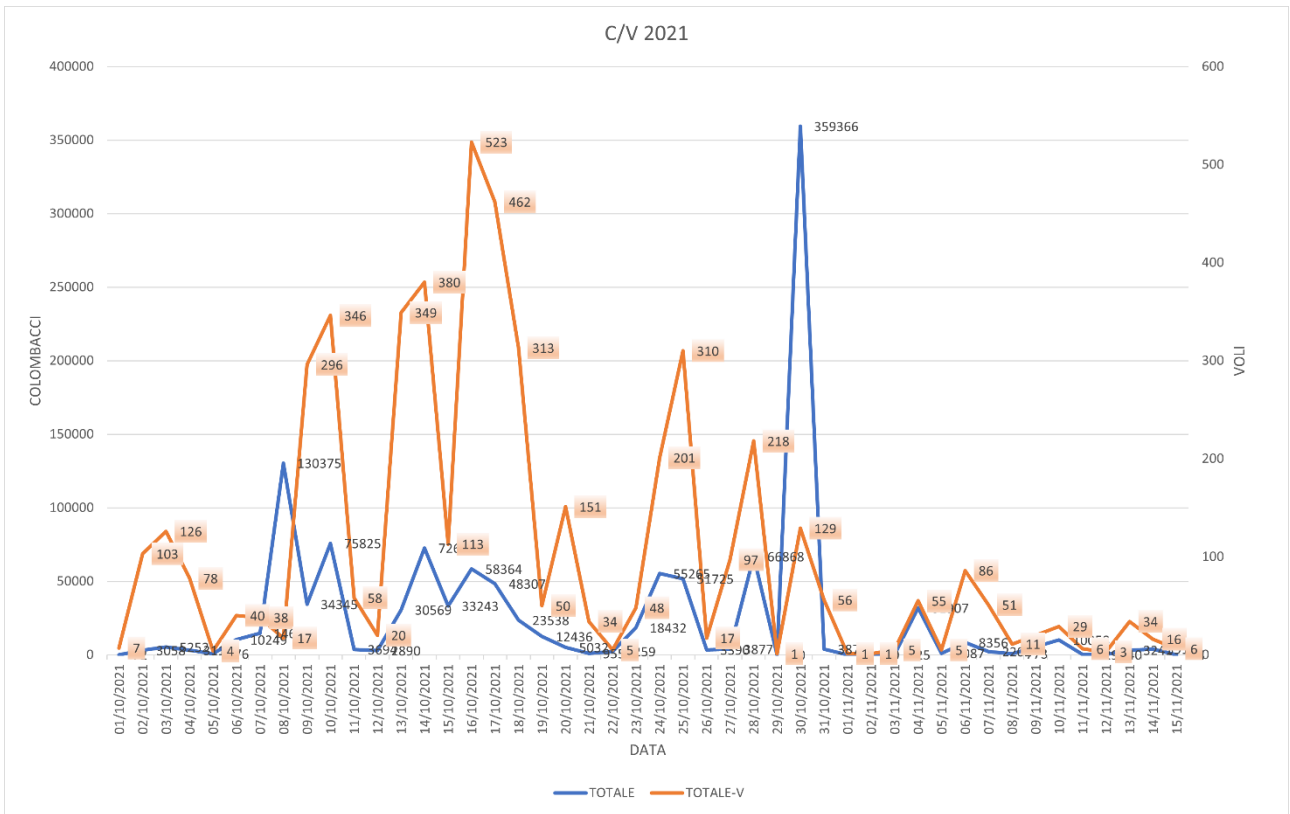


Comparazione tra il numero di *Colombacci avvistati* e il numero dei *Voli* (singoli branchi)

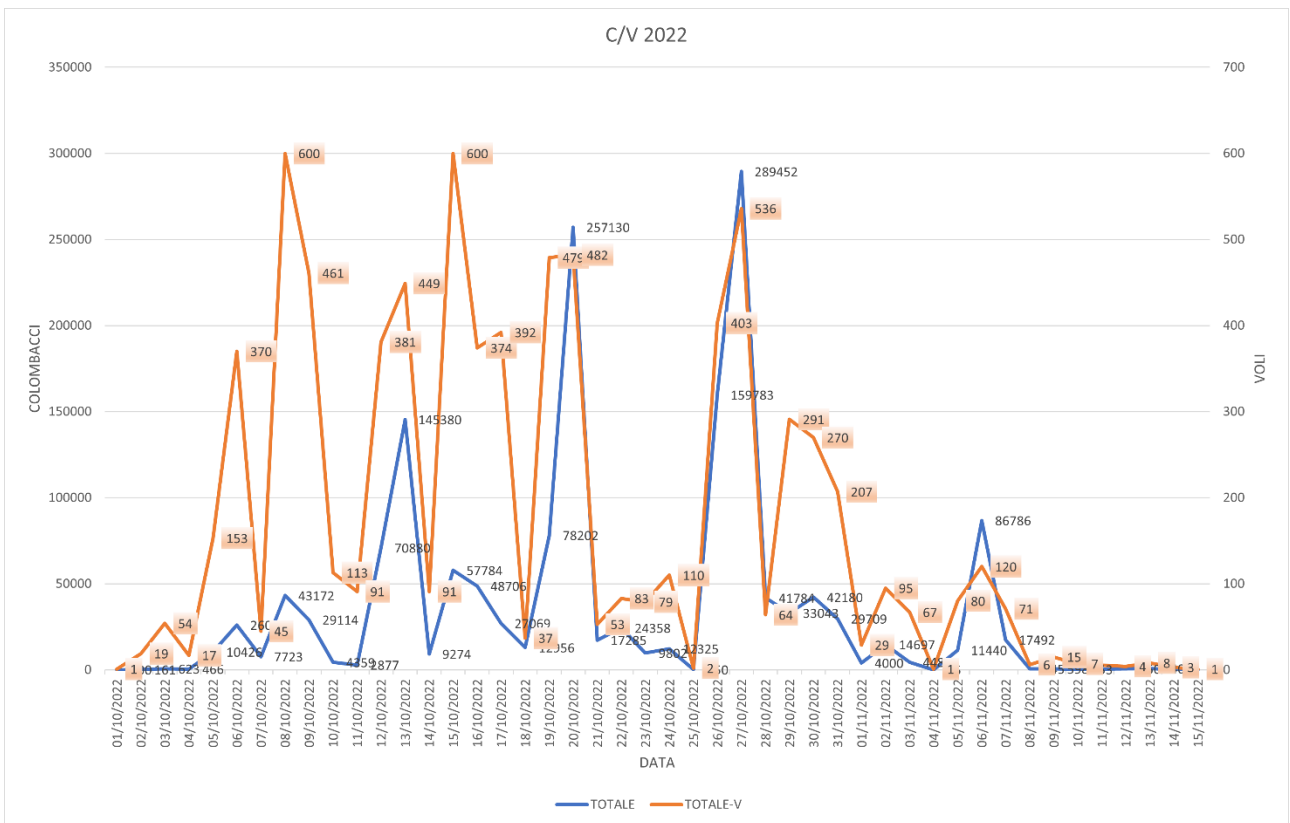


Comparazione tra il numero di *Colombacci avvistati* e il numero dei *Voli* (singoli branchi)





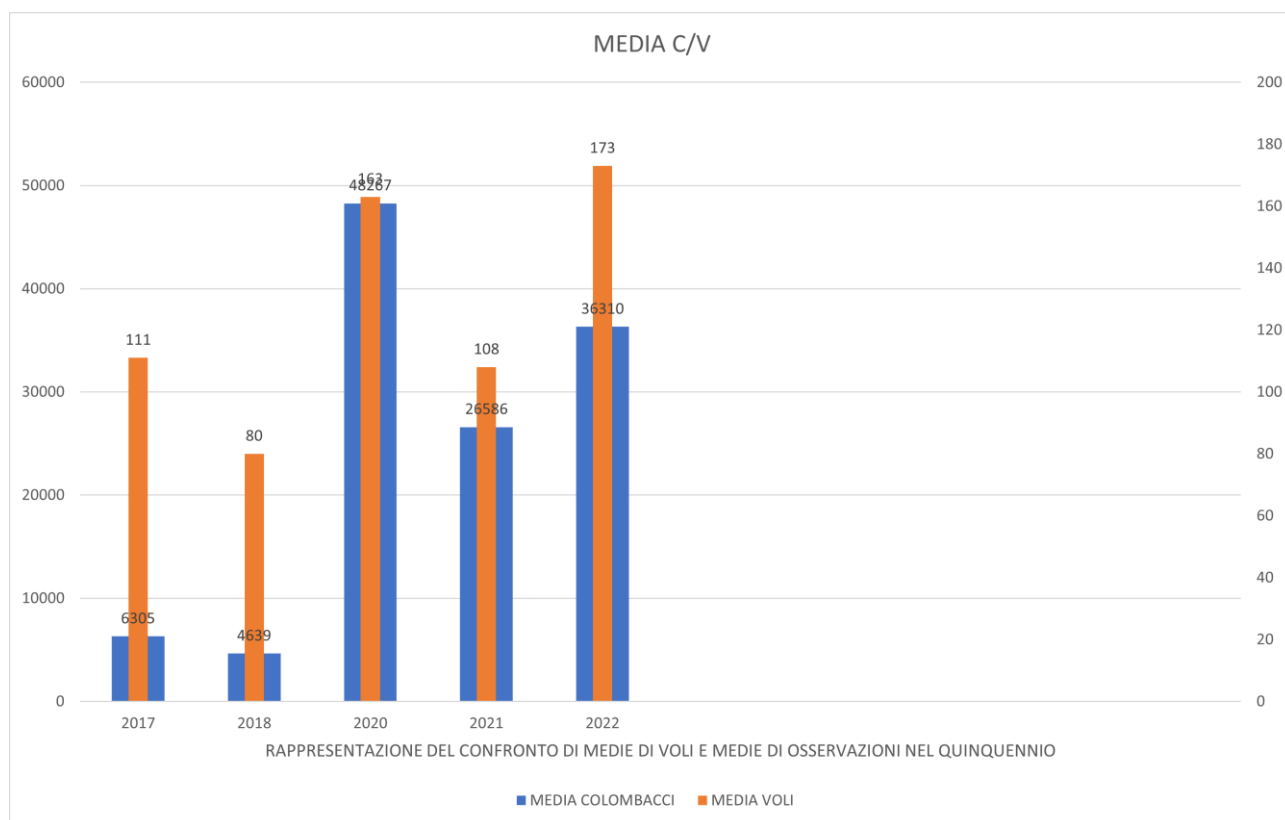
Comparazione tra il numero di *Colombacci avvistati* e il numero dei *Voli* (singoli branchi)



Comparazione tra il numero di *Colombacci avvistati* e il numero dei *Voli* (singoli branchi)



La comparazione delle medie annuali riferite a numero di Colombacci registrati e numero di Voli è rappresentata nella tabella seguente:



Sempre nell'ambito dei risultati, come già precedentemente riportato, si segnalano i dati di rapporto tra numero di segnalatori e numero di voli/colombacci, e di più particolare importanza il valore medio annuale dell'entità numerica dei branchi.

Anno	Segnalatori	Voli	Colombacci	Voli/Segnalatore	Colombacci/Segnalatore	Colombacci/Volo
2017	72	1.434	247.010	19,91	3.430,69	172,25
2018	43	1.089	176.615	25,32	4.107,32	162,18
2019	0	N.D.	N.D.	/	/	/
2020	152	7.373	2.172.147	48,50	14.290,44	294,60
2021	116	4.899	1.196.407	42,23	10.313,85	244,21
2022	106	7.814	1.633.970	73,71	15.414,81	209,10
Totale	489	22.609	5.426.149	46,23	11.096,41	239,99

L'analisi dei risultati si avvale poi delle differenze e variabili di registrazioni effettuate secondo fasce, corridoi migratori, e segmenti territoriali, come da MCL.

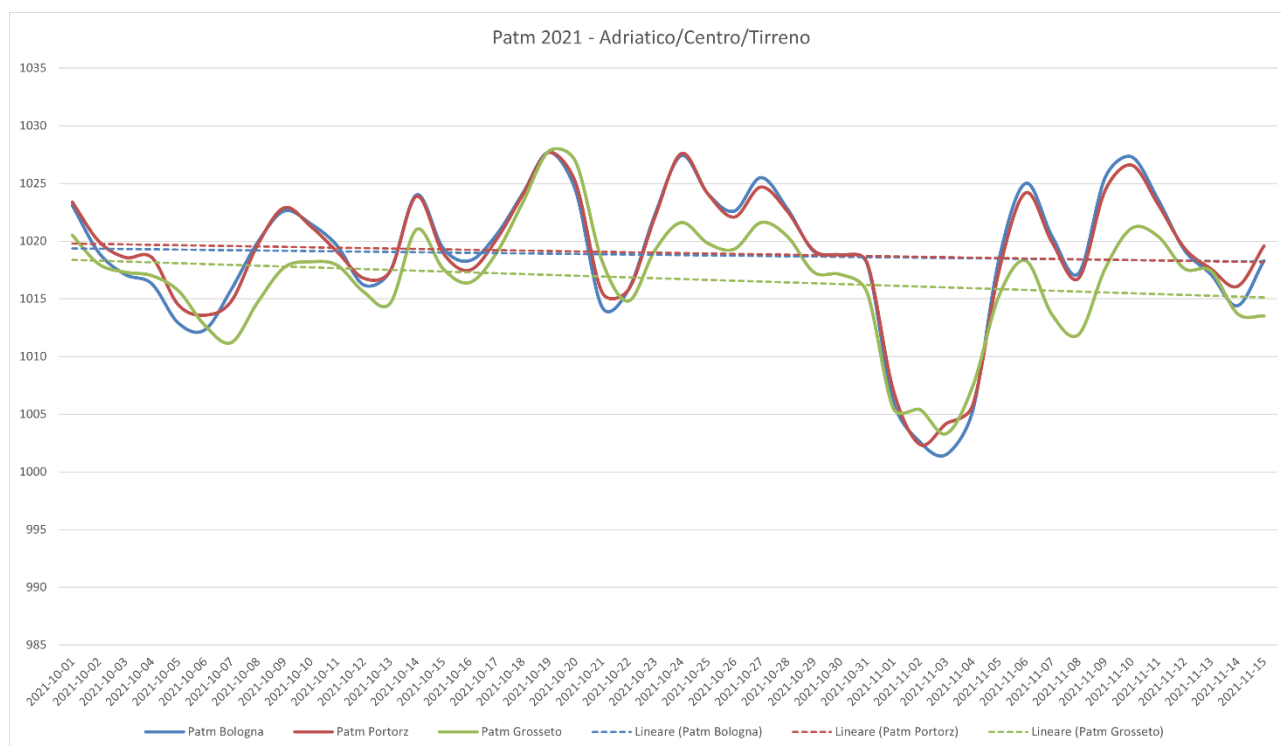
Tutte le fasi documentative, che si rappresentano anche come risultati, sono iscritte in un ampio e dettagliato database (redatto da Vasco Feligetti, membro CIC, responsabile di MCL), dove tutti i dettagli della registrazione sono ovviamente dipendenti anche dalle variabili legate a discontinuità di registrazione, per alcuni parametri, e di numero annuale dei segnalatori.

Già nel database sono evidenti le registrazioni effettuate secondo fasce (5 peninsulari in latitudini da Nord a Sud e una insulare) e segmenti, dove si evidenziano le differenze di transito dai settori longitudinali del versante adriatico a quello "continentale centrale-appenninico" ed infine al versante tirrenico e insulare.





È possibile quindi la comparazione tra movimenti migratori e cambiamenti della pressione atmosferica, visualizzabili da est a ovest nel grafico seguente, esempio di uno dei cinque anni:



Comparazione tra gli andamenti della Pressione Atmosferica lungo l'Italia Centrale

La documentazione dell'andamento migratorio, così selezionato, si realizza nei grafici seguenti, presenti nel nostro dataset Google Drive [56], e qui rappresentati dai principali corridoi di più intensa migrazione anno per anno (Fasce 2-3-4).

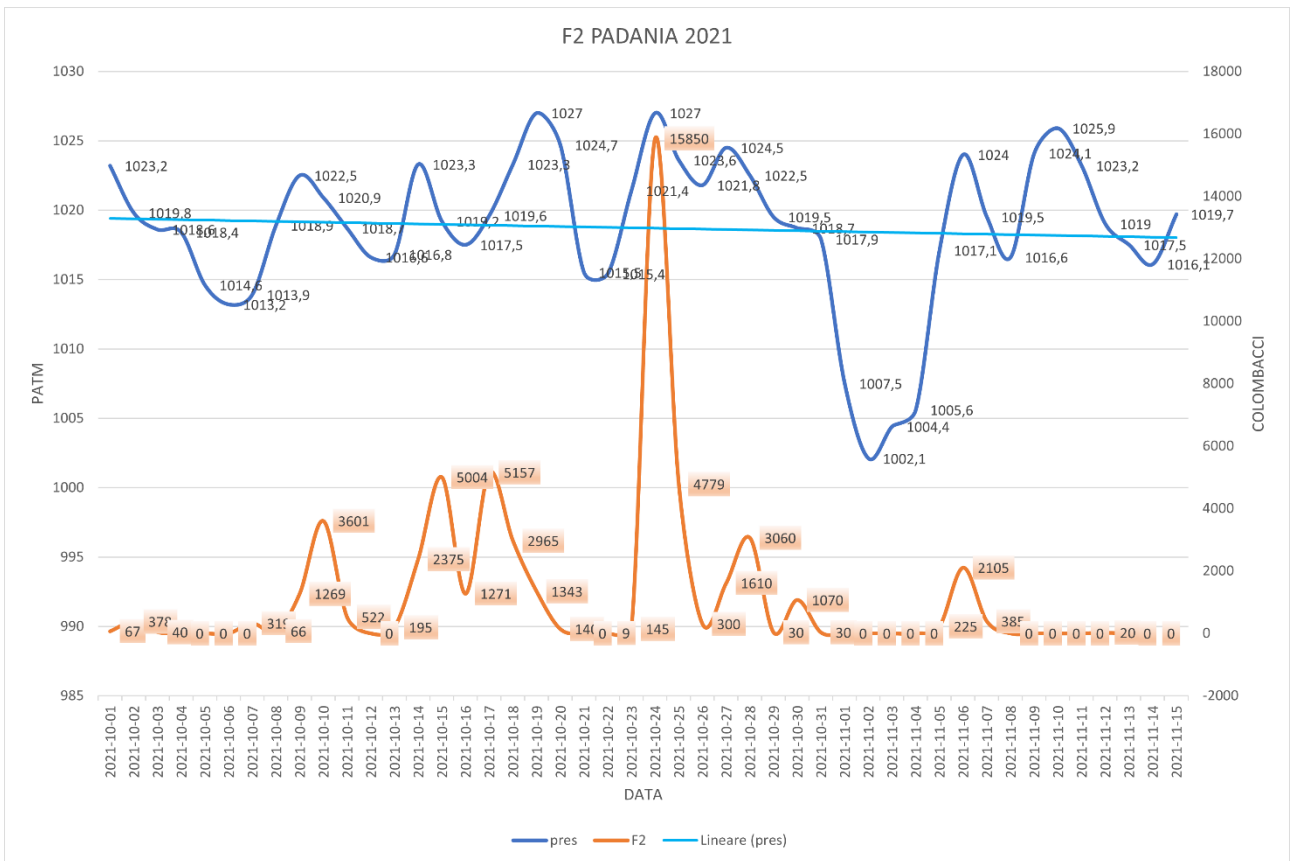
I grafici qui rappresentati sono significativi nella comparazione tra intensità migratoria e condizioni di pressione atmosferica.

