



COMUNE DI BIVONA



LEGAMBIENTE



Heritage Malta

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PALERMO



PROGETTO



Reti Ecologiche Transfrontaliere Malta - Sicilia “REMASI”



ICCCE

Edizioni



THE IMPORTANCE OF SMALL ISLANDS IN THE CENTRAL MEDITERRANEAN AS STOP-OVER SITES FOR AVIAN PASSAGE MIGRANTS

*a cura di John J. Borg, Emanuela Domenica Canale
& Bruno Massa*

INTRODUCTION

The wide variety of colours, shapes and spectacular behaviour make birds one of the most important group of animals in the world's biodiversity. As such, birds are certainly the richest faunal group of "flagship species", that is, species that are capable of arousing interest and curiosity with the general public, reflecting firsthand the numerous environmental issues. Birds also represent one of the greatest interests for conservation and management issues because they are among the most appropriate ecological indicators for monitoring biodiversity. This largely depends on the ease with which one can observe, study and collect data on the relationships between them and the environment in which they live.

The migration of birds is one of the most fascinating phenomena of nature that has aroused the curiosity of man and has been extensively studied since ancient times. Today we know a lot on major migratory routes, the physiological mechanisms that regulate the flow of the birds and the way in which they manage to cross the continent twice a year to reach out to large numerical losses; but some aspects of this phenomenon still deserve proper attention.

By bird migration is referred to as the pendulum season which involves the movement of birds from their breeding locations to their wintering areas and vice-versa (SCHÜZ et al., 1971). The existence of this phenomenon appears to be related to the occurrence of a high "seasonality of resources" in both wintering and breeding areas (PERRINS & BIRKHEAD, 1983; BAKER, 1978; LACK, 1968). The causes which determine migratory movements

of birds are illumination duration (the so-called photoperiodism that affects the endocrine system) and seasonality. The changes in the length of day generate internal mechanisms regulated by the secretion of various hormones, which produce changes in the birds' daily activities. Birds are divided into two main groups: sedentary and migratory; sedentary are those species that live in a given locality throughout the year while the later groups perform long-distance movements twice a year from their nesting to their wintering areas generally located north and south of each other.

The actual migration, that is, from one region to another in different seasons, including two trips, one called forward to the wintering grounds or rest, also called post-nuptial trip or migration, and the other is the return to the breeding territories, also called the pre-nuptial trip. On the basis of the distance covered, migration has been divided into three different categories "long-range migration" (> 1500 km; KERLINGER, 1989), "medium-range migration" (300-1500 km) and "short-range migration" (<300 km). "Long-range migration" means a shift from wintering sites to the south of the Sahara, through the desert, towards more northern breeding areas in Europe; birds that perform this migration are also called tran-saharan migrants. The "short-range migration" does not include the crossing of the Sahara desert. These are individuals wintering in Mediterranean basin.

For most species the spring migration begins around the months of February-March and usually the first to leave are the "short-range" migrants, followed by

a continuous flow of the "long-range" migrants in the months of April-May. The autumn migration begins in late August with the tran-saharan migrants and ends in October with the "short-range" migrants. The autumn migration is more prolonged when compared to spring. In fact, in spring it is important to get into breeding grounds as early as possible in order to enhance opportunities in the choice of nest site. Usually the first to arrive in the breeding sites are male birds with better adaptive capacity, therefore able to ensure an offspring with higher quality. During the spring migration, in fact, the prevailing migration strategies tend to minimize the time of arrival; therefore it can be hypothesised that it is only those birds that are in poor physical condition land on offshore islands to rest, while the individuals in good physical condition continue to fly non-stop. On the contrary, during the autumn migration with no urgent need to reach the breeding grounds, migration is spread over a prolonged period with a higher number of individuals including first year birds making this journey.

A unique phenomenon that can be observed particularly in small Mediterranean islands is the flow of thousands of birds flying over these islands, twice a year, often stopping to rest or to find food before continuing the long journey. The first of these movements takes place in the autumn, when most of the Palaearctic birds move from breeding areas to the wintering grounds. For many of them these migrations involve more or less a continuous flight over land without major geographical obstacles while for the birds that cross the Sahara to winter in tropical Africa, the journey becomes more challenging and the risks they face are higher. The arrival at the south end of the Mediterranean usually occurs in

unfavorable conditions for the birds that is when it is hot and dry towards the end of the summer months. For these birds it would be impossible to obtain food before crossing the desert, but if there were small scattered islands in the Mediterranean serving as "stepping stones" this will increase the bird's survival by replenishing the layer of fat lost during the crossing of the Mediterranean sea.