Le analoghe documentazioni dei cinque anni e dei segmenti di fascia sono incluse, con completezza di sequenza, nel Drive.

Questo vale anche per le seguenti fasce selezionate.

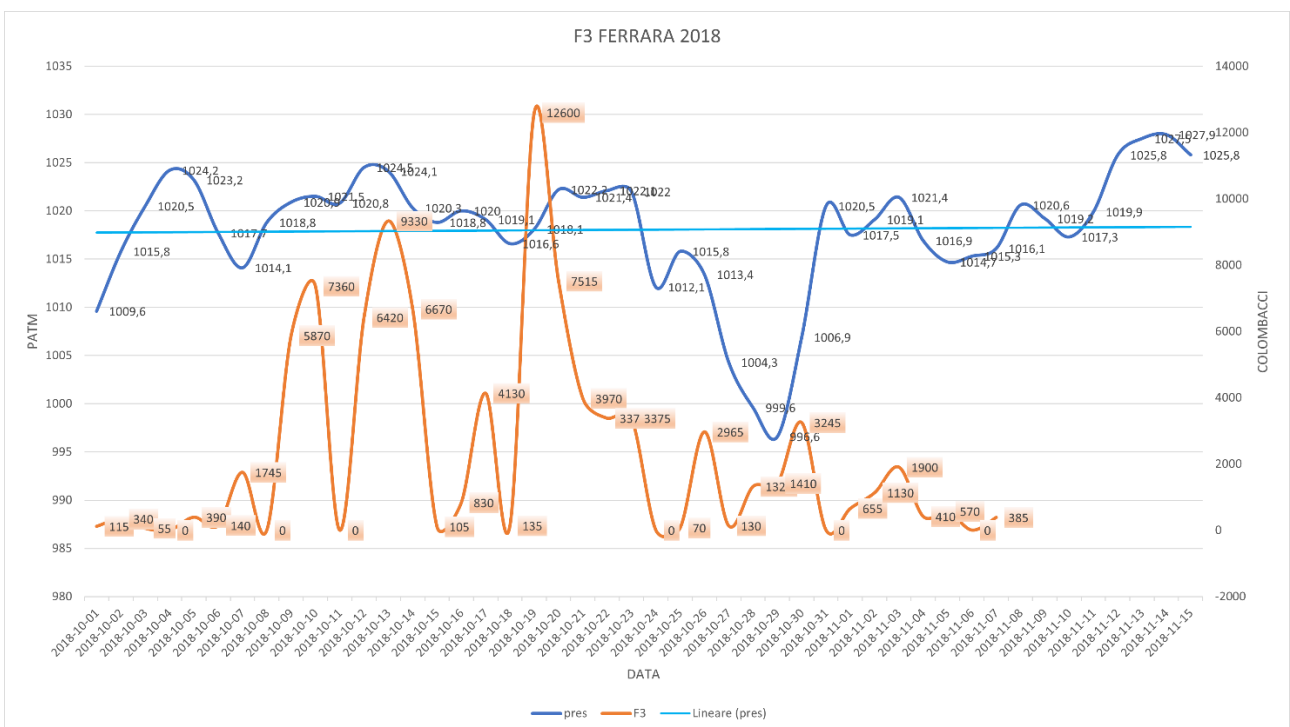


- **Fascia 2 (2021):**



Comparazione tra il numero di *Colombacci avvistati* e l'andamento della *Pressione Atmosferica*

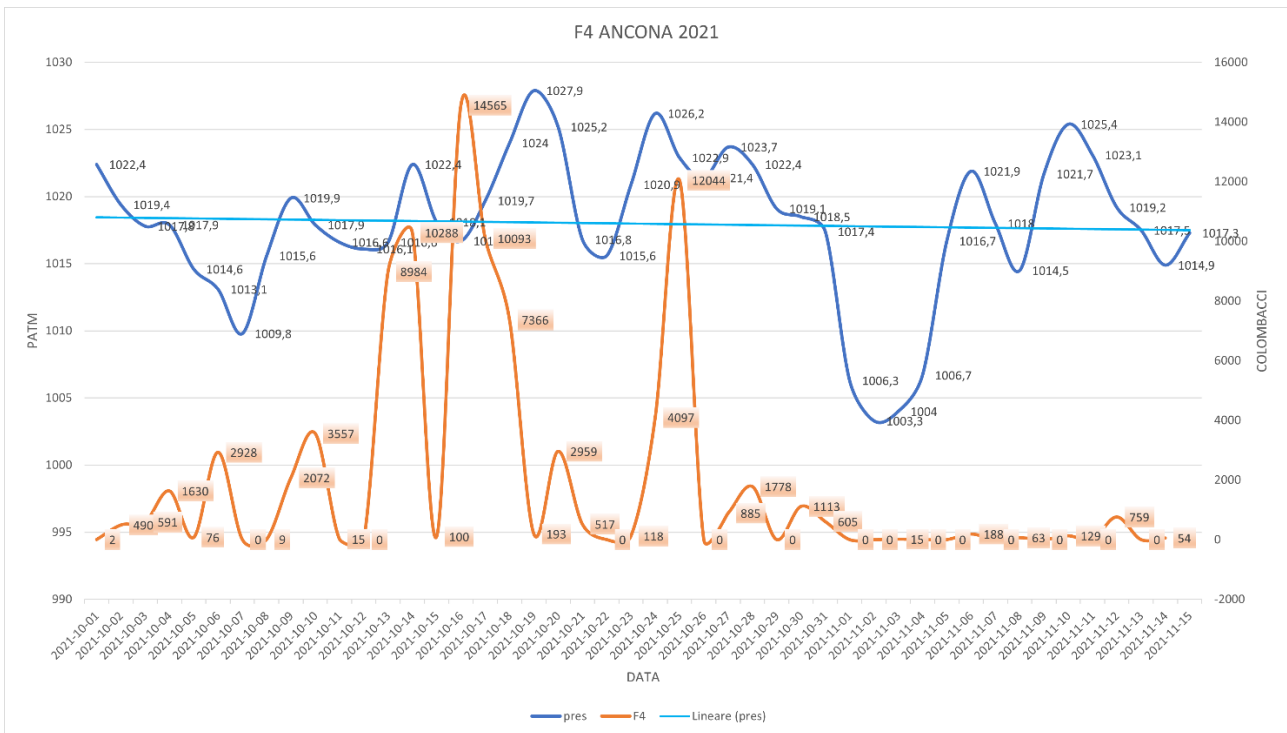
- **Fascia 3 (2018):**



Comparazione tra il numero di *Colombacci avvistati* e l'andamento della *Pressione Atmosferica*



• Fascia 4 (2021):



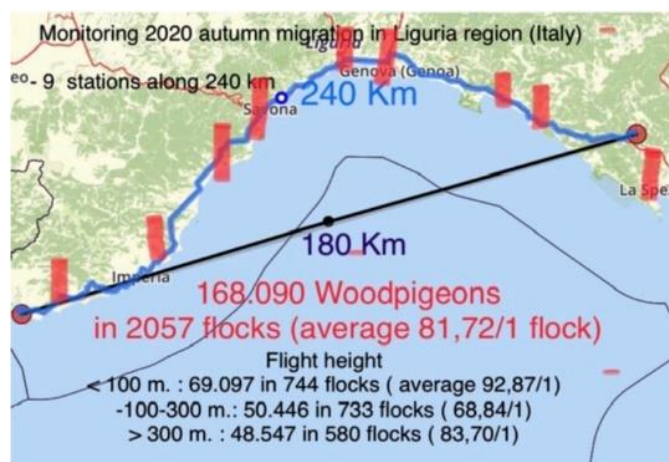
Comparazione tra il numero di *Colombacci avvistati* e l'andamento della *Pressione Atmosferica*

L'analisi dettagliata degli andamenti annuali, selezionati su corridoi migratori differenziati, permette di rilevare che i movimenti migratori, più o meno intensi secondo le “entrature adriatiche”, e successivi percorsi transappenninici, sono fortemente condizionati dall’orografia delle aree attraversate e relative condizioni meteo locali. In questo senso siamo autorizzati a segnalare alcuni precedenti lavori estratti dalle attività dei membri del CIC, che hanno permesso di evidenziare le caratteristiche dei “passi” migratori.

Una prima analisi, molto dettagliata, anche nei termini di affidabilità dei dati raccolti da pochi segnalatori, molto esperti, è consultabile sul Journal del Club [45].

*“The definition of “dynamic flight habitat” puts strongly the need to investigate the flight-height of birds during the migration and inside/over the “grounds’ habitat”.*

*We investigated these items in a special region –Liguria- in North Italy that is crossed in autumn by thousands of flocks of woodpigeons (Columba palumbus): they meet various meteo-orographic conditions and over them the birds realize flight’s strategies to overcome a complex orography and connected temporal atmosphere (Air Pressure, isobaric corridors, winds, humidity, visibility, extreme events).*



*The present paper –online- offers a detailed material examined by original methods, comparing flight’s height and some meteo-factors. The overview is based on this Map and depending on the recording-work of 9 hunters developed by special accuracy on three sectors (special Project MSM) East, Central, West.*

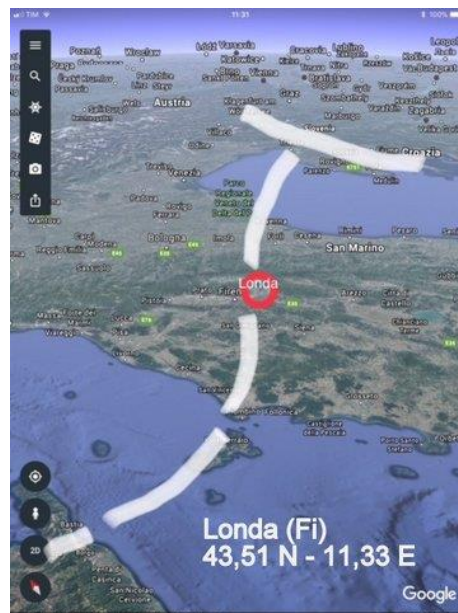
*Our results show a clear relationship between high Air Pressure, tail winds, and best temporal flight’s height conditions. variously recorded from East to West.”*



Questa analisi regionale, basata sui dati raccolti nel 2020, è estratta di fatto dal materiale di MCL e di MSM [42].

Una seconda analisi, anch'essa, innovativa e critica dei metodi di studio "random, a macchia di leopardo" è presente nel Lavoro: "Woodpigeon's (*Columba palumbus*) autumn 2018 migration: a new method to study dynamic patterns along a single crossing route in Central Italy. Focus on "flocking", "hunting pressure", "woodpigeons' ages "in a preliminary report." [57].

*"Many methods to study the migrations of birds have been developed along the ancient and modern history of the Ornithology and Ecological Sciences. The ringing, as historical yet used method, is the most famous, and more recently we find radioisotopic tracking, DNA examination, radar monitoring of migrating mass of birds, direct following of some migrating birds by light aircrafts, satellite radiotracking the most recent and promising, and we are in front of the evolution of the nano-technology inside the bodies of migrating birds. All these methods present limits of interpretation of the Migration's phenomenon and behaviours, but their contribute is still basic in the modern knowledge of the birds' Migration.*



*The most simple method to observe the migration is that when a man observes the migrating birds in the sky or in stop-over sites, but the limit is the visual field of observation: collecting data of local or extended observations was an evolution of so simple method, and also it must be considered the base of all traditional migrations' knowledge of hunters and more recently of organized birdwatchers, developing so important experiences also in the field of the so-called "CitizenScience". Collected data of all these methodologies were the base of other sophisticated methods of analysis by theoretical (statistics) and practical (laboratory and experiments) study's evolution. Despite so impressive increasing of high qualified experiences, the birds' Migration is still full of undiscovered misteries and questions without answers. Collecting so many data by records for many birds' species and in many different timing and locations, often not well coordinated, it seems many times too far from the real behaviours, choices and decision making of birds before, during, after the migrations. But visual observation, recording of numbers of birds and flocks, and their instant and long-term behaviours in front of habitat and climatologic changes, seems the most "live" method in real time.*

*The opportunity to collect and study data, recorded by very expert and traditional observers/hunters along a single narrow long (300 Km) migration's corridor/route that crosses Italy by Woodpigeons as short-medium-long distance migrators, seemed to us a new method powered by the solution of continuity following the migration along their full crossing way and autumn timing. In the present study on a migratory corridor/route (long 300 Km-large 15-25 Km) the observations of recorded birds (woodpigeon- *Columba palumbus*) were 496.389 in 3.975 flocks, but considering an enlarged area in Central Tuscany (para-corridor) were 607.749 in 5.805 flocks (1st October-15 November 2018). We have also considered detailed analysis during the two "waves/peaks" of the seasonal migration. 41 experts Observers has registered detailed data hour by hour, day by day. In the present preliminary draft/report we have considered 3 topics:*

*- Flocking: the sizes of flocks changes during the fly crossing Central Italy in the corridor "Mesola forest - Elba island" as by a sequence fom average values of 306 birds (Mesola) to 46 (Central Tuscany) and then 81 and finally 156 (increasing 239%) in Elba island.*

*- Hunting pressure: it results 0,52 % (numbers of killed birds 3.201).*

*- Age: in the first period (1st Oct. -17 Oct) of the autumn migration 1358 YOUNG birds are 55,96%, and in the second period 1843 birds are 50,24%."*

In questi due lavori citati, vengono introdotti altri elementi di studio, che potremo meglio affrontare in Discussione: Altezza del volo dei singoli branchi, modificazioni delle entità dei voli ("flocking") ed età dei soggetti abbattuti. Questi elementi risultano anche documentati nel database, pur nella variabile discontinuità delle registrazioni.





I risultati delle valutazioni meteo sono rappresentati nelle varie consultazioni dei websites meteorologici e nelle rappresentazioni grafiche via via esposte nel testo e nel Drive [56].

Restando nell'ambito delle analisi con focus su specifiche aree geografiche, segnaliamo che specificatamente in termini di analisi regionale, sono a disposizione i dati raccolti in lavori specifici su Marche, Umbria, Emilia-Romagna e Toscana. Qui riportiamo il report per le regioni Marche e Umbria, dal quale si evincono molti dettagli della migrazione in Italia centrale del 2020: [58].

Sul totale del territorio di Marche e Umbria (17.865 Km<sup>2</sup> corrispondenti al 5,93% della superficie italiana: 301.336 Km<sup>2</sup>) 42 segnalatori hanno registrato i transiti regionali come da tabella seguente:

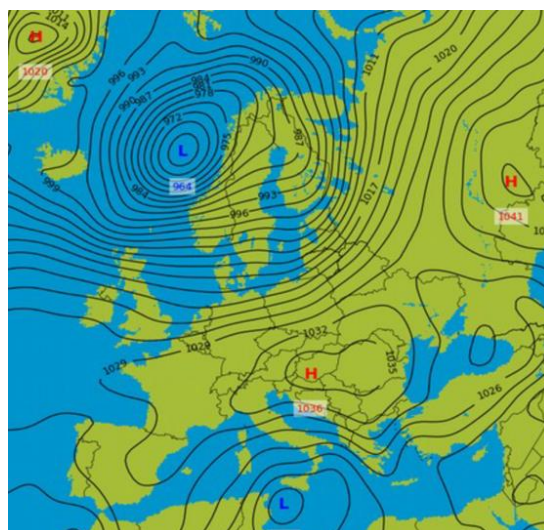
**AUTUMN MIGRATION *Columba palumbus* -2020-**  
*on the Regions MARCHE-UMBRIA (Central Italy)*  
*5,93% of total surface ITALY*

TOTALS -2020	Woodpigeons	Flocks	Average birds x 1 flock
<b>MARCHE-UMBRIA</b>	<b>240.321</b>	<b>3206</b>	<b>74,95</b>
<i>% of the Totals Italy</i>	<i>11,11%</i>	<i>43,47%</i>	<i>Decrease -74,43%</i>

L'analisi regionale si presta a considerare i principali punti di ingresso sulla costa adriatica ed i percorsi preappenninici secondo le valli fluviali.

In sintesi estrema, quello che emerge in maniera inequivocabile, è la presenza di persistenti aree di alta pressione contemporanee all'aumento di intensità della migrazione. Ciò vale per l'analisi comparativa su tutto il territorio del Palearctico Occidentale, su tutto il territorio peninsulare dell'Italia (MCL) e sulle più o meno vaste aree geografiche interessate nelle fasce e segmenti.

Le condizioni isobariche ottimali si identificano nella mappa seguente che evidenzia aree di alta pressione (valori tra 1020-1040 hPa) che si estendono su tutta l'Europa.



A lato dei risultati ottenuti da tutta la nostra indagine retroattiva sulla fenologia della migrazione di un quinquennio, abbiamo anche la possibilità di citare preliminarmente alcuni risultati di una ricerca innovativa per l'Italia sulle origini delle popolazioni di Colombacci migranti in Italia. Quesito già evidenziato nel lavoro basilico: "The General Pattern of Seasonal Dynamics of The Autumn Migration of The Wood Pigeon *Columba Palumbus* in Italy" [5].

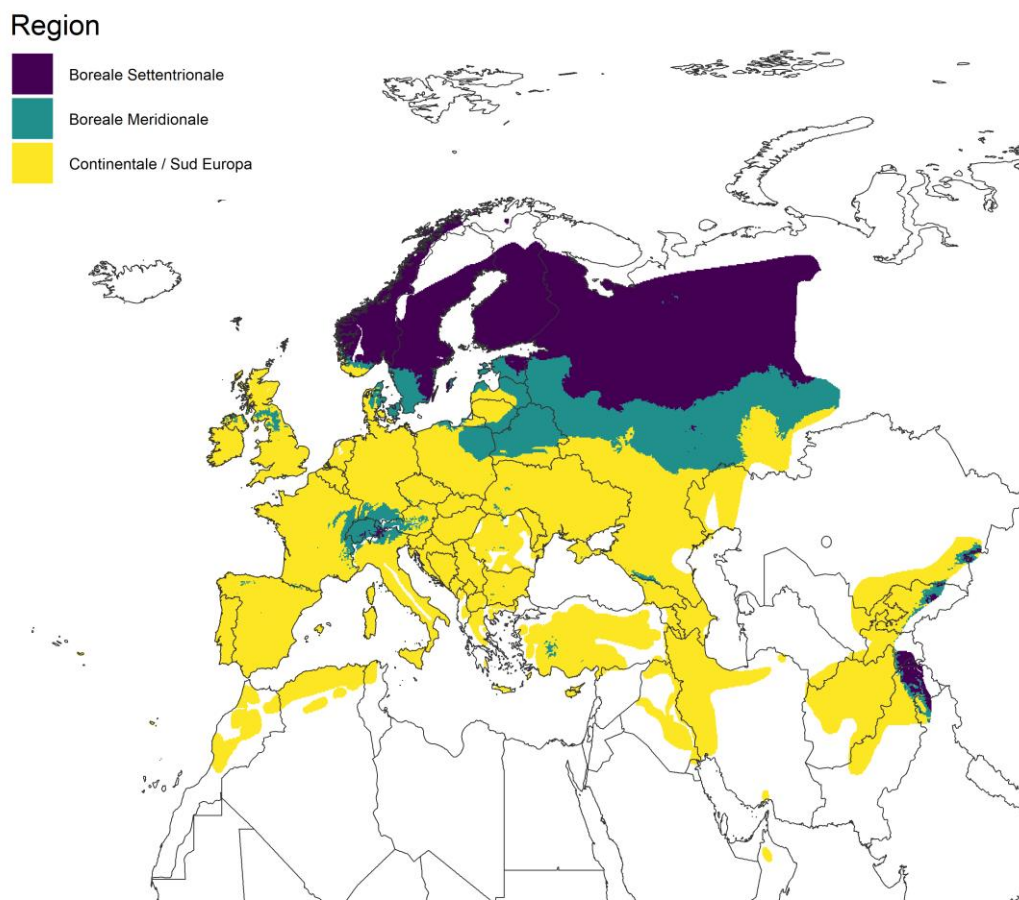




Già nel 2017, grazie al rapporto personale tra l'Editor del Journal ed il professor Keith Hobson, massimo esperto mondiale nelle ricerche con isotopi sulle migrazioni, il CIC è stato in condizioni di promuovere una ricerca specifica i cui risultati, tutt'ora preliminari (possibilmente aggiornabili), danno indicazioni di grande interesse per l'interpretazione della flessibilità migratoria della Specie nel Palearctico occidentale.

L'analisi è stata condotta sulla base della valutazione isotopica, metodologia statistica originale di K. Hosbon, condotta su 550 capi abbattuti, raccolti e catalogati nel 2021 dai membri del CIC, distribuiti sul territorio nazionale secondo le stesse modalità di MCL 2017.

In tal senso è disponibile, sempre in termini preliminari, un database incluso nel Drive [56] alla cartella: "progetto Hobson".



Su questa mappatura isotopica, che rappresenta territori di origine in tre fasce di latitudine decrescente da nord a sud e collateralmente in parziali territori sul bordo estremo orientale del Palearctico occidentale, sono identificabili le probabili origini specifiche della migrazione 2021 di 550 campioni così percentualmente distribuite:

- “Boreale Settentrionale” = 26,88%
- “Boreale meridionale” = 26,13%
- “Continentale/Sud Europa” = 46,99%



Questa acquisizione, che evidenzia approssimativamente un flusso di origine molto “nordico”, sembra avvalorare l’ipotesi che una larga parte delle popolazioni migratorie in Italia in questi ultimi anni derivi appunto da aree molto a Nord ed anziché seguire la Flyway baltica si incanali, principalmente attraverso la “Porta Moravia”, nella Flyway mediterranea. Questa interpretazione può ben spiegare l’incremento numerico dell’entità della migrazione così intensa anche nell’ultimo quinquennio oggetto della nostra analisi. Si conferma quindi la convinzione che la più importante qualità fenologica della specie sia la “flessibilità”. L’acquisizione di questo nuovo dato (parziali origini più a Nord) può ben essere confrontata con i risultati di una non più recente analisi di Hobson (2009) condotta in Francia su Colombacci sia residenti e svernanti, sia migratori: “Stable isotopes ( $\delta D$ ) delineate the origins and migratory connectivity of harvested animals: the case of European woodpigeons” - Keith A. Hobson [59]).

Altri elementi del “progetto Hosbon” del CIC potranno essere aggiornati direttamente sul Drive [56]. In particolare, come ben si evidenzia dal database, l’origine delle singole catture è selezionata per fasce analogamente a MCL (località dei singoli segnalatori) e quindi, con ulteriore analisi ed elaborazione, al termine definitivo dello studio, si potranno identificare eventuali specifiche prevalenze di “origine/transito” per singoli corridoi migratori.

Ci sembra importante segnalare, a riguardo di queste indicazioni preliminari ottenute dal Progetto, che Hobson stesso, rimarcando la provvisorietà dei dati a disposizione di ulteriore elaborazione statistica, ha affermato: “*Nonetheless, the data to date have shown some very interesting and useful patterns and this will stand as one of the most complete isotope studies of any gamebird in Europe.*”.



## Discussione

L'accurata consultazione dei materiali, dei metodi di conteggio e analisi e dei risultati conseguiti permette di evidenziare le caratteristiche fenologiche della migrazione del Colombaccio in Italia.

L'applicazione di monitoraggio MCL, utilizzata nel quinquennio 2017-2022, ha permesso analogamente di considerare i caratteri fenologici della migrazione anche selezionandoli secondo 5 + 1 corridoi migratori. Possiamo già subito affermare, come d'altra parte è intuitivo, che questi caratteri si confermano anche nel corso di decenni per tutto il Paleartico occidentale e per l'Italia.

La prima rappresentazione statisticamente completa della migrazione in Italia è quella riportata nel già più volte citato Lavoro: "The General Pattern of Seasonal Dynamics of The Autumn Migration of The Wood Pigeon *Columba Palumbus* in Italy" [5]. I dati di questo lavoro, riferiti al primo decennio di monitoraggio CIC (1997-2007), compiutamente rispettivi della fenologia migratoria della Specie sull'Italia, si riconfermano nella su esposta analisi MCL del quinquennio 2017-2022.

Fatto questo riferimento alla fenologia di base sull'Italia, dobbiamo evitare una disamina fenologica che sarebbe ripetitiva di concetti e interpretazioni già acquisiti e ben presenti in letteratura.

Riteniamo quindi opportuno svolgere la tematica di tesi di studio sul binario principale del focus di ricerca (ecologia sensitiva barometrica): "quantificazione della Migrazione comparata al fattore abiotico: Pressione Atmosferica".

Come già esposto, esiste una base anatomica per questo "item", che è rappresentata dal cosiddetto Organo Paratimpanico di Vitali, altrimenti definito da Vitali stesso "organo del volo". L'ipotetica funzione sensitiva barometrica (estesa altimetrica) è stata ampiamente studiata sull'avifauna "non-selvatica", mentre nella nostra ricerca abbiamo cercato dati documentativi estratti dall'analisi retroattiva della migrazione. La prima sorprendente evidenziazione di coincidenze nel rapporto tra involi di massa e fattori abiotici è stata sviluppata in un primissimo Lavoro di "Citizen Science": "Decision making of autumn migrations of woodpigeons (*Columba palumbus*) in Europe: analysis of the abiotic factors and atmospheric pressure changes." [34], dove è stata effettuata un'analisi comparativa dettagliata tra picchi migratori (inclusi involi di massa) e cambiamenti della pressione atmosferica, nonché comparazione con altri fattori abiotici, dai quali emerge che altro fattore abiotico statisticamente significativo (oltre il 60%), connesso agli involi di massa, è la superficie lunare illuminata oltre il 40%.

Lo studio ha analizzato i dati della letteratura e dell'esperienza diretta del CIC (Progetto Colombaccio) relativi al Paleartico occidentale (Falsterbo, Pirenei) e all'Italia.

Le conclusioni di questo studio, redatto nel Novembre 2014, così recitano: "If you want to compare the data obtained in Sweden (area of first take-off) and France (take-off area after stop) and Italy (transit area after stop-over) prevails in a substantially similar effect (numerical and statistical) about the abiotic factors that may have influenced the decision of the take-off: no significant differences between the three areas about almost all factors considered (see Tables A and B and C and GRAPHICS) As for the raising or "overhang" of the atmospheric pressure in the hours (36h / 24 / 18h) prior to the take-off, this increase is still a constant (Sweden 92.62% - 92.85% France) before a true peak migration and quantification of differences can only detect a higher percentage of increase in the hours further away (48-24 h) prior to take-off in France (73.80%) than in Sweden where at this time the remote incidence is only 27.65%, while in the two areas in the "18h" before takeoff, the incidence is 78.72% (Sweden) and 76.19% (France). Always interpreted in absolute terms of hypothesis would be the following: raising stimulates the take-off more powerfully and more quickly acclimated birds in a long time in the nest, while the stimulus is more long-term (1-2 days. before) the birds that have long been in migration and stop-over [86]. A regardless of this interpretation and assumptions, it is important to note that the increase is constant over 90% in the peak mass migration. [7-34-61] The set of data - here in the form of simple raw numbers and percentages not elaborated in strictly statistical, and then ultimately understandable - suggests the desirability and / or the possibility of in-depth analysis designed



to identify integrations (day a day / hour a hour) with other abiotic and biological factors (as algorithms, equations, formulas, statistics, mathematical indices of analysis and / or forecast) [32-51-66]. The extension of this method of analysis (ornithology - meteorology) to other areas of nesting and transit (possibly in the spring) may provide additional contributions to the understanding of the phenomenon of migration, deepening the analysis in climatological terms, so now present seasonal changes in the increasingly looming and influential on the environment. [69] Verification "live" directly in the field in 2014, about migration in Europe and particularly in Italy - as expressed in the "Updating spatial and temporal Research" - gave full confirmation of the results obtained with the global search retroactive. Finally, we emphasize that the sensor terminal of the changes in atmospheric pressure can be easily detected in the organ Para-Tympanic (PTO) Vitali [20-21], which studied for the first time by Vitali in Italy in the early decades of the last century, still the subject of extensive research morphological and functional [19- 24]: if "the finger pressing" can be discerned in the changes of atmospheric pressure (the "overhang"), "click" on which the press is probably the Paratympanic organ of Vitali, having to consider all the neuro-functional integration with the adjacent structures in the inner ear (Lagena, vestibular apparatus) until the centers of the Brain and Cerebellum. To explain all that we have shown in this retrospective study is essential that there is a definite anatomical basis barometer understood as "organic".

Sempre in termini conclusivi la sintesi dei risultati è qui esposta: "In this detailed paper we have tried to detect all the possible abiotic data on three areas of transit of woodpigeons (*Columba palumbus*) on autumn migration (Falsterbo Sweden - French Pyrenees - I Appennine mountains and valleys of Italy), processing and reporting of their data. Our focus was to identify the main abiotic factor related to the weather that can be defined as the proximate cause or "finger-pressing-the-button" for the take-off flights of the autumn migration from nesting areas near both transit areas. The analysis was conducted on census data in transit, in the Archives of various institutions. The total quantity of birds counted in migration over 40 years (from 1973 to 2014) was 42,936,667. Over the past 15 years (1999-2013) 47 peak days-of migration were identified in Sweden, 42 peaks in the Pyrenees and 12 in Italy, i.e. 101 peaks in total. These peaks were compared with the weather conditions recorded day by day and hour by hour and detailed in the Archives of Weather History. The analysis carried out mainly with data rates of incidence of abiotic factors has revealed that the most likely finger-pressing-the-button can be identified as rising of the atmospheric pressure at all three sites (92.62% Sweden, 92.85% in the Pyrenees and 91.00% in Italy). Variations above 10 hPa in 75.80% of the peaks for the sector "36/24 h" and 76.19% for the sector "18 h" preceding the take-off. The global analysis of all the abiotic factors makes it possible to construct a number of hypotheses for the interpretation of the "why" this happens. The sensory input which detects these variations of atmospheric pressure is identified as the Para-Tympanic Organ of Vitali, a possible "biological" barometer".

Una visualizzazione completa dei grafici inerenti questo Lavoro è accessibile su YouTube: [60].

Dopo questa prima sorprendente rilevazione: "gli sbalzi di pressione atmosferica nelle ore precedenti gli involi migratori di massa dovrebbero essere considerati come lo stimolo principale che induce le partenze"; ulteriori ricerche, controlli di monitoraggio migratorio e collaborazioni istituzionali hanno permesso di sviluppare numerosi lavori pubblicati in termini di "Citizen Science" sul Journal del Club [7].

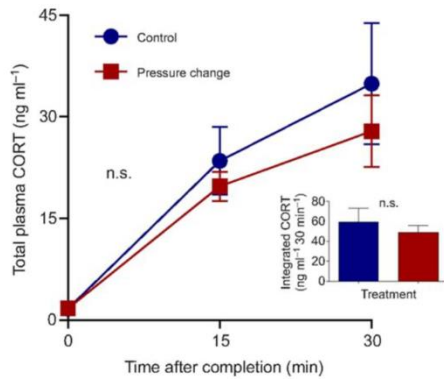
Esiste una bibliografia (PTO) che evidenzia anche la carenza istituzionale di Ricerche specifiche. Di certo hanno un significato importante e basico lavori di sperimentazione in vivo. Il primo lavoro pubblicato nel 2013, specificatamente citato da Alerstam T. nella monografia "Bird Migration" [61], ha come autore Jessica Metcalfe: "White-throated sparrows adjust behaviour in response to manipulations of barometric pressure and temperature" [62], e recita:

*"Correlational evidence suggests that animals may use changes in barometric pressure to predict or respond to changes in weather. Birds adjust the timing of migratory flights and migratory restlessness in response to changing weather, and they make facultative movements in response to storms during winter and breeding. Using the pressure chamber of a hypobaric climatic wind tunnel we tested the responses of white-throated sparrows, *Zonotrichia albicollis*, to experimental changes in air pressure alone, or air pressure and temperature in combination. Sparrows in wintering (short-day) condition were exposed to gradual changes in pressure/temperature at dawn that simulated large but realistic high- and low-pressure weather systems. During a drop in pressure, birds approached their food cup more quickly and moved more often. There was no effect of increasing pressure and no additional effects of temperature change. Sparrows in spring migratory condition (photostimulated) were exposed to pressure/temperature changes in the evening. Decreases in temperature resulted in less migratory restlessness during the first hour of night, but there was no additional effect of pressure changes. These experimental results indicate that white-throated sparrows can facultatively adjust their behaviour in direct response to changing barometric pressure and temperature."*



Questa sperimentazione evidenzia le correlazioni tra pressione atmosferica e condizione altimetrica del volo e nello stesso tempo che:

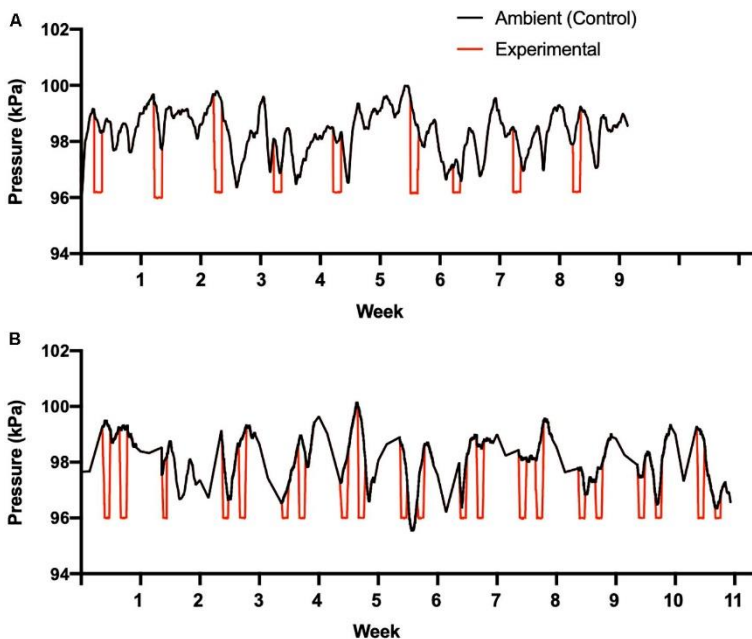
“Our data indicate that although there is no relationship between barometric pressure and mass, sparrows have lower fat scores when sampled after barometric decline in the wild. This indicates that sparrows may be spending energy at a higher rate as conditions decline. However, the  $r^2$  for this value is exceptionally low (0.014), indicating a weak relationship between factors.”



“Corticosterone (CORT) levels 0-3, 15 and 30 min after completion of the barometric pressure experiment. Data shown are means +/- s.e.m. Inset: integrated CORT over the entire 30 min. Birds were held in cloth bags between sampling times.”

Queste risultanze sperimentali trovano conferma in un più recente Studio: “High Rates of Exposure to Simulated Winter Storm Cues Negatively Affect White-Throated Sparrow (*Zonotrichia albicollis*) Energy Reserves” [63],

dove ancora una volta si afferma che i risultati sperimentali evidenziano che gli uccelli hanno capacità di misurare e rispondere ai cambiamenti di temperatura e di pressione barometrica.



Pressure manipulations for study 1 (A) and study 2 (B). Black lines indicate natural changes in ambient barometric pressure during the studies, to which control birds were exposed while held at 11°C. The red lines indicate the changes in barometric pressure when experimental birds entered the wind tunnel plenum once (study 1) or twice (study 2) each week. Temperature was also decreased from 11 to 1°C for experimental birds during the times they were exposed to lowered barometric pressure.

In definitiva, questi due studi sperimentali indicano che esiste una correlazione tra comportamenti migratori, feedback ormonali ed accumulo di riserve energetiche, strettamente correlate con modifiche della pressione atmosferica e della temperatura.





Sempre rimanendo in tema di conferme sperimentali sull'esistenza di un senso barometrico e sue influenze sui comportamenti migratori, è stato recentemente pubblicato un Lavoro: "Atmospheric pressure predicts probability of departure for migratory songbirds" [64], di estrema importanza per la verifica delle nostre ipotesi e tesi interpretative, sulla correlazione tra cambiamenti della pressione atmosferica (PTO) ed intensità dei flussi migratori. Il nostro lavoro, infatti, si finalizza a dimostrare con dati numerici "evidence-based" che uccelli selvatici, come il Colombaccio (*Columba palumbus*), subiscono un influsso determinante, per le decisioni di involo migratorio di massa, da parte delle variazioni incrementali di Patm, nelle ore precedenti l'involo.