During spring migration, individuals arrive on the northern coast of Africa more debilitated than those who have crossed the desert in autumn; this, most likely is due to the winds that at this time of year blow in the opposite direction of the birds (MOREAU, 1972). In contrast, during the spring, the Mediterranean area is rich in native flora and insects, so the temporary stops made on small islands may allow the birds to recover the energy lost during the flight, in the form of subcutaneous fat. The islands, in fact, represent one of the few opportunities for migratory birds to rest or feed during the crossing over open bodies of water. They become safe havens in adverse weather conditions. Islands are ideal field laboratories in the study of bird migration, as due to their reduced surface area, birds of different species congregate in higher concentrations within a small area. The migration of birds requires a considerable metabolic stress. The small passerines moving from northern Europe to Africa and vice versa cover several thousand kilometers of inhospitable terrain (deserts and seas), and for this they need an adequate reserve of fuel for the long journey that awaits them. The main "fuel" used by the birds for this trip, is in the form of subcutaneous fat that is accumulated before embarking on the journey, but also during the journey through intermediate stops in strategic areas (LINDSTROM,

1995; BERTHOLD, 2000). Therefore the small islands of the Mediterranean play a very important role for this purpose, providing food resources necessary for the continuation of the long journey. Migratory birds, in fact, have the need to stop in order to increase the fat layer and, when necessary, stop to avoid periods of critical weather situations (BERTHOLD, 2000). Therefore, the presence of adequate rest areas (stop-over sites) along the way is a condition of vital importance, without which most of the migrant birds would not be able to finish the long journey (BAIRLEIN, 1988; JENNI, 1996; SIMONS *et al.*, 2000). Some migrants replenish their fat reserves in a number of rest areas located along their journey, while others build up large amounts of fat and carry out longer flights with few stops. Birds that have to cross large inhospitable areas such as deserts or water surfaces need to start their journey with enough "fuel" to last the entire trip, a fact which involves the accumulation of a great deal of fat. With this in mind, the vegetated areas distributed in the desert are critical for both migrant and wintering birds (BAIRLEIN, 1985; BIEBACH *et al.*, 1986; MASSA & VISENTIN, 2006). Garden warblers (*Sylvia borin*), for example, which weigh between 16 and 18 grams during the breeding season, can weigh up to 34 grams just before leaving Europe on their journey to the wintering areas south of the Sahara. Those migrants who are unable to feed themselves in an appropriate manner along the route have little chance of survival. The identification and protection of these feeding areas is an essential prerequisite for the effective conservation of migratory species. One complication in the planning of such a conservation strategy derives from the variety of migration strategies used by the

different species, the birds crossing the Sahara desert in a single nonstop flight can do so only if they are in adequate physical conditions (WOOD, 1989). The layer of fat that is increased during the period of "resting" is a much needed supply: a portion of this increase is used to accumulate the fat that will serve as a source of energy for the flight, while the rest is intended to strengthen the chest muscles (PIERSMA, 1998). There are considerable differences between migratory and non-migratory birds: the latter have fat deposits equivalent to 3-5%; these short range migrants have an availability of fat corresponding to 10-15% of their body mass, while the long-range migrants, the so-called tran-saharan migrants, can accumulate 40-50% of fat (BERTHOLD, 1996). It is also probable that there are differences in the amount of fat accumulation between males and females, as a result of various metabolic adaptations and strategies between the sexes (ALERSTAM & LINDSTROM, 1990; BERTHOLD, 1996). It must also be noted that during long-distance flights, it is not only fat which is used but also proteins (PIERSMA, 1990; JENNI & JENNI-EIERMANN, 1998; SALEWSKI *et al.*, 2009). It has been noted that in many birds, energy is also derived from the breaking down of portions of some internal organs such as liver, stomach and parts of the intestine (KARASOV & PINSHOW, 1998; PIERSMA, 1998). It is therefore necessary that the missing sections of digestive tract have to be restored before the accumulation of subcutaneous fat during re-fuelling stops (KLAASSEN & BIEBACH, 1994; KLAASSEN *et al.*, 1997). The small islands located a short distance from the Mediterranean coasts are examples of "inevitable" stop-over sites, that is, they do

not possess the suitable characteristics to provide the necessary food supply and are often of small size, but they still experience falls by exhausted migrants (THORNE & SHELDON 1993). The main feature that determines whether or not an area is an important resting site is the presence and availability of adequate energy resources. Therefore, the area must have high-quality habitat that can ensure migrant birds: the rapid replenishment of reserves (or refuelling); the possibility to rest; a low rate of predation; an advantageous position along the migration route and a large enough area to accommodate and support the simultaneous arrival of a large amount of migrant birds.