Dobbiamo altresì rilevare che in questi ultimi 70 anni sono stati scarsi e marginali i contributi di ricerca che ben inquadrassero le capacità di valutazione barometrica dei migratori, utilizzate per il "decision making" d'inizio o proseguimento della migrazione.

Ed ecco, appunto, che in questo stesso anno (1° Maggio 2023) viene pubblicato un Lavoro sperimentale "on-the-field" che si pone come pietra miliare per le Ricerche specifiche sul rapporto pressione atmosferica e migrazione degli Uccelli: Cooper, N.W. et al. - "Atmospheric pressure predicts probability of departure for migratory songbirds." [64].

Rilevato che la significativa sintesi estrema dei risultati della Ricerca sta nel titolo stesso, approfondiamo qualche elemento tratto dal Lavoro, incluso in citazione integrale dall'abstract:

*"We combine automated radio telemetry data from four species of songbirds collected at five breeding and wintering sites in North America with hourly weather data from a global weather model. We use these data to determine how wind profile, atmospheric pressure, precipitation, and cloud cover affect probability of departure from breeding and wintering sites. Results We found that the probability of departure was related to changes in atmospheric pressure, almost completely regardless of species, season, or location. Individuals were more likely to depart on nights when atmospheric pressure had been rising over the past 24 h, which is predictive of fair weather over the next several days. By contrast, wind profile, precipitation, and cloud cover were each only informative predictors of departure probability in a single species. Conclusions Our results suggest that individual birds actively use weather information to inform decision-making regarding the initiation of departure from the breeding and wintering grounds. We propose that birds likely choose which date to depart on migration in a hierarchical fashion with weather not influencing decision-making until after the departure window has already been narrowed down by other ultimate and proximate factors."*

Queste conclusioni di fatto derivano dalla comparazione dei dati di involo migratorio con precisi dati meteorologici ed in particolare con i cambiamenti in tempo reale dell'indice di tendenza della pressione atmosferica. L'indagine è stata condotta su 4 specie di passeriformi migratori del Nord America, catturati, esaminati, e dotati di un sistema automatico radio-telemetrico con raggio di rilevamento intorno ai 13 Km, valutando i momenti di reale involo migratorio (oltre 280 involi) e confrontandoli con i dati meteo simultanei, con un'analisi statistica estremamente complessa, nell'incrocio di più fattori considerati stimoli o informazioni biologico-fisiche utili al "decision making" della migrazione sia autunnale, che primaverile, da siti di rilevamento geograficamente diversi. La significatività dell'indice di tendenza di Patm, in crescita nelle 24h precedenti, è risultata maggiore per i Migratori a lunga distanza. L'analisi, che ha evidenziato l'aumento della Patm come prevalente fattore predittivo dell'involo migratorio, ha evidenziato anche la partecipazione integrata di altri fattori abiotici e biotici. La complessità della metodologia è stata facilitata nella lettura analitica dalla realizzazione di grafici e tabelle molto esplicativi e documentali. A latere della valutazione già espressa come per un Lavoro che si rappresenta come moderna "pietra miliare" nello specifico settore "sperimentale" sul campo, ci è d'obbligo rilevare altresì in negativo la carenza bibliografica ed apparentemente conoscitiva degli studi sul PTO.



Se come è vero che nella Ricerca scientifica le ipotesi interpretative necessitano di concrete prove sperimentali, nello sviluppo delle nostre problematiche di studio sul campo, riferite al rapporto tra Patm ed intensità della migrazione, abbiamo a disposizione, nell'ultimo decennio, di tre lavori propriamente sperimentali, come sopra riportato. Questi Lavori, certamente difficili nella realizzazione pratica, cercano di dare risposte "evidence-based" ad una fenomenologia sensitiva di non facile identificazione ed interpretazione.

Di questo complesso ecosistema sensitivo e dei connessi riferimenti di studio bibliografici, ci sembra opportuno approfondire e focalizzare alcuni elementi ed in particolare l'aggiornamento sulla presupposta funzione barometrica legata all'anatomia dell'orecchio medio degli uccelli, inclusi ovviamente i Migratori. Un punto di riferimento è il Lavoro: "The "Organ of flight": Paratympanic Organ (PTO) of Vitali in Wild Birds as Biological Barometer-Altimeter" [31], frutto delle osservazioni derivate dalle attività di monitoraggio e studio del CIC, con una sintetica analisi storica dei contributi di studio riguardanti l'Organo Para-Timpanico di Vitali, già subito definito dallo scopritore Giovanni Vitali (1911) quale "Organo del volo".

Riferendoci quindi alle capacità di valutazione barometrica dello status della Pressione Atmosferica, presenti negli Uccelli, utili anche alle decisioni d'involo migratorio, troviamo che già agli inizi del secolo scorso andava sviluppandosi attenzione propriamente scientifica sul rapporto tra condizioni meteorologiche e fasi migratorie: SMITH. F. - 1917 - "The correlation between the migratory flights of birds and certain accompanying meteorological conditions." [65].

Con lo sviluppo propriamente scientifico della Meteorologia, e connesse tecniche di analisi e previsione, di pari passo gli Ornitologi hanno iniziato a correlare i comportamenti migratori con vari fattori abiotici propriamente meteorologici e più recentemente climatologici.

Circa 70 anni fa, più specificamente per il nostro interesse, veniva pubblicato il Lavoro: A. M. Bagg - 1950 - "Barometric Pressure-Patterns and spring Bird Migration" [66].

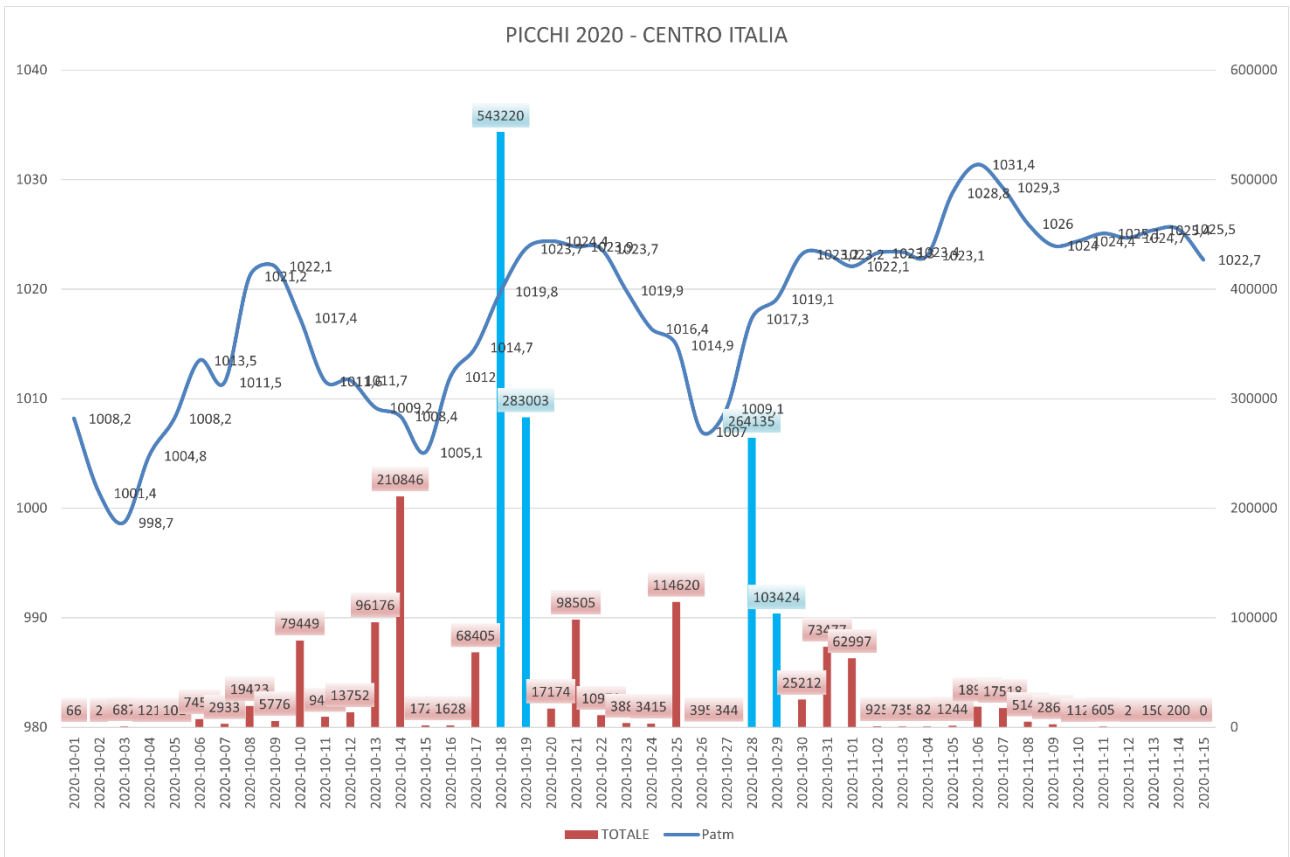
Oggi abbiamo un'enorme disponibilità di Lavori scientifici che hanno esplorato il rapporto tra le varie condizioni meteorologiche/climatiche e la migrazione degli Uccelli, con analisi che hanno approfondito tutte le conoscenze riguardanti il comportamento migratorio e le varie fasi metaboliche, ormonali, sensitive, ecc.

Il nostro Lavoro si è svolto e sviluppato partendo dall'osservazione, quasi casuale, del parallelismo tra sbalzi di pressione atmosferica ed involi di massa da un'area di stop-over migratorio in Italia, il Bosco della Mesola. A seguito di questa osservazione, confermata anche da rilievi ottenuti da altri fenomeni di migrazione di massa del Paleartico occidentale (consultabili in archivio), abbiamo potuto sviluppare una ripetuta annuale metodologia di previsione degli involi di massa e della temporale intensità migratoria. Ecco quindi che con soddisfazione, dando credito alla validità scientifica delle risultanze predittive in ricerca, rileviamo che l'ultimo lavoro sperimentale, già citato, sottolinea proprio la possibilità di previsione degli involi migratori.

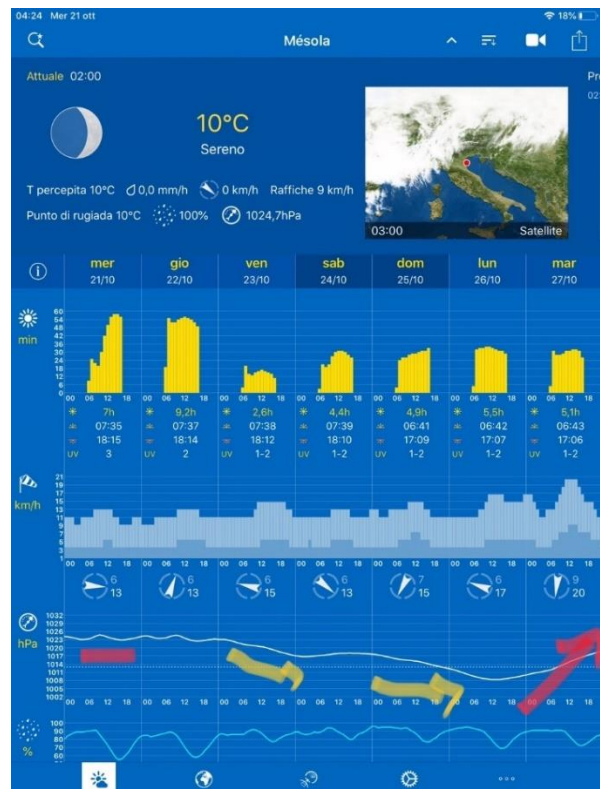
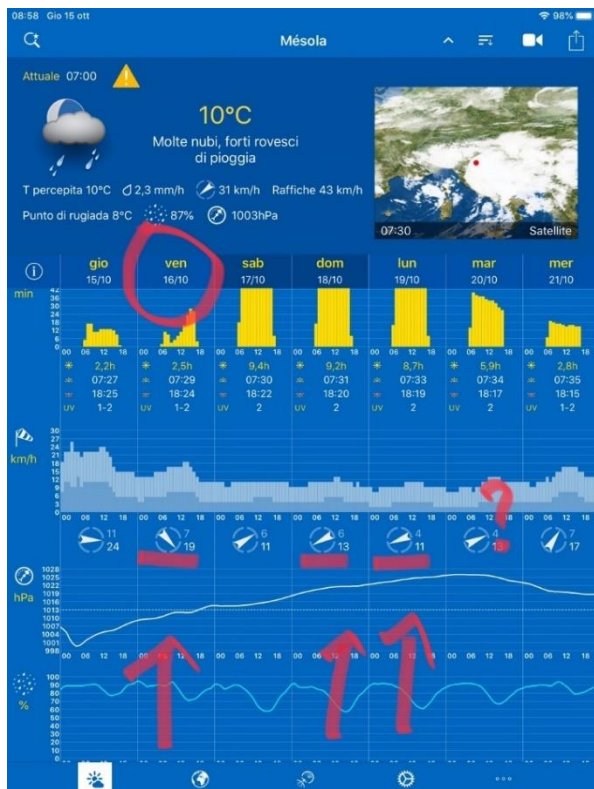
In tutti questi ultimi anni, a partire dal 2014, abbiamo potuto sempre dare indicazioni predittive sull'andamento della migrazione (anche con anticipazione di 15/7 giorni) basandoci esclusivamente sull'attendibilità dei siti Meteo, come dagli esempi riportati in seguito, attinenti ai risultati "evidence-based" dettagliati nelle sequenze dei grafici raccolti nel Drive [56].



Come dall'andamento della migrazione del 2020, e relativo grafico, l'evidente correlazione dei picchi (18-19/10 e 28-29/10/2020) era stata prevista sulla base delle previsioni meteo tratte dal sito: Weatherpro.com [67], che consente previsioni fino a 15 giorni prima.



*Comparazione tra andamento della Pressione Atmosferica e giornate di Picco Migratorio (involi di massa)*



Come dall'esempio precedente, per quanto riguarda tutti gli anni del quinquennio, ed in particolare gli involi di massa dal Bosco della Mesola (visibili in un video girato nel 2017: [68]), le previsioni anticipate anche di 15/7 giorni, sono state sempre corrette. Tutti i picchi corrispondenti sono indicati nei grafici comparativi compresi nel Drive [56]. Va sottolineato che in ambito scientifico tutti i metodi di previsione hanno valore di verifica sulla validità dell'argomento in esame.

In definitiva, dalla "lettura" dei nostri grafici comparativi e dei risultati statistici "evidence-based" si evince la verifica del rapporto "innalzamento della pressione atmosferica/intensità della migrazione". Molti altri "items" potrebbero essere discussi a proposito, e di questi, anche di quelli riferiti al quinquennio 2017-2022, vi sono ampi riferimenti di analisi e dettagliate interpretazioni sui numerosi Lavori riportati in termini di "citizen science" sul Journal.

Nel testo sopra sviluppato sono stati riportati in particolare esempi dei grafici consultabili, mentre per eventuali approfondimenti è necessaria una richiesta specifica a nome dell'autore:

Tommaso Lipparelli - [lippa.ita98@gmail.com](mailto:lippa.ita98@gmail.com)

D'altra parte, gli argomenti e le problematiche insite nella fenologia della migrazione del Colombaccio sono numerosi ed ognuna imporrebbe analisi specifiche ed interpretazioni descrittive. Tutto ciò diventa impossibile nel testo di una Tesi, come la presente, e sarebbe dispersivo rispetto al focus principale del nostro studio.



## Conclusioni

Con principale riferimento al Titolo della nostra Tesi, le nostre conclusioni dovrebbero riguardare la più grande tematica di tutta la fenologia migratoria del Colombaccio (*Columba palumbus*) riferita ad un quinquennio di studio, ma più specificatamente la nostra vera “Ricerca” retroattiva, svolta su una grande quantità di materiale messo a disposizione dal CIC, è essa stessa focus di conclusioni.

La fenologia della migrazione osservata ed analizzata dai dati a disposizione del quinquennio specifico si allinea, come già detto, alle risultanze dell’analisi del più antico decennio “Progetto Colombaccio” (1997-2007), riportate in letteratura nel Lavoro specifico [5].

Lo svolgimento stagionale della migrazione si realizza in dipendenza delle contingenti condizioni meteorologiche, con prevalenza di intensità in due/tre periodi per stagione ed in questi ultimi anni va prolungandosi anche nel mese di novembre. Se ci riferiamo all’analisi migratoria per selezione di fasce e segmenti, corrispondenti a variabili corridoi migratori, possiamo ben ribadire come la migrazione peninsulare sia fortemente dipendente nei “passi” locali dalle caratteristiche orografiche dei territori attraversati e locali contingenti condizioni meteo. Quindi, l’imprinting genetico delle popolazioni migratorie rimane fundamentalmente stabile nelle sue caratteristiche comportamentali, pur modificate dalle variazioni temporali della consistenza forestale e modificazioni dipendenti dalle tipologie agricole. Le scelte delle aree di stop-over e relativi tempi di sosta sono condizionate dal timing stesso della migrazione, dalle condizioni climatiche e dal livello di conservazione della biodiversità locale. Altri fattori fenologici, come il timing degli involi giornalieri, la dipendenza dalla direzione del vento, il disturbo venatorio e relativa memoria nei soggetti più anziani, le scelte di altitudine del volo, le modificazioni del “flocking”, il timing del Paleartico occidentale, i possibili voli notturni e le presupposte correlazioni con le fasi lunari rimangono quelli di sempre.

Come più volte sottolineato, l’oggetto principale della nostra ricerca è incentrato sull’Ecologia sensitiva barometrica, poichè nell’evoluzione di studio specifico, la sorprendente individuazione di una relazione/dipendenza dai cambiamenti di pressione atmosferica, è propriamente focus della Ricerca stessa. Riferendoci al quinquennio in esame, ed anche al frazionamento in fasce e segmenti del territorio peninsulare di transito, tutta la disamina di studio è supportata dalla dettagliata e precisa comparazione di dati raccolti dal monitoraggio della migrazione con i dati estratti dalla consultazione di altrettanto precisi fattori meteorologici ed ambientali.