The different migration strategies also influence the different methodologies to accumulate subcutaneous fat through a greater or lesser number of intermediate stops. These have been classed accordingly by SCHAUB & JENNI (2000):

1. Accumulate large amounts of reserves long before the northern edge of the Sahara;
2. Accumulate at every stop more energy than needed to reach the next stopover site;
3. Accumulate the energy required at each stop, with a margin of safety, to reach the next stage;
4. Accumulate energy required just to reach the next stopover site with frequent stops.

Further difficulties are presented by those migrants using the first and third migration strategies: the former because they need optimal sites close to the starting areas, and the latter because they need high-quality stopover sites in the Mediterranean regions. Therefore, migration success depends on the distribution and quality of

these stop-over sites.

The duration of a *stop-over* is influenced by several factors, including weather conditions, and the physiological conditions of individuals upon arrival (JENNI & SCHAUB, 2003). Individuals with a good amount of fat reserves usually leave the temporary resting place on the same evening of the arrival day while birds with very little fat reserves temporarily suspend the migration for a period ranging from one day to several weeks. Therefore, the amount of reserves upon arrival at a rest area, determines the duration of the stop itself (BAIRLEIN, 1985; BIEBACH *et al.*, 1986). Those individuals who stay for several days, in order to increase the fat layer sufficient to resume their journey, it was demonstrated that there is a decrease of the intensity of "Zugunruhe" directly proportional to the physical conditions of arrival of migrants (FUSANI *et al.*, 2009). "Zugunruhe" is the anxiety faced by migratory birds before starting their journey. This phenomenon is easily observable in captive birds, when they enter into a state of restlessness: frisk, or flit "blending" stationary, that is, raise their wings and slam them repeatedly. The phenomenon of uneasiness has been interpreted as a manifestation of migration and the duration of this phenomenon provides information on the duration of the migration period and the length of the road ahead (BERTHOLD, 2000).

Through studies performed by the use of radar (CASEMENT, 1966) and the bird ringing data (ZINK, 1973, 1975, 1981) two main migration routes that involve the entire flow of migration of European birds have been highlighted: one oriented in the direction NE-SW in the western portion of the Mediterranean (Portugal to the Adriatic Sea), the other is in the east in the direction

NNW-SSE. Generally migrant birds fly over a wide front and usually follow the same routes from year to year, so individuals tend to always go through the same migration corridors and make temporary stops in the same areas for foraging. This means that the individual populations within the same species developed a differentiation in the southbound path and/or the return flight. Large ecological barriers such as oceans, mountain ranges and deserts, have prompted migratory birds to modify their routes to avoid these obstacles and fly through less hazardous routes. This phenomenon often leads to a concentration of migratory birds in true "migration corridors". In the Mediterranean there are such points of transit that are well known, such as the Straits of Gibraltar, the bridge Italy-Sicily-Tunisia and the Bosphorus Straits.

The climatic factors that influence the trend of migration are varied but the ones that surely affect it substantially is surely wind (BIEBACH, 1992). Very strong wind speeds, irrespective of directions hinders the normal flow of migrants and in extreme conditions, causes the slowdown of migration or even the suspension for a few hours to a day or more days (BERTHOLD, 2000).

1. MATERIALS AND METHODS

The study was conducted through bird ringing activities in the islands of Linosa and Lampedusa (Sicily) and Simar and Ghadira Nature Reserves and Comino Island (Malta). The activity of bird ringing for scientific purposes is an ideal technique for the study of migration and bird communities. This activity allows one to obtain information on each individual that has been captured or recaptured; such information is valuable for better

understanding the various aspects in the life of birds which are still unclear such as ecological, physiological and morphometric data (SPINA *et al.*, 1993). The latter constitute a direct representation of the diversity and variability that characterizes the avian group at both the inter- and intra-specific levels.