I risultati di questa comparazione, esasperata per tutto il periodo migratorio e più evidenziata in coincidenza dei picchi/ondate, sembrano inequivocabilmente confermare l’ipotesi del rapporto diretto tra “innalzamento più o meno rapido della pressione atmosferica nelle 24/48h precedenti” e “decisione dell’involto migratorio”. Tutte le altre correlazioni con fattori abiotici appaiono di marginale importanza, pur dovendole considerare nel complesso sistema di ecologia sensitiva degli uccelli migratori (“The Sensory Ecology of Birds” [21]).

Come più volte sottolineato l’evento fisiologico dell’impulso barometrico ha necessariamente una sua base anatomica, che al momento non può che essere identificata nell’Organo Paratimpanico di Vitali (PTO) [31].

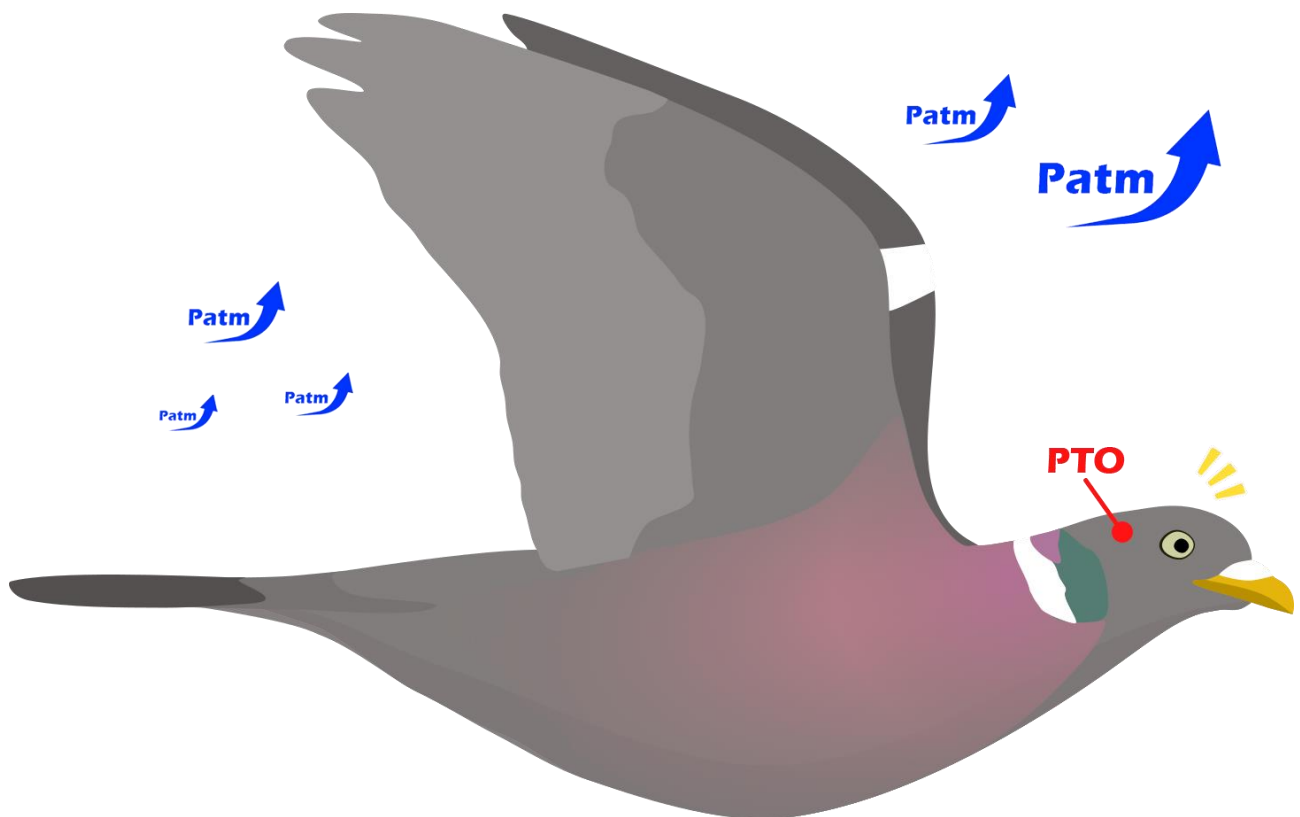




Purtroppo, la Ricerca specifica sulla morfologia e funzione dell'Organo è tutt'oggi molto carente, tant'è che vale per tutto la conclusione del lavoro di Giannessi F. et al., eredi della scuola anatomica dell'Università di Pisa dove Giovanni Vitali svolse la sua carriera, ("Giovanni Vitali: Discoverer of the Paratympanic Organ" [69]) dove si legge: *"Recently, we reviewed the literature and evidence that suggests that the PTO may function as a barometer and/or altimeter in the middle ear of birds (von Bartheld and Giannessi, 2011). Indeed, birds are sensitive to small changes in atmospheric pressure of 10–20 mm H<sub>2</sub>O (Griffin, 1969; Kreithen and Keeton, 1974). The PTO may sense the tension of the tympanic membrane, and thereby register differences in air pressure. Clarification of the functional role of the PTO, which is used daily by an enormous number of living animals (200–300 billion of birds), represents currently one of the major unsolved mysteries and challenges in sensory physiology of vertebrates."*

Se le nostre conclusioni, ipotizzate e confermate sul campo, hanno una valenza retroattiva ottenuta in un lungo periodo di raccolta ed analisi dei dati, solo recentemente dalla letteratura emergono Lavori sperimentali che confermano la correlazione tra Pressione Atmosferica e Migrazione ("Atmospheric pressure predicts probability of departure for migratory songbirds" [64]) e nei quali sembra emergere anche una relazione tra pressione atmosferica ed attività ormonali.

Dobbiamo augurarci che il nostro Lavoro di Tesi, corredato con la dettagliata costruzione di grafici ed elementi statistici in buona parte innovativi, possa evolvere in più specifici Lavori di studio e indurre all'apertura di canali di Ricerca continuativamente impegnati nella sfida di conoscenza del barometro/altimetro biologico.



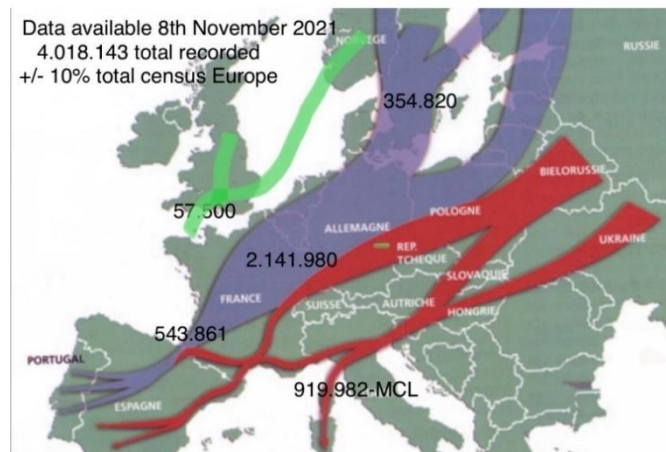
## Appendice

### **La Migrazione sul Paleartico Occidentale:**

Tutto il materiale raccolto nei 6 corridoi geografici, oggetto di monitoraggio in Italia, fa parte ovviamente di tutto il territorio continentale (Paleartico Occidentale) dove tutta la Migrazione autunnale si sviluppa con tempistica articolata, ma fondamentalmente più o meno simultanea nella stagione. Se il confine orientale del Paleartico Occidentale s'identifica con le longitudini della Catena degli Urali, ben sappiamo che alcune popolazioni e/o presupposte sub-Specie provengono anche da territori Asiatici da oltre gli Urali.

Ci è d'obbligo quindi esporre anche un'analisi focalizzata sull'Europa ed in particolare su alcuni punti di transito monitorati da Istituzioni Europee: il CIC ha raccolto negli anni licenze di "usufrutto scientifico" dei dati raccolti da queste Istituzioni, peraltro resi sempre accessibili on-line per scopo scientifico, quale si pone anche questa Tesi.

La migrazione autunnale delle popolazioni di Colombaccio (*Columba palumbus*) si svolge su due grandi Direttrici che si sviluppano da NE a SW sopra e sotto le catene montagnose dei Carpazi, dei Sudeti e delle Alpi. La principale Direttrice nordica si sviluppa sia lungo i territori costieri del Mare del Nord sia in Centro Europa ed entra nella Francia Continentale sino poi alla Penisola Iberica e al Nord Africa Occidentale.



Abbiamo a disposizione un archivio importante, che riporta con precisione i dati di 50 anni di transiti a Falsterbo (estrema punta a sud della Scandinavia-Svezia) e con altrettanta precisione i dati raccolti da Palombe.com [70] dal 1999 (23 anni) sui Colli Pirenaici. I flussi che entrano in Francia sui bordi orientali continentali sono in parte registrati da osservatori ornitologici, ma non sempre offrono continuità di annotazione ed analisi (Trektellen.org [71], Torcaces.com [72], Migration.net [73]). Inoltre, alcune indicazioni di conteggio si hanno per le Isole Britanniche dalla stazione ornitologica di Portland, all'estremo occidentale de La Manica (prevalente migrazione a novembre anche per popolazioni derivanti direttamente dalla Norvegia), mentre per l'estremo sud della Francia si ritrovano dati scoordinati delle stazioni ornitologiche (Migration.net) del versante occidentale delle Alpi Marittime. Questi ultimi, inaffidabili, raccolgono flussi dal centro Europa e dalla costa Ligure (Via Mediterranea).

Al fine di eventuale nota di confronto con i nostri dati di 5 anni raccolti in Italia (Flyway Mediterranea) abbiamo comunque a disposizione dati da un'area di nidificazione (Scandinavia – Russia NW) e dati da un'area di transito in arrivo (Pirenei).



Infatti, come preliminarmente esposto nel testo principale di questa Tesi, già nel 2017 il Club ha iniziato a promuovere un progetto di ricerca sulle origini dei Colombacci migratori in Italia, anche grazie alla collaborazione con Keith Hobson [49]. Nel 2021 molti membri del Club hanno raccolto oltre mille penne utili alla valutazione isotopica, finalizzata alla identificazione delle probabili aree di origine dei Colombacci abbattuti. Attualmente, l'analisi dei risultati è in itinere e comunque già emergono dati di estremo interesse, come già esposto nel testo. In questo senso è, e sarà, disponibile una cartella specifica (progetto Hobson) inserita nel Drive [56].

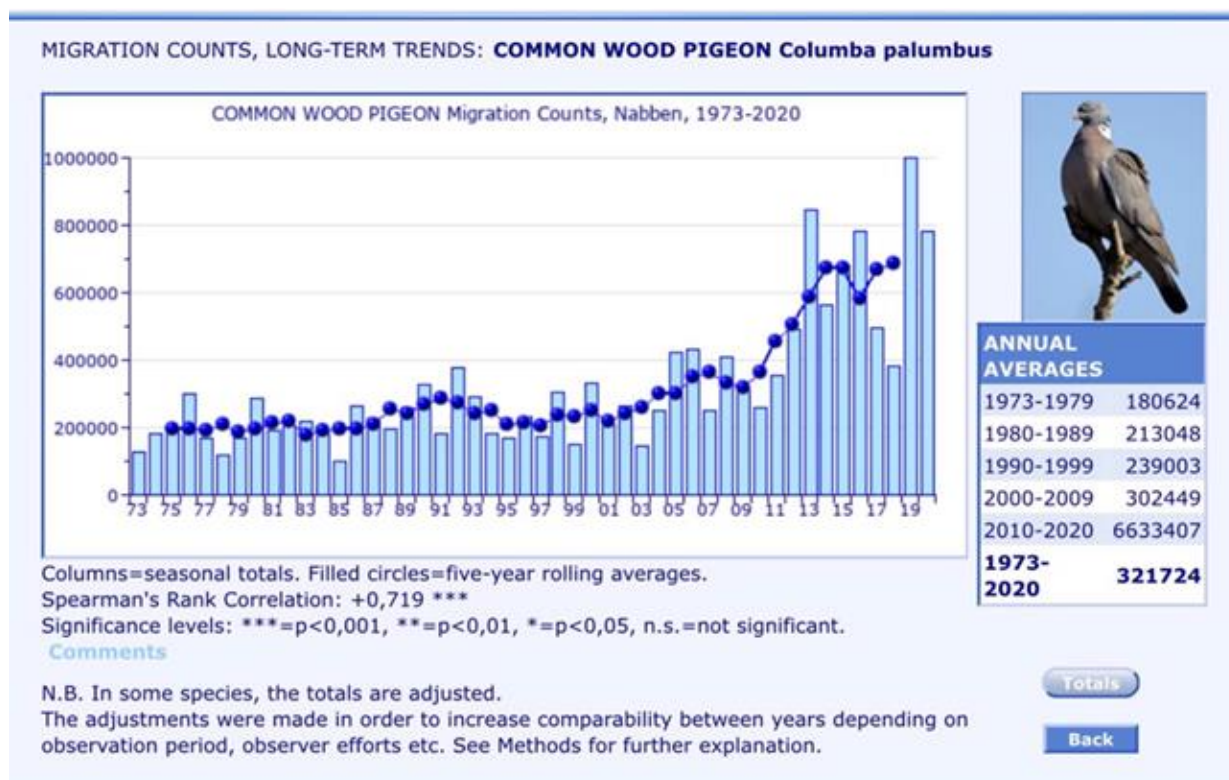
Qui di seguito una serie di riferimenti bibliografici relativi ad approfondimenti specifici:

- “Ricerca sulla migrazione del colombaccio “Hobson” primi risultati” [74].
- “Use of Stable Isotopes to Trace Bird Migrations and Molecular Nuclear Techniques to Investigate the Epidemiology and Ecology of the Highly Pathogenic Avian Influenza” [75].
- “Using stable isotopes to estimate migratory connectivity for a patchily distributed, wetland-associated Neotropical migrant” [76].
- “Dr Keith A. Hobson | Mapping Animal Migration with Isotopic Tools” [77].
- “Tracing origins and migration of wildlife using stable isotopes: a review” [78].
- “Stable isotopes ( $\delta D$ ) delineate the origins and migratory connectivity of harvested animals: the case of European wood pigeons” [59].

Altri dettagli sono inseriti al termine del paragrafo: “Risultati”.

#### 1. FALSTERBO (Svezia) - [falsterbofagelstation.se](http://falsterbofagelstation.se) [79]

Dal 1973 ad oggi (2022) sono stati conteggiati in transito autunnale (settembre – ottobre - novembre) 16.666.778 Colombacci, con una media annuale (calcolata su 50 anni di registrazioni) di 333.337 per anno e con un minimo annuale di 98.222 (1985) ed un massimo di 999.920 (2019), che equivale ad un incremento statistico del 918 %.



Nel quinquennio di riferimento al nostro studio (2017-2022, escluso 2019) i dati raccolti a Falsterbo sono i seguenti:

2017 - 494.300 Colombacci

2018 - 379.610 Colombacci

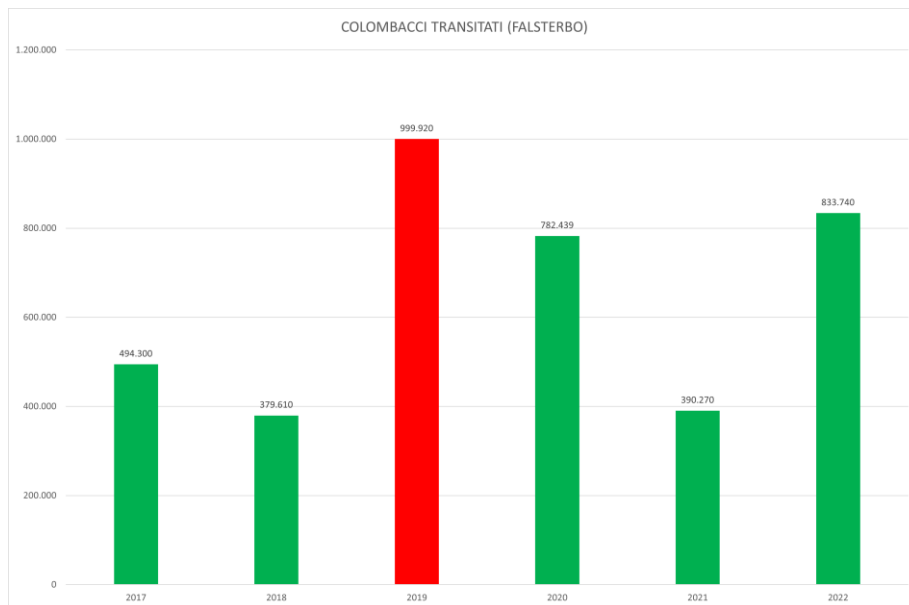
2019 - 999.920 Colombacci

2020 - 782.439 Colombacci

2021 - 390.270 Colombacci

2022 - 833.740 Colombacci

Per un Totale di 2.880.350 Colombacci transitati a Falsterbo nei 5 anni della nostra analisi MCL, equivalenti al 17,28% dei transiti di 50 anni.



La media annuale del quinquennio in Falsterbo è di 575.070 Colombacci che si rappresenta come un incremento del 73% rispetto alla media dei 50 anni (333.337 per anno).

Il totale di 2.880.350 Colombacci riferito per i 5 anni a Falsterbo, un corridoio unico diretto dai territori di nidificazione, si rappresenta come il 53,08% rispetto al totale del nostro studio in Italia, con 5.426.149 Colombacci registrati su 6 Corridoi di transito.

Dobbiamo in particolare considerare sul quinquennio di Falsterbo i Picchi/Ondate, che sono significativi dell'involto migratorio da territori di nidificazione. Sono questi dati precisi che non si rilevano documentativamente in nessun'altra area di nidificazione e il collegato primissimo movimento migratorio in tutto il Paleartico Occidentale. I Picchi si realizzano con variabili quantificazioni e sequenze temporali e sono sempre "indici" di massima significatività della fenologia migratoria. Nel quinquennio di nostro studio Falsterbo ha registrato 17 seguenti Picchi migratori, come rappresentato nelle tabelle comparative che includono anche i dati di transito Pirenaici, inserite sotto. In definitiva la migrazione su Falsterbo si sviluppa annualmente in chiara dipendenza dall'area di nidificazione e relativo successo riproduttivo. Le condizioni meteorologiche, rapidamente mutevoli all'inizio della stagione autunnale sulla penisola scandinava, sono determinanti sul timing delle partenze migratorie e relativo transito a Falsterbo.