Bird ringing is based on the individual marking of birds and allows the recognition of each individual. Rings are made out of light alloy and come in different sizes, according to the thickness of the bird's legs and also the type of habitat that this species frequents in the course of his life. Rings are engraved with a unique serial alphanumerical number and the address of the institution carrying out the activity. The Italian rings bear the name of the Institute which governs bird ringing at national level that is ISPRA (*Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale*). In the case of Malta, bird ringing is managed by BirdLife Malta and the rings also bear an alphanumerical code and BLM's address. This technique of research, carried out by trained and experienced personnel with means and methods that guarantee the safety of the birds, especially enables one to determine not only the species, age and sex of the bird, as well as learning about the migration routes through the eventual recapture of ringed birds, the species richness in the study areas, the population dynamics and sex ratio; but other indications may result from these "recoveries" such as the identification of stop-over sites during migration or wintering survival estimates, data on the reproductive success and the status of the bird; biometric examination of the captured animal makes it possible to obtain information on the physical condition by measuring the amount of fat and the

development of the pectoral muscles and the intra-specific morphological variability. Body fat and flight muscles were measured following the methodology of European Science Foundation (ESF) devised by KAISER (1993) where:

0_no visible fat. Dark red

1_F: wide wedge of fat. - A: trace of fat.
Light red

2_F: completely covered but deeply concave. A: slips of fat. Light yellow

3_F: moderate fat reserves cover ends of inter-clavicles but concave. A: flat or slightly bulging pad. Light yellow

4_F: filled up to far end of clavicles.A: covered by clearly bulging pad of fat.
Yellow

5_F: convex bulge, perhaps overlapping breast muscles. A: extreme convex bulge. Yellow

6_F and A: fat covering breast muscles by several mm.

7_F and A: 3/4 of breast muscles covered. Yellow

8_F and A: breast muscles not visible.
Yellow

(F=Furcular region or tracheal pit;
A=Abdomen)

The muscle score was measured using the four code methodology as described by BAIRLIEN (1995) with 0 denoting little muscle and 3 equals optimal muscle conditions.

Finally, thanks to this method of capture it is possible to detect the presence of species that are difficult to identify through observations in the field, as well as the presence of species considered rare or accidental (e.g., PERBELLINI, 2005).

The monitoring activities for this research project were carried out during the spring and autumn bird migrations of 2011 and 2012. Mist-nets were used in all the study sites. The number of mist-nets for each site varied according the availability of adequate grounds. The majority of nets used were 3m high and 12 metres long, with four pockets. In the Sicilian stations a total of 180 linear metres of mist-nets were used. On Comino the average total length was of 300 running metres. The use of double shelves on Comino facilitated the catching of several species favouring an open habitat. Inside the two nature reserves, the total number of mist-nets averaged 120 metres in length

2. THE STUDY SITES

Kemmuna (Comino) is a small island (altitude 0-75m) lying mid-way between mainland Malta and Gozo. The karst landscape supports sclerophyllous/garigue scrub (65% of the land surface). 25% is taken up by an artificial landscape, mainly arable land with half of it long uncultivated. The rest comprises of rocky areas and a sea cliff/rocky shore. The second site is located on the north east coast of Malta. The Ghadira Nature Reserve was declared a bird sanctuary in 1978. It is of ecological importance because it encloses two types of habitat which are very rare in Malta: wetland and saltmarsh. Up to the 1980s the site at Is-Simar was a neglected and degraded marsh used largely as a rubbish dump. In the early 1990s it was converted by

BirdLife Malta into a sanctuary for wildlife, where nature now thrives and flourishes in full protection. Situated in Wied il-Pwales near Xemxija, Is-Simar is now a mosaic of habitats including *Phragmites* reedbed, open pools and canals, an olive grove and hundreds of trees planted by volunteers over the years.

The Comino Bird Ringing project originally forming part of the *Piccole Isole Project*, has been taking place since 1991: a month in spring (16th of April to 15th of May) and two weeks in autumn (15th October to 31st October) sometimes extending into the second week of November. Dates vary according to the availability of bird ringers (BORG, 2009). During these two periods, large numbers of birds are ringed and released, with a yearly average of around 1,500 birds in spring and 800 birds in autumn. Bird ringing inside the two nature reserves is carried out mainly by the reserve personnel and this activity is carried out throughout the whole year.

The catching sites on Linosa and Lampedusa islands are located in areas with shrubs or trees were chosen for the characteristics of the vegetation and the presence of migratory stopover in both spring and autumn. The monitoring times were as follows: 16th April to 15th May Lampedusa (2012) and the first three weeks of October in Linosa (2011) and Lampedusa (2012). The ringing sites are managed by staff members and students from the University of Palermo (*Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali*) and a number of volunteers who participate annually to these camps.

The intensive and standardised nature of this ringing means that year-on-year changes in population sizes and age structures of the main migratory species passing over small islands can be

monitored. This is particularly true for the many species of migrant passerines that are often caught in large numbers during spring. These include several key warbler species like Icterine *Hippolais icterina*, Wood *Phylloscopus sibilatrix*, Subalpine *Sylvia cantillans*, Common Whitethroat *Sylvia communis* and Garden *Sylvia borin*, flycatchers (including Spotted *Muscicapa striata*, Collared *Ficedula albicollis* and Pied *Ficedula hypoleuca*) and Whinchat *Saxicola rubetra*.

Throughout the duration of the project in 2011 and 2012, a total of 15,633 birds of 110 different species (and one hybrid) were ringed from the five study sites (Tab. 1).

The following measurements were taken: wing length (the so-called maximum chord), length of the third primary of the flight feathers (by means of a special ruler), tail, tarsus and beak length (by means of callipers with a precision 0.01 mm) and weight using an electronic scale. The age and sex of each bird was recorded as were the extent of accumulation of subcutaneous fat and the development of the pectoral muscles, important parameters to assess the state of health of the animal. Following these procedures, the birds are released back into the wild. A migrant bird builds its energy as fat, sometimes almost doubling the total body weight. Fat is consumed during the long and arduous journey across the continents. The amount of fat accumulated by each bird is calculated according to a 9 code methodology, from 0 to 8; the higher the number allocated the greater the amount of fat. Therefore, code 0 refers to a total absence of fat, while code 8 indicates an accumulation of fat that completely covers the sternum, the abdomen and the chest muscles (KAISER, 1993). These

data prove very useful when making comparisons with other Mediterranean areas, but especially to understand the physiological status of migratory birds.

For species identification the following manuals were used: MULLARNEY et al. (1999) and BAKER (1993). For more in determining age classes we used SVENSSON (1992). The colour of the iris is indicative of age in certain groups of birds and a magnifying glass was used to facilitate this. The data collected from each bird was reported on specific cards in the field. For monomorphic species (e.g. Garden Warbler *Sylvia borin*) the identification of the sexes was performed by a bio-molecular technique.

The laboratory tests on the samples

(mouth swabs, blood samples or feathers) collected in the field (Linosa and Lampedusa) was to determine the sex of individual birds (adults and juveniles). These analyses were conducted by making use of molecular biology techniques, especially by PCR (Polymerase Chain Reaction) technique that allows one to analyze specific regions of DNA in samples in which it is present in small quantities. The extraction of the DNA was carried out by different protocols, adapted according to the nature of the sample. The procedures provided for the most commonly used lysis with chaotropic agents followed by purification on silica matrices (using commercial kits) or by precipitation in cold alcohol. Alternatively,

	Spring 2011	Autumn 2011	Spring 2012	Autumn 2012
Comino				
total birds ringed	1987	1530	2338	2637
Number of species	46	31	47	38
Simar				
total birds ringed	598	779	788	611
Number of species	35	28	32	23
Ghadira				
total birds ringed	454	988	453	572
Number of species	29	25	27	29
Linosa				
total birds ringed		615		
Number of species		25		
Lampedusa				
total birds ringed			950	347
Number of species			40	20

Table 1: Number of birds and species ringed from the five sites during the spring and autumn migrations of 2011 and 2012

it has been used with success even in appropriate lysis buffer followed by direct-PCR (for feathers) or the direct- PCR blood sample.

The genetic analysis for the determination of the sex exploits the length polymorphism of intronic sequences of the gene CHD, present in a single copy in a region not pseudoautosomal of both sex chromosomes of birds, Z and W. Since in most of the species genes CHD -Z and CHD -W introns are of different lengths, it is possible to analyze these regions and identify the sex of the individuals in question by evaluating the presence of regions corresponding to one or both of the sex chromosomes.