## 2. FRANCIA (Confini orientali) - [migraction.net](https://migraction.net) [73]

Il sito [migraction.net](https://migraction.net) offre una visione cronologica degli ingressi in Francia con prevalenti osservazioni su 4 + 1 (Flavignac) stazioni ornitologiche di rilevamento, come da mappa interattiva raggiungibile sul sito. Questo website, di non facilissima consultazione, offre anche grafici di analisi statistica molto complessa e di difficile lettura da non esperti. Comunque, nel 2022 si registrano 2.938.000 ingressi, con picchi di entrata temporalmente corrispondenti ai picchi italiani. Tutto in relazione ad una permanente area di alta pressione su Belgio, Polonia, Germania, Svizzera e Francia orientale, oltre che a temperature elevate.



### 3. PIRENEI (Francia) - palombe.com [70]

Il sito palombe.com offre una facile e scorrevole consultazione su tutti i transiti Pirenaici dal 1999 al 2022. In questo ultimo anno si è raggiunto il record di 3.423.716 Colombacci in 2981 voli, con picco massimo concentrato nel giorno del 2 novembre con 1.547.975 Colombacci, in condizioni atmosferiche variate nelle precedenti 48h e assestate su 1027 hPa di pressione, sbalzata da 1013 hPa (+14 hPa) nelle aree continentali pre-pirenaiche, e cambio della direzione dei venti da sud a nord/NE. Il record del 2022 (3.423.716) registra un aumento del 21,77% rispetto al precedente record del 2018 (2.820.385).

Le conte sui Pirenei si rappresentano come monitoraggio “visivo” della massa migrante sulla Francia continentale, migrazione che travalica i Pirenei (principalmente sulla parte occidentale vicina alla costa Atlantica), e vengono effettuate da postazioni fisse, anche con uso di binocoli. Iniziano il 15 ottobre e terminano l'11 novembre, quando si compie la fase finale del viaggio migratorio lungo la “Via” Nord e Centro Europea e la massa migrante si riversa sulla penisola Iberica, per lo più sino all'Estremadura per svernare. Abbiamo a disposizione dati dettagliati raccolti in 23 anni (a partire dal 1999) per un Totale di 40.337.000 Colombacci ed una media annuale di 1.753.000. Questi totali includono i cosiddetti voli di ritorno, dettagliabili dalle tabelle annuali, e che incidono minimamente sulla valutazione globale. È singolare che i valori minimo e massimo siano registrati nell'ultimo quinquennio: minimo di 355.000 nel 2019 (in forte contrasto con il Massimo di Falsterbo di 1 milione) e massimo nel 2022 di 3.423.000. Dal valore medio annuale sui 23 anni (1.753.000/anno) l'incremento, rispetto all'ultimo e massimo record del 2022: 3.423.000, è del 95,27%.

Come per la precedente analisi su Falsterbo, ci è d'obbligo l'estrazione dei dati dell'ultimo quinquennio 2017-2022 (escluso, per motivi tecnici MCL, il 2019) sui Pirenei.

2017 - 1.220.000 Colombacci

2018 - 2.820.000 Colombacci

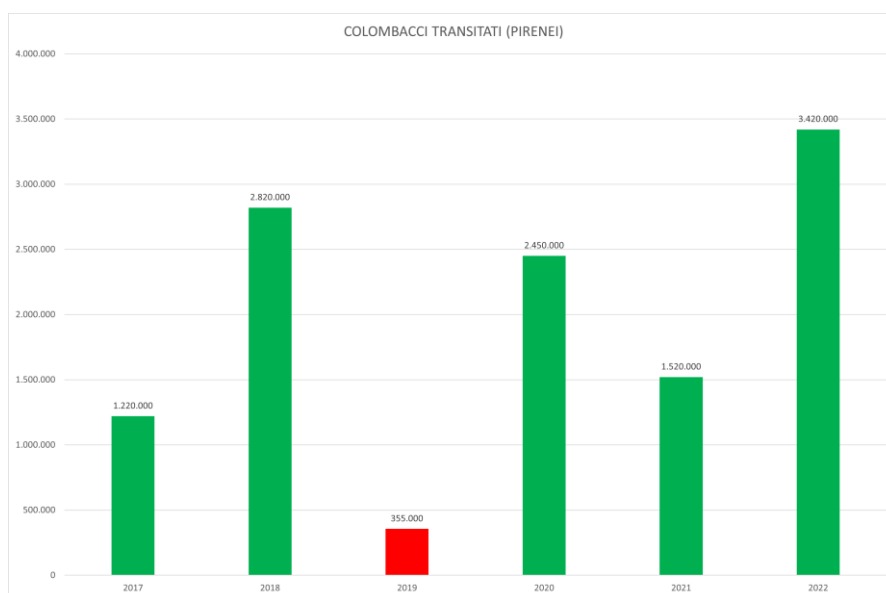
2019 - 355.000 Colombacci

2020 - 2.450.000 Colombacci

2021 - 1.520.000 Colombacci

2022 - 3.420.000 Colombacci

Per un totale del quinquennio di 11.430.000 Colombacci, con media annuale di 2.286.000.



Anche in questo caso estraiamo i picchi Pirenaici per ogni anno del quinquennio, utili all'approfondimento comparativo dell'andamento migratorio con Falsterbo e con MCL-Italia:





2017:

DATA	TOTALE ITALIA	TOTALE FALSTERBO	TOTALE PIRENEI
01/10/2017	2345	50	0
02/10/2017	2735	0	0
03/10/2017	580	0	0
04/10/2017	1680	0	0
05/10/2017	1250	0	0
06/10/2017	20	30 300	0
07/10/2017	6715	7 100	0
08/10/2017	19305	14 200	0
09/10/2017	25775	35 800	0
10/10/2017	3840	6 300	0
11/10/2017	9410	0	0
12/10/2017	7625	0	0
13/10/2017	400	3 400	0
14/10/2017	17815	400	0
15/10/2017	16625	17 000	2 413
16/10/2017	13645	2 300	2 493
17/10/2017	1485	16 100	1 627
18/10/2017	6950	2 100	10 883
19/10/2017	4845	20 800	0
20/10/2017	5	10 200	1 031
21/10/2017	3875	800	2
22/10/2017	1075	1 600	0
23/10/2017	1100	20 800	51 307
24/10/2017	530	191 700	418 030
25/10/2017	21900	0	49 878
26/10/2017	22345	750	31 815
27/10/2017	35	25 900	70
28/10/2017	10890	0	1 914
29/10/2017	1980	39 900	151 860
30/10/2017	1795	21 400	0
31/10/2017	65	1 300	316 956
01/11/2017	13950	0	10 336
02/11/2017	5415	0	1 614
03/11/2017	0	4 400	53 820
04/11/2017	1915	280	358
05/11/2017	1300	650	8
06/11/2017	0	8 100	0
07/11/2017	0	2 300	110 980
08/11/2017	655	580	0
09/11/2017	5950	0	0
10/11/2017	0	0	0
11/11/2017	7930	0	0
12/11/2017	170	200	0
13/11/2017	0	5 100	0
14/11/2017	0	0	0
15/11/2017	0	0	0

2018:

DATA	TOTALE ITALIA	TOTALE FALSTERBO	TOTALE PIRENEI
01/10/2018	205	430	0
02/10/2018	0	50	0
03/10/2018	745	1 850	0
04/10/2018	175	25 600	0
05/10/2018	85	0	0
06/10/2018	1450	3 400	0
07/10/2018	1520	18 600	0
08/10/2018	2460	90	0
09/10/2018	75	140	0
10/10/2018	8430	6 800	0
11/10/2018	16270	35 300	0
12/10/2018	330	27 400	0
13/10/2018	15895	51 500	0
14/10/2018	17370	42 600	0
15/10/2018	9080	31 300	0
16/10/2018	105	31 200	2 151
17/10/2018	1760	5 200	2 529
18/10/2018	8540	2 900	1 036
19/10/2018	2420	19 500	3 323
20/10/2018	22610	1 800	474
21/10/2018	15270	2 800	13 527
22/10/2018	4000	80	13 788
23/10/2018	0	0	1 073 055
24/10/2018	5140	8 600	2 939
25/10/2018	7880	0	1 781
26/10/2018	305	11 600	70
27/10/2018	710	1 170	0
28/10/2018	0	11 100	1 452
29/10/2018	0	7 700	150
30/10/2018	0	0	19 136
31/10/2018	6015	0	43 820
01/11/2018	205	5 700	1
02/11/2018	0	420	49
03/11/2018	4220	1 320	340 190
04/11/2018	1590	7 200	1 298 292
05/11/2018	4680	0	2 500
06/11/2018	2495	4 700	0
07/11/2018	2440	1 800	0
08/11/2018	2910	0	78
09/11/2018	0	300	0
10/11/2018	4515	100	0
11/11/2018	2470	0	44
12/11/2018	1515	200	0
13/11/2018	30	0	0
14/11/2018	385	1 820	0
15/11/2018	0	400	0

2020:

DATA	TOTALE ITALIA	TOTALE FALSTERBO	TOTALE PIRENEI
01/10/2020	66	450	
02/10/2020	2	30	
03/10/2020	687	0	
04/10/2020	121	0	
05/10/2020	101	0	
06/10/2020	7456	430	
07/10/2020	2933	0	
08/10/2020	19423	0	
09/10/2020	5776	7 800	
10/10/2020	79449	1 900	
11/10/2020	9439	80 700	
12/10/2020	13752	93 700	
13/10/2020	96176	116 000	
14/10/2020	210846	70 500	
15/10/2020	1729	30 200	2 383
16/10/2020	1628	41 200	28 471
17/10/2020	68405	27 000	21 141
18/10/2020	543220	1 920	37 352
19/10/2020	283003	2 700	45
20/10/2020	17174	1 100	18
21/10/2020	98505	30	7 082
22/10/2020	10979	0	229
23/10/2020	3880	1 200	27 391
24/10/2020	3415	1 900	917
25/10/2020	114620	11 000	8
26/10/2020	395	20 100	42
27/10/2020	344	34 800	1 093
28/10/2020	264135	900	594 243
29/10/2020	103424	35 100	761 455
30/10/2020	25212	94 100	18 136
31/10/2020	73477	300	442
01/11/2020	62997	3 900	36 782
02/11/2020	925	900	0
03/11/2020	735	9 200	30 155
04/11/2020	820	6 300	762 438
05/11/2020	1244	32 200	2 687
06/11/2020	18960	18 300	28
07/11/2020	17518	3 800	939
08/11/2020	5143	9 300	5 882
09/11/2020	2864	6 300	17 645
10/11/2020	112	2 950	97 504
11/11/2020	605	1 900	
12/11/2020	2	900	
13/11/2020	150	1 500	
14/11/2020	200	250	
15/11/2020	0	4 500	

2021:

DATA	TOTALE ITALIA	TOTALE FALSTERBO	TOTALE PIRENEI
01/10/2021	72	0	
02/10/2021	3058	0	
03/10/2021	5252	0	
04/10/2021	3117	0	
05/10/2021	676	800	
06/10/2021	10249	300	
07/10/2021	14644	17 900	
08/10/2021	130375	19 100	
09/10/2021	34345	46 200	
10/10/2021	75825	10 960	
11/10/2021	3694	0	
12/10/2021	2890	17 200	
13/10/2021	30569	35 900	
14/10/2021	72645	0	
15/10/2021	33243	0	3 783
16/10/2021	58364	0	93
17/10/2021	48307	0	1 345
18/10/2021	23538	44 400	1 331
19/10/2021	12436	0	902
20/10/2021	5032	0	14
21/10/2021	955	0	0
22/10/2021	2259	30	370
23/10/2021	18432	22 700	24 034
24/10/2021	55265	67 600	116 233
25/10/2021	51725	3 000	7 975
26/10/2021	3390	0	461
27/10/2021	3877	0	228 595
28/10/2021	66868	300	6 773
29/10/2021	30	26 500	14
30/10/2021	359366	19 600	13
31/10/2021	3872	200	5
01/11/2021	5	3 900	0
02/11/2021	50	600	1
03/11/2021	125	2 600	0
04/11/2021	31907	16 600	0
05/11/2021	1087	400	1 550
06/11/2021	8356	100	45 598
07/11/2021	2202	10	104 765
08/11/2021	773	7 400	6
09/11/2021	0	1 750	67 984
10/11/2021	10058	0	880 849
11/11/2021	129	0	27 092
12/11/2021	140	3 400	
13/11/2021	3241	2 200	
14/11/2021	3910	7 400	
15/11/2021	54	4 600	



2022:

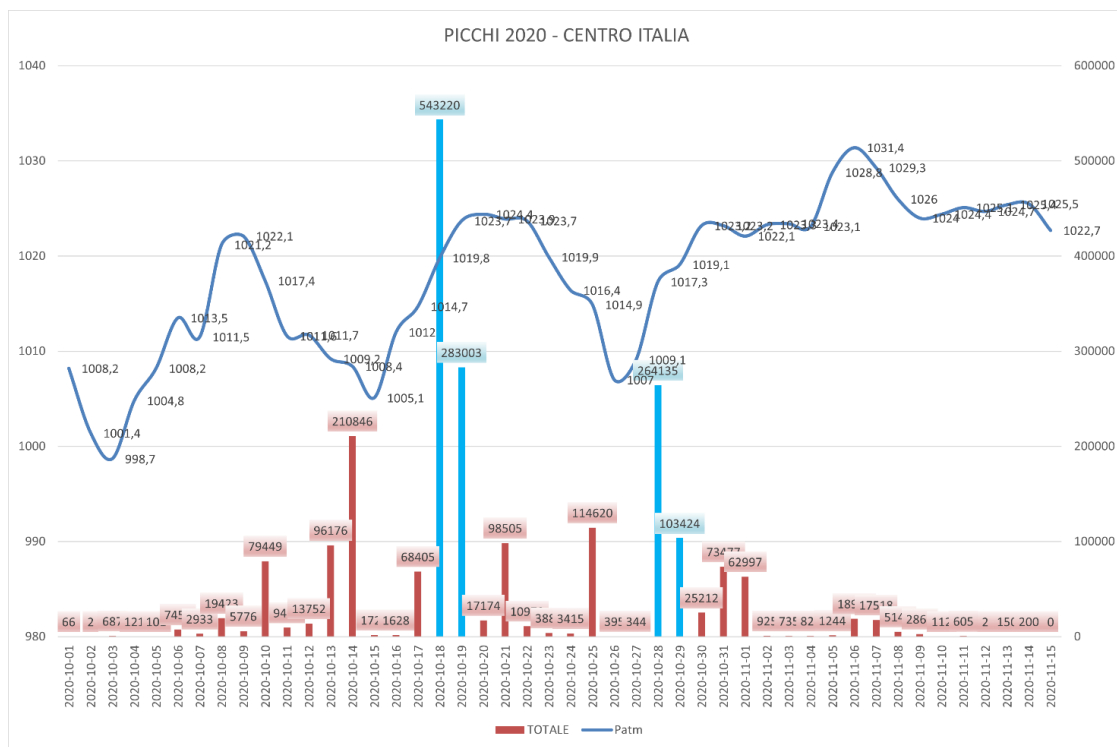
DATA	TOTALE ITALIA	TOTALE FALSTERBO	TOTALE PIRENEI
01/10/2022	100	0	
02/10/2022	161	0	
03/10/2022	623	11 600	
04/10/2022	466	4 000	
05/10/2022	10426	0	
06/10/2022	26074	0	
07/10/2022	7723	0	
08/10/2022	43172	0	
09/10/2022	29114	25 100	
10/10/2022	4359	46 400	
11/10/2022	2877	360	
12/10/2022	70880	4 500	
13/10/2022	145380	47 900	
14/10/2022	9274	300	
15/10/2022	57784	50	19 707
16/10/2022	48706	800	10 027
17/10/2022	27069	140 550	6 517
18/10/2022	12956	870	57 971
19/10/2022	78202	317 300	1 017
20/10/2022	257130	36 680	69
21/10/2022	17285	360	0
22/10/2022	24358	0	15 499
23/10/2022	9802	110	144
24/10/2022	12325	2 170	16 840
25/10/2022	150	420	621 579
26/10/2022	159783	3 190	83 552
27/10/2022	289452	3 870	135
28/10/2022	41784	22 200	179
29/10/2022	33043	45 100	2 451
30/10/2022	42180	26 900	658 967
31/10/2022	29709	0	54 594
01/11/2022	4000	2 500	1 154
02/11/2022	14697	3 500	1 547 975
03/11/2022	4488	930	43
04/11/2022	25	3 260	0
05/11/2022	11440	17 950	2 476
06/11/2022	86786	0	40 860
07/11/2022	17492	0	128 567
08/11/2022	545	0	5
09/11/2022	598	370	23
10/11/2022	253	5 400	14 555
11/11/2022	0	0	138 810
12/11/2022	550	180	
13/11/2022	740	1 100	
14/11/2022	7	9 800	
15/11/2022	2	11 300	

Per ogni grafico comparativo i picchi sono evidenziati, anno per anno, da colori diversi (in particolare: giallo per l'Italia, verde per Falsterbo e arancione per i Pirenei) e corrispondono alle giornate, singole o in sequenze, di maggiore afflusso migratorio sul territorio preso in esame.

Il risultato globale della comparazione evidenzia una ovvia variabilità di coincidenze temporali o meno dei picchi, dovendosi considerare le enormi distanze che intercorrono tra le tre zone oggetto di studio e relative variabilità meteorologiche.

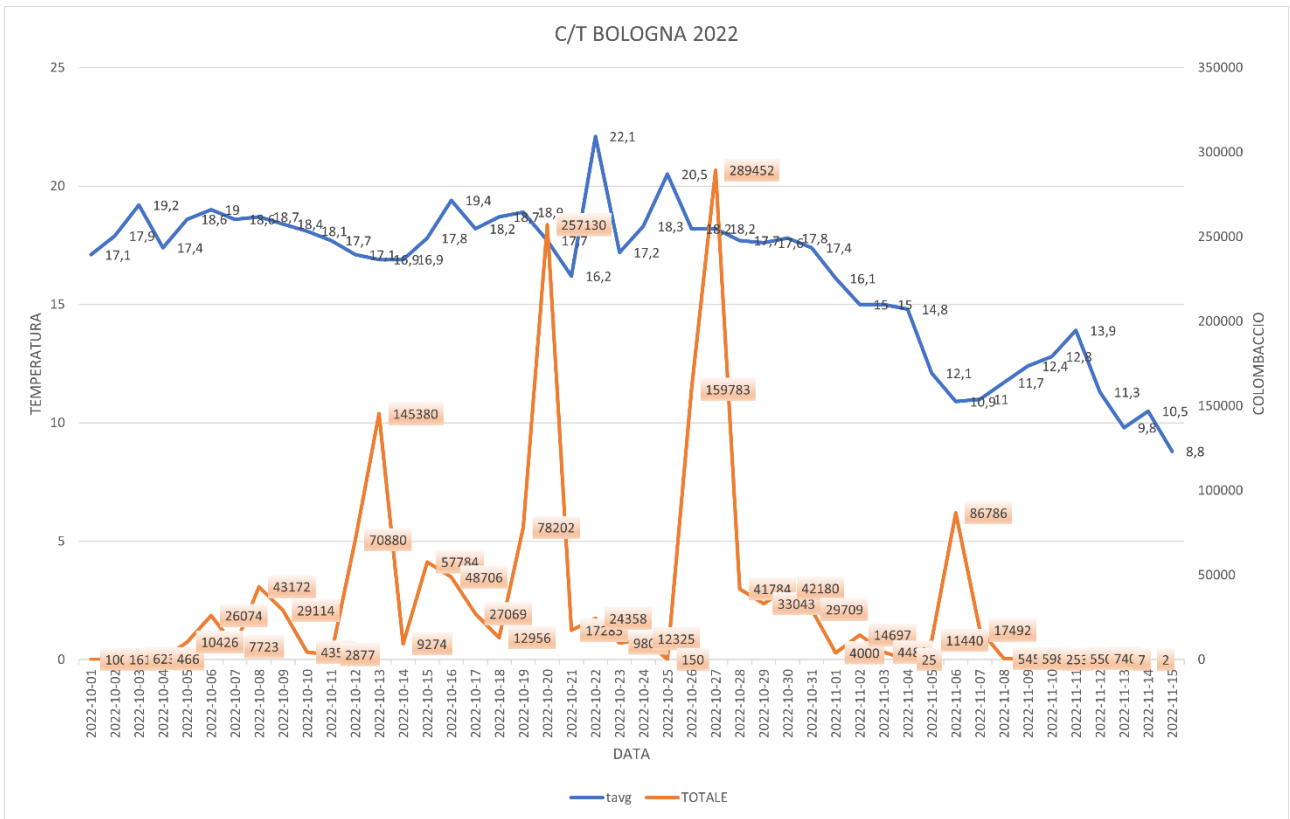
La rappresentazione grafica dei picchi annuali è comparata ai valori di pressione atmosferica (e altri fattori abiotici).

Gli esempi grafici sotto riportati introducono alla sequenza di altri grafici raggruppati nel Drive [56]:

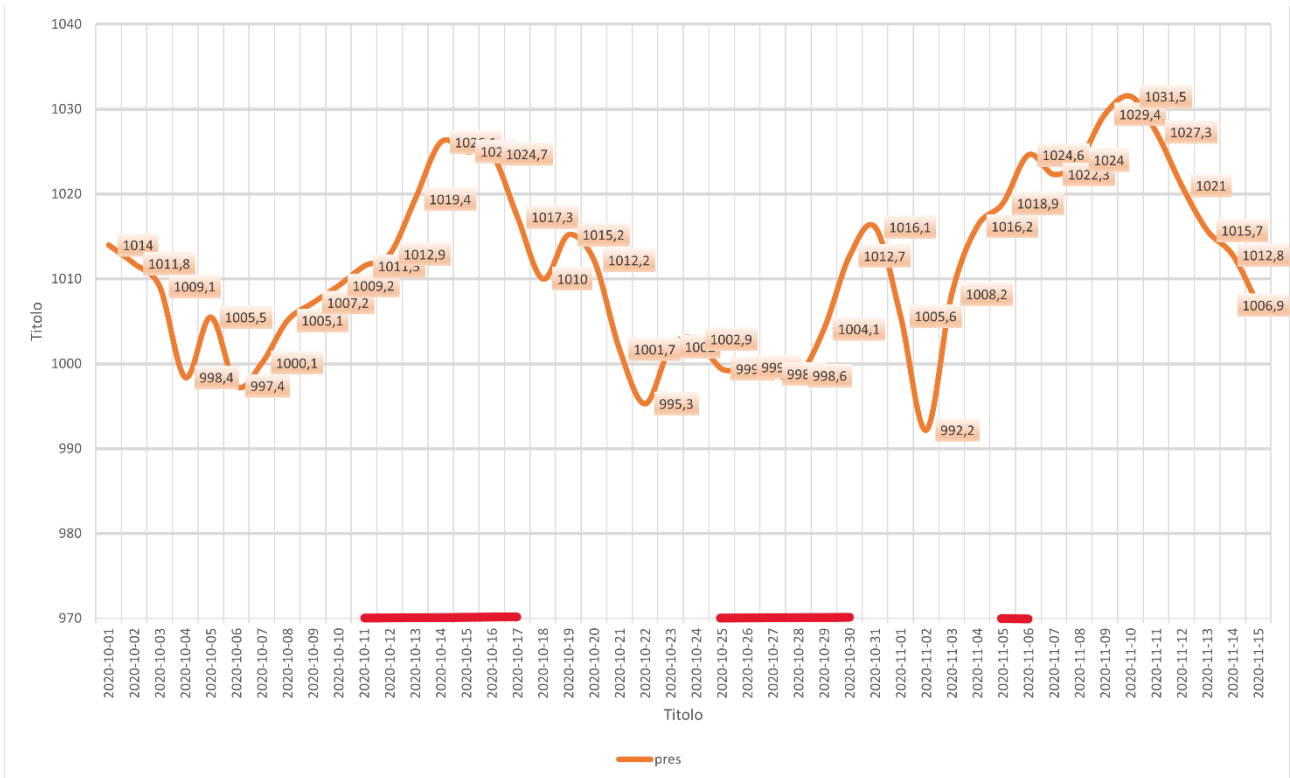


Comparazione tra andamento della Pressione Atmosferica e giornate di Picco Migratorio (involi di massa)





Confronto tra Temperatura Media e numero di Colombacci (Centro Italia - BO)



Confronto tra andamento della Pressione Atmosferica e Picchi Migratori (Falsterbo 2020)



#### 4. PORTLAND (Regno Unito) - portlandbirdobs.com [80]

Marginalmente, riportiamo l'opportunità di consultazione di questo sito che non esplicita dettagli di conteggio e comunque, come sempre, evidenzia in novembre il transito di popolazioni molto limitate dalle isole Britanniche, provenienti dalla direttrice Norvegia - coste Baltiche – Inghilterra, dopo l'attraversamento del Mare del Nord. Una significativa registrazione video di una “striscia” di migliaia di Colombacci, in migrazione verso la Francia, è accessibile su YouTube: [81].

Nell'ultimo anno preso in esame (2022) il primo impulso, poi seguito da migliaia giornalieri, si è verificato dal 4 novembre sino al 20 novembre, con direttrice verso la Francia (Normandia).

#### **Considerazione di sintesi sulla Flyway Baltica-Nord Europea:**

I conteggi ufficiali, scaturiti dai siti disponibili nel 2022, si assestano tra 7-8 milioni di Colombacci “visivamente” conteggiati, il che può ben corrispondere al solo 10% della popolazione reale di tutto il Paleartico Occidentale (70-80 Mln di individui). Questi, hanno attraversato l'Europa Continentale nell'autunno 2022, in tipologia migratoria di massa svoltasi con timing contemporaneo, facilitata o indotta da una prevalente condizione climatica caratterizzata da alte temperature ed alta e stabile pressione atmosferica.

In conclusione, pur in dipendenza delle oscillazioni di popolazione dovute al successo riproduttivo, le migrazioni nei vari siti di transito di tutto il continente europeo si svolgono con caratteristiche di timing concomitante, riaffermando la validità di una correlazione atavica con la teoria della deriva dei continenti.



## Bibliografia e Weblinks

- [1] «BirdLife Data Zone». Disponibile su: <http://datazone.birdlife.org/2023-annual-update>
- [2] «Phenology - an overview | ScienceDirect Topics». Disponibile su: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/phenology>
- [3] P. P. Marra, C. M. Francis, R. S. Mulvihill, e F. R. Moore, «The influence of climate on the timing and rate of spring bird migration», *Oecologia*, vol. 142, fasc. 2, pp. 307–315, gen. 2005, doi: 10.1007/s00442-004-1725-x.
- [4] A. H. Hurlbert e Z. Liang, «Spatiotemporal Variation in Avian Migration Phenology: Citizen Science Reveals Effects of Climate Change», *PLoS ONE*, vol. 7, fasc. 2, p. e31662, feb. 2012, doi: 10.1371/journal.pone.0031662.
- [5] E. Cavina, R. Bucchi, e P. Busse, «The General Pattern of Seasonal Dynamics of The Autumn Migration of The Wood Pigeon *Columba palumbus* in Italy», *The Ring*, vol. 40, ott. 2018, doi: 10.1515/ring-2018-0001.
- [6] A. Cavina, «CV Curriculum Vitae of CLUB ITALIANO del COLOMBACCIO - ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH», ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH. Disponibile su: <https://journal.ilcolombaccio.it/cv-curriculum-vitae-of-club-italiano-del-colombaccio/>
- [7] «ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH - Giornale Italiano della Ricerca sul Colombaccio (*Columba palumbus*). Disponibile su: <https://journal.ilcolombaccio.it/>
- [8] «State of the World's Birds 2022 paints most concerning picture for nature yet», BirdLife International. Disponibile su: <https://www.birdlife.org/news/2022/09/28/state-of-the-worlds-birds-2022-paints-most-concerning-picture-for-nature-yet/>
- [9] «Main page | IEE RAS». Disponibile su: <https://sev-in.ru/en>
- [10] «IJWR - vol.1 - 2018 - EDITORIALS - ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH». Disponibile su: <https://journal.ilcolombaccio.it/ijwr-vol-1-2018-editorials/>
- [11] «BirdLife International». Disponibile su: <https://www.birdlife.org/>
- [12] «MITO2000». Disponibile su: <https://mito2000.it/>
- [13] «*Columba palumbus*», *Wikipedia*. Disponibile su: [https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Columba\\_palumbus&oldid=131905128](https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Columba_palumbus&oldid=131905128)
- [14] «Zugunruhe», *Wikipedia*. Disponibile su: <https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Zugunruhe&oldid=128932927>
- [15] «Barometro biologico: lo Scopritore | Club Italiano del Colombaccio». Disponibile su: <https://www.ilcolombaccio.it/CMS/barometro-biologico-lo-scopritore/>





- [16] E. Cavina, «THE PARA-TYMPANIC ORGAN (PTO) of VITALI: a documental \* continuing forgotten request to the SCIENCE - ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH». Disponibile su: <https://journal.ilcolombaccio.it/the-para-tympanic-organ-pto-of-vitali-a-documental-continuing-forgotten-request-to-the-science/>
- [17] M. G. Delaunay, C. Larsen, H. Lloyd, M. Sullivan, e R. A. Grant, «Anatomy of avian rectal bristles in Caprimulgiformes reveals reduced tactile function in open-habitat, partially diurnal foraging species», *J Anat*, vol. 237, fasc. 2, pp. 355–366, ago. 2020, doi: 10.1111/joa.13188.
- [18] D. L. Altshuler *et al.*, «The biophysics of bird flight: functional relationships integrate aerodynamics, morphology, kinematics, muscles, and sensors», *Can. J. Zool.*, vol. 93, fasc. 12, pp. 961–975, dic. 2015, doi: 10.1139/cjz-2015-0103.
- [19] R. E. Brown e M. R. Fedde, «Airflow Sensors in the Avian Wing», *Journal of Experimental Biology*, vol. 179, fasc. 1, pp. 13–30, giu. 1993, doi: 10.1242/jeb.179.1.13.
- [20] «The Wildlifewriter». Disponibile su: <http://thewildlifewriter.blogspot.com//2013/09/skyscanner.html>
- [21] G. R. Martin e G. R. Martin, *The Sensory Ecology of Birds*. in Oxford Avian Biology Series. Oxford, New York: Oxford University Press, 2017.
- [22] F. Pulido, «The Genetics and Evolution of Avian Migration», *BioScience*, vol. 57, fasc. 2, pp. 165–174, feb. 2007, doi: 10.1641/B570211.
- [23] K. E. Delmore *et al.*, «Individual variability and versatility in an eco-evolutionary model of avian migration», *Proc Biol Sci*, vol. 287, fasc. 1938, p. 20201339, nov. 2020, doi: 10.1098/rspb.2020.1339.
- [24] J. C. Mueller, F. Pulido, e B. Kempnaers, «Identification of a gene associated with avian migratory behaviour», *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 278, fasc. 1719, pp. 2848–2856, feb. 2011, doi: 10.1098/rspb.2010.2567.
- [25] F. Papi, L. Fiore, V. Fiaschi, e S. Benvenuti, «The Influence of Olfactory Nerve Section on the Homing Capacity of Carrier Pigeons», *Monitore Zoologico Italiano - Italian Journal of Zoology*, vol. 5, fasc. 4, pp. 265–267, gen. 1971, doi: 10.1080/00269786.1971.10736180.
- [26] «Le foreste europee sono in espansione ma aumenta anche la loro vulnerabilità», Il Bo Live UniPD. Disponibile su: <http://ilbolive.unipd.it/it/news/foreste-europee-sono-espansione-aumenta-anche-loro>
- [27] «europe-tree-cover-italian.jpg (2560x2422)». Disponibile su: <https://it.jakubmarian.com/wp-content/uploads/europe-tree-cover-italian.jpg>
- [28] R. Murton, «The Breeding of Woodpigeon Populations», *Bird Study*, vol. 5, pp. 157–183, giu. 2009, doi: 10.1080/00063655809475918.
- [29] E. Cavina, «Le pigeon ramier la côte Adriatique et ses fôrets, migration escale et hivernage au bois de la Mesola - ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH». Disponibile su: <https://journal.ilcolombaccio.it/le-pigeon-ramier-la-cote-adriatique-et-ses-forets-migration-escale-et-hivernage-au-bois-de-la-mesola/>



- [30] R. Dvořák, «Aerodynamics of bird flight», *EPJ Web of Conferences*, vol. 114, p. 01001, mar. 2016, doi: 10.1051/epjconf/201611401001.
- [31] E. Cavina, «The “Organ of flight”: Paratympnic Organ (PTO) of Vitali in Wild Birds as Biological Barometer-Altimeter», *Academia Letters*, 2021. Disponibile su: [https://www.academia.edu/49957294/The\\_Organ\\_of\\_flight\\_Paratympanic\\_Organ\\_PTO\\_of\\_Vitali\\_in\\_Wild\\_Birds\\_as\\_Biological\\_Barometer\\_Altimeter](https://www.academia.edu/49957294/The_Organ_of_flight_Paratympanic_Organ_PTO_of_Vitali_in_Wild_Birds_as_Biological_Barometer_Altimeter)
- [32] A. L. Abbott, Y. Deng, K. Badwey, A. Farnsworth, e K. G. Horton, «Inbound arrivals: using weather surveillance radar to quantify the diurnal timing of spring trans-Gulf bird migration», *Ecography*, vol. 2023, fasc. 8, p. e06644, 2023, doi: 10.1111/ecog.06644.
- [33] G. Norevik, S. Åkesson, A. Andersson, J. Bäckman, e A. Hedenström, «The lunar cycle drives migration of a nocturnal bird», *PLOS Biology*, vol. 17, fasc. 10, p. e3000456, ott. 2019, doi: 10.1371/journal.pbio.3000456.
- [34] «Decision making of autumn migrations of woodpigeons (*Columba palumbus*) in Europe: analysis of the abiotic factors and atmospheric pressure changes». Disponibile su: <http://www.scienceheresy.com/ornithologyheresy/Cavina2015.pdf>
- [35] E. Cavina, «FLOCKING: preliminary report on the autumn migration 2018 in Italy - ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH». Disponibile su: <https://journal.ilcolombaccio.it/flocking-preliminary-report-on-the-autumn-migration-2018-in-italy/>
- [36] «Progetto colombaccio italia | Club Italiano del Colombaccio». Disponibile su: <https://www.ilcolombaccio.it/CMS/category/progetto-colombaccio-italia/>
- [37] Dr «Przemysław BUSSE | President | Prof. Dr | Bird Migration Research Foundation, Choczewo | WBWP | Research profile», ResearchGate. Disponibile su: <https://www.researchgate.net/profile/Przemyslaw-Busse>
- [38] «La migrazione autunnale del colombaccio, *Columba palumbus*, in Italia», [www.libreriauniversitaria.it](http://www.libreriauniversitaria.it). Disponibile su: <https://www.libreriauniversitaria.it/migrazione-autunnale-colombaccio-columba-palumbus/libro/9788825511130>
- [39] «Relazione-PCI-stagione-2020.pdf». Disponibile su: <https://www.ilcolombaccio.it/CMS/wp-content/uploads/2022/04/Relazione-PCI-stagione-2020.pdf>
- [40] «Monitoraggio Selettivo Migrazione | Club Italiano del Colombaccio». Disponibile su: <https://www.ilcolombaccio.it/CMS/category/monitoraggio-selettivo-migrazione/>
- [41] «MSM-completo.pdf». Disponibile su: <https://www.ilcolombaccio.it/CMS/wp-content/uploads/2018/02/MSM-completo.pdf>
- [42] D. Bianchi, «M.S.M (Suivi Selectif Migration) ÉTUDE DE LA MIGRATION POST-NUPTIALE 2019 DU PIGEON RAMIER - ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH». Disponibile su: <https://journal.ilcolombaccio.it/m-s-m-suivi-selectif-migration-etude-de-la-migration-post-nuptiale-2019-du-pigeon-ramier/>



- [43] D. Bianchi, «Migration du pigeon ramier depuis le Delta du Pô jusqu'à la Corse Escale et hivernage au Bois de Mesola année 2019/2020 - ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH». Disponible su: <https://journal.ilcolombaccio.it/migration-du-pigeon-ramier-depuis-le-delta-du-po-jusqua-la-corse-escale-et-hivernage-au-bois-de-mesola-annee-2019-2020/>
- [44] E. Cavina, «Woodpigeon's (Columba palumbus) autumn 2018 Migration: a particular research on a single "corridor fly-way" crossing Central Italy, and focus on "flocking", "hunting pressure", "age" - ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH». Disponible su: <https://journal.ilcolombaccio.it/woodpigeons-columba-palumbus-autumn-2018-migration-a-particular-research-on-a-single-corridor-fly-way-crossing-central-italy-and-focus-on-flocking/>
- [45] D. Bianchi, «Materials and Methods to study relationships between woodpigeon (Columba palumbus) autumn migrations' flight's heights and meteorological-orographical factors: preliminary report-experience 2019 on a single "crossing site-region" (Liguria) in Italy. Cavina Enrico (\*), Bucchi Rinaldo, Bianchi Denis, Giovanetti Graziano, Feligetti Vasco Club Italiano del Colombaccio (\*) ecavinaster@gmail.com - ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH». Disponible su: <https://journal.ilcolombaccio.it/materials-and-methods-to-study-relationships-between-woodpigeon-columba-palumbus-autumn-migrations-flights-heights-and-meteorological-orographical-factors-preliminary-report-ex/>
- [46] «Cartina Migrazioni Colombaccio», MCL - Monitoraggio Colombaccio Live. Disponible su: <https://www.ilcolombaccio.it/mcl/>
- [47] «Club Italiano del Colombaccio - Forum - Indice». Disponible su: <https://www.ilcolombaccio.it/bacheca/index.php>
- [48] «Enrico Cavina - Academia.edu». Disponible su: <https://independent.academia.edu/enricocavina>
- [49] K. A. Hobson, «Mapping Animal Migration with Isotopic Tools», *Scientia*, 2022, doi: 10.33548/SCIENTIA861.
- [50] «Earthquakes, geomagnetism and the reversed sense of direction of woodpigeons (Columba palumbus) during their 2016 October migration in Central Italy». Disponible su: <http://www.scienceheresy.com/ornithologyheresy/Cavina.pdf>
- [51] «(PDF) Reverse Migration of the Wood Pigeons and electromagnetic emissions, before the Mw 3.7 earthquake occurred in Visso-Macerata, Central Italy on October 18, 2021 | Valentino Straser - Academia.edu». Disponible su: [https://www.academia.edu/90887821/Reverse\\_Migration\\_of\\_the\\_Wood\\_Pigeons\\_and\\_electromagnetic\\_emissions\\_before\\_the\\_Mw\\_3\\_7\\_earthquake\\_occurred\\_in\\_Visso\\_Macerata\\_Central\\_Italy\\_on\\_October\\_18\\_2021](https://www.academia.edu/90887821/Reverse_Migration_of_the_Wood_Pigeons_and_electromagnetic_emissions_before_the_Mw_3_7_earthquake_occurred_in_Visso_Macerata_Central_Italy_on_October_18_2021)
- [52] «(PDF) Strange results of the parasitological study on the population of the Wood Pigeon, Columba palumbus, migrating through central Italy». Disponible su: [https://www.researchgate.net/publication/335757659\\_Strange\\_results\\_of\\_the\\_parasitological\\_study\\_on\\_the\\_population\\_of\\_the\\_Wood\\_Pigeon\\_Columba\\_palumbus\\_migrating\\_through\\_central\\_Italy](https://www.researchgate.net/publication/335757659_Strange_results_of_the_parasitological_study_on_the_population_of_the_Wood_Pigeon_Columba_palumbus_migrating_through_central_Italy)
- [53] «Weather for 241 countries of the world». Disponible su: [https://rp5.ru/Weather\\_in\\_the\\_world](https://rp5.ru/Weather_in_the_world)
- [54] «Il Guardiano del Tempo», Meteostat. Disponible su: <https://meteostat.net/it/>



- [55] «Przemyslaw Busse | Bird Migration Research Foundation - Academia.edu». Disponibile su: <https://wbwp-fund.academia.edu/PrzemyslawBusse>
- [56] «Database e Grafici di Tesi (Tommaso Lipparelli) - Google Drive». Disponibile su: [https://drive.google.com/drive/folders/1yxcVeEqXAX\\_vNWvz5ZW1hP5F2ou0133L](https://drive.google.com/drive/folders/1yxcVeEqXAX_vNWvz5ZW1hP5F2ou0133L)
- [57] E. Cavina, «Woodpigeon's (Columba palumbus) autumn 2018 migration: a new method to study dynamic patterns along a single crossing route in Central Italy. Focus on "flocking", "hunting pressure", "woodpigeons' ages" in a preliminary report. - ITALIAN JOURNAL WOODPIGEON RESEARCH». Disponibile su: <https://journal.ilcolombaccio.it/woodpigeons-columba-palumbus-autumn-2018-migration-a-new-method-to-study-dynamic-patterns-along-a-single-crossing-route-in-central-italy-focus-on-flocking/>
- [58] «Marche Umbria English.pdf», Google Docs. Disponibile su: [https://drive.google.com/file/d/1ydMPxRil7LHF5EoKOVcQzXVrp2Z58fA-/view?usp=embed\\_facebook](https://drive.google.com/file/d/1ydMPxRil7LHF5EoKOVcQzXVrp2Z58fA-/view?usp=embed_facebook)
- [59] «Stable isotopes ( $\delta D$ ) delineate the origins and migratory connectivity of harvested animals: the case of European woodpigeons - Hobson - 2009 - Journal of Applied Ecology - Wiley Online Library». Disponibile su: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2664.2009.01651.x>
- [60] *PHYSICS of BIRD MIGRATION - focus HIGH ATMOSPHERIC PRESSURE*, (28 novembre 2014). Disponibile su: <https://www.youtube.com/watch?v=sVgRISZEJl8>
- [61] B. Bruderer, «Alerstam, T. 1990. Bird Migration. Cambridge University Press, Cambridge, New York, Melbourne, 420 pp. US \$105.00, £55.00. Translated by D. A. Christie from the Swedish F>gelflyttning (Alerstam 1982, Signum).», *Journal of Evolutionary Biology*, vol. 5, pp. 529–530, dic. 2002, doi: 10.1046/j.1420-9101.1992.5030529.x.
- [62] J. Metcalfe, K. L. Schmidt, W. Bezner Kerr, C. G. Guglielmo, e S. A. MacDougall-Shackleton, «White-throated sparrows adjust behaviour in response to manipulations of barometric pressure and temperature», *Animal Behaviour*, vol. 86, fasc. 6, pp. 1285–1290, dic. 2013, doi: 10.1016/j.anbehav.2013.09.033.
- [63] A. C. Boyer e S. A. MacDougall-Shackleton, «High Rates of Exposure to Simulated Winter Storm Cues Negatively Affect White-Throated Sparrow (*Zonotrichia albicollis*) Energy Reserves», *Frontiers in Ecology and Evolution*, vol. 8, 2020. Disponibile su: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2020.00222>
- [64] N. W. Cooper *et al.*, «Atmospheric pressure predicts probability of departure for migratory songbirds», *Movement Ecology*, vol. 11, fasc. 1, p. 23, mag. 2023, doi: 10.1186/s40462-022-00356-z.
- [65] F. Smith, «The Correlation between the Migratory Flights of Birds and Certain Accompanying Meteorological Conditions», *The Wilson Bulletin*, vol. 29, fasc. 1, pp. 32–35, 1917.
- [66] A. M. Bagg, W. W. H. Gunn, D. S. Miller, J. T. Nichols, W. Smith, e F. P. Wolfarth, «Barometric Pressure-Patterns and Spring Bird Migration», *The Wilson Bulletin*, vol. 62, fasc. 1, pp. 5–19, 1950.
- [67] «WeatherPro» Disponibile su: <https://www.weatherpro.com/en/it>



- [68] *Palombes envol depuis le bois de Mesola (Italie) 31/10/2017 06h40.video @ Denis Bianchi*, (7 novembre 2017). Disponibile su: <https://www.youtube.com/watch?v=pGK6z9SY8Cg>
- [69] F. Giannessi, R. Ruffoli, e C. S. von Bartheld, «Giovanni Vitali: Discoverer of the paratympenic organ», *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*, vol. 195, fasc. 1, pp. 5–10, gen. 2013, doi: 10.1016/j.aanat.2012.06.005.
- [70] «palombe.com: le site des passionnés de la palombe». Disponibile su: <https://www.palombe.com/>
- [71] «Trekstellen.org». Disponibile su: <https://www.trekstellen.org/>
- [72] «Torcaces.com». Disponibile su: <http://torcaces.com/>
- [73] «Pagina iniziale - www.migraction.net». Disponibile su: <https://www.migraction.net/>
- [74] «Ricerca sulla migrazione del colombaccio “Hobson” primi risultati | Club Italiano del Colombaccio». Disponibile su: <https://www.ilcolombaccio.it/CMS/ricerca-sulla-migrazione-del-colombaccio-hobson-primi-risultati/>
- [75] «Use of Stable Isotopes to Trace Bird Migrations and Molecular Nuclear Techniques to Investigate the Epidemiology and Ecology of the Highly Pathogenic Avian Influenza (D32030)». Disponibile su: <https://www.iaea.org/newscenter/news/use-of-stable-isotopes-to-trace-bird-migrations-and-molecular-nuclear-techniques-to-investigate-the-epidemiology-and-ecology-of-the-highly-pathogenic-avian-influenza-d32030>
- [76] «Using stable isotopes to estimate migratory connectivity for a patchily distributed, wetland-associated Neotropical migrant | Ornithological Applications | Oxford Academic». Disponibile su: <https://academic.oup.com/condor/article/121/4/duzo52/5638869?login=false>
- [77] «Dr Keith A. Hobson | Mapping Animal Migration with Isotopic Tools • scientia.global %». Disponibile su: <https://www.scientia.global/dr-keith-a-hobson-mapping-animal-migration-with-isotopic-tools/>
- [78] K. A. Hobson, «Tracing origins and migration of wildlife using stable isotopes: a review», *Oecologia*, vol. 120, fasc. 3, pp. 314–326, ago. 1999, doi: 10.1007/s004420050865.
- [79] «Falsterbo Bird Observatory - Home». Disponibile su: <https://www.falsterbofagelstation.se/index.php?lang=en>
- [80] «Portland Bird Observatory and Field Centre». Disponibile su: <http://www.portlandbirdobs.com/>
- [81] *More Wood Pigeon migration at Portland Bill, Dorset, on 13th November 2015*, (13 novembre 2015). Disponibile su: [https://www.youtube.com/watch?v=LVSppT\\_Wi\\_o](https://www.youtube.com/watch?v=LVSppT_Wi_o)
- [82] «CMS SCIENTIFIC COUNCIL FLYWAYS WORKING GROUP REVIEWS». Disponibile su: [https://www.cms.int/sites/default/files/document/inf\\_04\\_2b\\_flyway\\_wg\\_review2\\_e\\_only\\_o.pdf](https://www.cms.int/sites/default/files/document/inf_04_2b_flyway_wg_review2_e_only_o.pdf)
- [83] «Common Woodpigeon (*Columba palumbus*) - BirdLife species factsheet». Disponibile su: <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/common-woodpigeon-columba-palumbus/text>





- [84] «CWPI-origins-Executive-Summary-National-Convention-Club-Italiano-Colombaccio-7.pdf». Disponibile su: <https://journal.ilcolombaccio.it/wp-content/uploads/2023/06/CWPI-origins-Executive-Summary-National-Convention-Club-Italiano-Colombaccio-7.pdf>
- [85] J. Machowina e I. Rząd, «Autumn Migration of the Wood Pigeon, *Columba palumbus*, at Eastern Part of the Polish Baltic Coast», *The Ring*, vol. 41, pp. 27–41, dic. 2019, doi: 10.1515/ring-2019-0003.
- [86] A. Flack et al., «New frontiers in bird migration research», *Current biology: CB*, vol. 32, pp. R1187–R1199, ott. 2022, doi: 10.1016/j.cub.2022.08.028.
- [87] D. Stojanovic, «Altered wing phenotypes of captive-bred migratory birds lower post-release fitness», *Ecology Letters*, vol. 26, fasc. 5, pp. 789–796, 2023, doi: 10.1111/ele.14200.
- [88] N. Manglani, C. Shah, e N. Modi, «Migration of Birds in the Face of Climate Change: A Case Study», vol. 10, pp. 292–299, feb. 2023.
- [89] Q. Yang et al., «Synchrony of Bird Migration with Avian Influenza Global Spread; Implications for Vulnerable Bird Orders». *bioRxiv*, p. 2023.05.22.541648, 24 maggio 2023. doi: 10.1101/2023.05.22.541648.
- [90] «Radar System BirdScan MR1 | Swiss Birdradar Solution AG». Disponibile su: <https://swiss-birdradar.com/systems/radar-birdscan-mr1/>
- [91] N. Weisshaupt, M. Hervo, e B. Haest, «Comparison of bird migration in a radar wind profiler and a dedicated bird radar», *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, vol. n/a, fasc. n/a, doi: 10.1002/rse2.350.
- [92] P. West, «Using Reineke’s model to quantify the maximum density of a tree stand», *Academia Letters*, 2021. Disponibile su: [https://www.academia.edu/50285615/Using\\_Reineke\\_s\\_model\\_to\\_quantify\\_the\\_maximum\\_density\\_of\\_a\\_tree\\_stand](https://www.academia.edu/50285615/Using_Reineke_s_model_to_quantify_the_maximum_density_of_a_tree_stand)
- [93] Y. R. Schumm et al., «Should I stay or should I fly? Migration phenology, individual-based migration decision and seasonal changes in foraging behaviour of Common Woodpigeons», *Sci Nat*, vol. 109, fasc. 5, p. 44, ago. 2022, doi: 10.1007/s00114-022-01812-x.
- [94] A. Sruoga, D. Butkauskas, S. Švažas, A. Bea, e E. Mozalienė, «Identification of Flyways of Woodpigeon (*Columba Palumbus*) in Europe by using Genetic Methods», *Acta Zoologica Lituanica*, vol. 15, fasc. 3, pp. 248–253, gen. 2005, doi: 10.1080/13921657.2005.10512618.
- [95] R. C. Ydenberg, G. Fernández, E. Ortiz Lopez, e D. B. Lank, «Avian wings can lengthen rather than shorten in response to increased migratory predation danger», *Ecology and Evolution*, vol. 13, fasc. 7, p. e10325, 2023, doi: 10.1002/ece3.10325.
- [96] B. A. Tonelli, A. E. Zelin, D. C. Dearborn, e M. W. Tingley, «Individual-based models of avian migration for estimating behavioural traits and predicting ecological interactions», *Methods in Ecology and Evolution*, vol. 14, fasc. 9, pp. 2464–2481, 2023, doi: 10.1111/2041-210X.14189.
- [97] R. Ambrosini et al., «Modelling the timing of migration of a partial migrant bird using ringing and observation data: a case study with the Song Thrush in Italy», *Movement Ecology*, vol. 11, fasc. 1, p. 47, ago. 2023, doi: 10.1186/s40462-023-00407-z.



- [98] K. A. Hobson e K. J. Kardynal, «Multi-isotope ( $\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ) feather profiles and morphometrics inform patterns of migratory connectivity in three species of North American swallows», *Movement Ecology*, vol. 11, fasc. 1, p. 48, ago. 2023, doi: 10.1186/s40462-023-00412-2.
- [99] E. C. Thomason, N. J. S. Turley, J. R. Belthoff, T. J. Conkling, e T. E. Katzner, «Illegal shooting is now a leading cause of death of birds along power lines in the western USA», *iScience*, vol. 26, fasc. 8, p. 107274, ago. 2023, doi: 10.1016/j.isci.2023.107274.
- [100] E. Ellwood e T. Lloyd-evans, «Autumn Migration of North American Landbirds». Disponibile su: [https://www.academia.edu/11688750/Autumn\\_Migration\\_of\\_North\\_American\\_Landbirds](https://www.academia.edu/11688750/Autumn_Migration_of_North_American_Landbirds)
- [101] R. Ward, V. Palm, M. Sepp, J. Truu, e A. Leito, «The effect of atmospheric circulation on spring arrival of short- and long-distance migratory bird species in Estonia», *Boreal Environment Research*, vol. 22, gen. 2017.
- [102] J. G. DeSimone e E. B. Cohen, «Social, not spatial, fidelity underlies between-year winter site fidelity in a migratory bird», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 120, fasc. 35, p. e2311577120, ago. 2023, doi: 10.1073/pnas.2311577120.
- [103] H. C. Stevens et al., «Incorporating drivers of global change throughout the annual cycle in species distribution models for migratory birds: a gap in ecological forecasting», *Frontiers in Bird Science*, vol. 2, 2023. Disponibile su: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbirs.2023.1230978>
- [104] R. A. Barber, J. Yang, C. Yang, O. Barker, T. Janicke, e J. A. Tobias, «Resolving the climatic and ecological drivers of geographical gradients in avian sexual selection». *bioRxiv*, p. 2023.09.01.555923, 2 settembre 2023. doi: 10.1101/2023.09.01.555923.
- [105] W. Zhang, J. Wei, e Y. Xu, «Prioritizing global conservation of migratory birds over their migration network», *One Earth*, p. S2590332223003962, set. 2023, doi: 10.1016/j.oneear.2023.08.017.
- [106] C. S. von Bartheld e F. Giannessi, «The Paratympanic Organ: A Barometer and Altimeter in the Middle Ear of Birds?», *J Exp Zool B Mol Dev Evol*, vol. 316, fasc. 6, pp. 402–408, set. 2011, doi: 10.1002/jez.b.21422.
- [107] «Animals | Free Full-Text | Significantly Earlier Spring Migration in Most Bird Species at the Eastern Limit of Europe». Disponibile su: <https://www.mdpi.com/2076-2615/13/19/3031>
- [108] V. Brlík, «Ecological consequences of seasonal bird migration».



## Ringraziamenti

Tutto il lavoro è stato svolto sulla base del materiale offerto dal Club Italiano del Colombaccio.

Ringraziamo il Presidente, il Consiglio Direttivo e tutti i Segnalatori che hanno contribuito al monitoraggio MCL con dettagliata registrazione giornaliera della migrazione, materiale di studio senza il quale non sarebbe stato possibile realizzare questa Tesi.

Ringraziamo il Professor Keith Hobson ed il suo Team, che fornendo preliminarmente al Club Italiano del Colombaccio i primissimi risultati della sua ricerca ha permesso la citazione di innovativi dati circa le origini della migrazione MCL (*work in progress*).

Un ringraziamento particolare va a Vasco Feligetti, responsabile di MCL e “progetto Hobson” per il Club Italiano del Colombaccio, che ha curato l'immissione dei dati nei relativi database del Club.

Analogamente, si ringrazia l'Editor dell'Italian Journal Woodpigeon Research: Enrico Cavina, che ha contribuito all'analisi di studio di tutto il materiale a disposizione, sulla base anche di 70 anni di esperienza sul campo.

Ringraziamo particolarmente il Professor Leonida Fusani (Università di Vienna) che ha introdotto il sottoscritto autore nel corretto canale di collaborazione ed accesso ai dati di Studio.

*Tutti i riferimenti tratti dalla letteratura e dal Web, incluse immagini, schemi e tabelle, propri di copertura pubblicitaria “Copyright”, rimangono tali nel rispetto della proprietà intellettuale dei medesimi e sono stati qui riportati esclusivamente a titolo di studio nell'ambito dell'attività universitaria. Non riproducibili.*

*I dati numerici riportati in grafici e tabelle, e relativi conteggi, sono così numerosi che non è possibile escludere errori marginali. L'affidabilità numerica globale è comunque pienamente attendibile.*