The DNA was subjected to PCR (Polymerase Chain Reaction) using a specific pair of oligonucleotides (primers) complementary to genomic sequences, flanking the intron of CHD genes chosen for analysis, and a thermo-stable DNA polymerase highly sensitive processes and features that most likely guarantee success and sensitivity analysis when the sample contains only small amounts of DNA.

The intron to be analyzed is chosen according to the species in question, in order to improve the accuracy of the analysis, since in some species amplification products obtained from the genes CHD and CHD -Z -W can arise of comparable length , making it difficult or impossible to resolution by electrophoresis. After amplification of intron sequences by PCR, subsequent electrophoretic analysis on agarose gel and staining with fluorochromes specific for nucleic acids by illumination with UV rays is possible to observe the presence of a single reaction product (single band) in the case of samples corresponding

specimens of male (sex homogametic, ZZ) or two different lengths (dual band) if female (heterogametic sex, ZW).

3. RESULTS

3.1 Daily catches

The daily catches from the three ringing stations in the Maltese Islands varied significantly. In the case of Ghadira and Simar Nature Reserves, the catches were almost identical, suggesting that migrating birds were coasting and visiting the two sites in almost equal amounts. The distance between the two sites is only 4km. In most cases, when high catches were recorded at the two sites, high catches were also reported from Comino. There is a stark contrast in the number of birds ringed on Comino during the first week of May 2012 when compared with the two mainland sites (Fig. 1). This shows that even on a small territory such as the Maltese Islands, birds tend to congregate in areas but avoid others. It is also possible that the different geomorphology of the sites plays a vital role in these patterns. Ghadira and Simar are located at the mouth of a relatively high Horst and Graben system while the ringing site on Comino is situated in the middle of a low (shallow), semi arid valley system, possibly allowing higher quantities and catches of birds funneling through.

When comparing catches from the two island groups for spring and autumn 2012, the Maltese islands registered the highest catches in both seasons with accumulative catches per season reaching between 1,500 and 2,500 birds. The highest totals from the Sicilian sites fall below the 1,000 mark (Fig. 2).

A significant difference in the daily number of passage migrants present on two ringing stations, Comino and Lampedusa, was noted. Comparing the daily catches, one

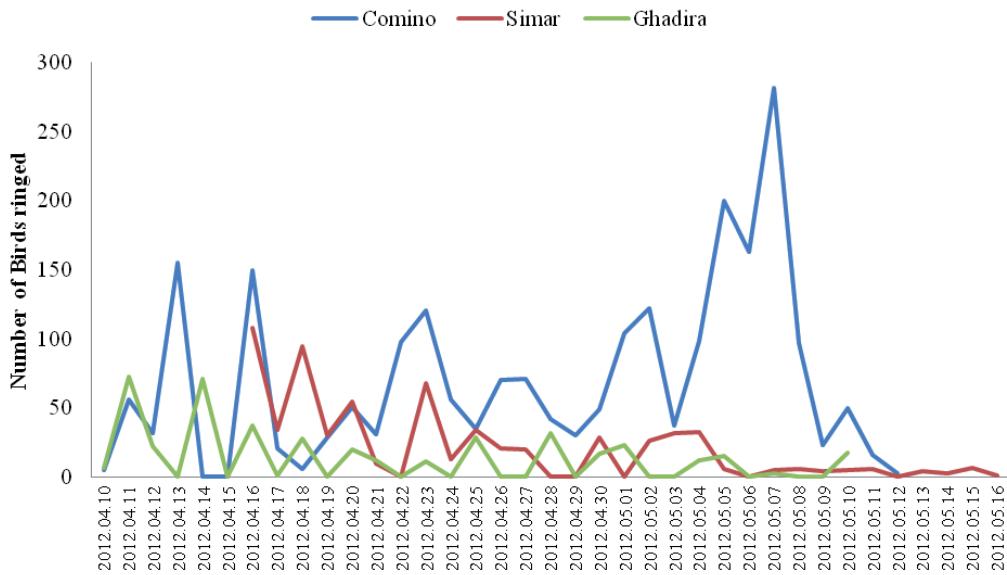


Figure 1: Number of birds ringed from the three Maltese sites.

Birds ringed from Malta and Sicily

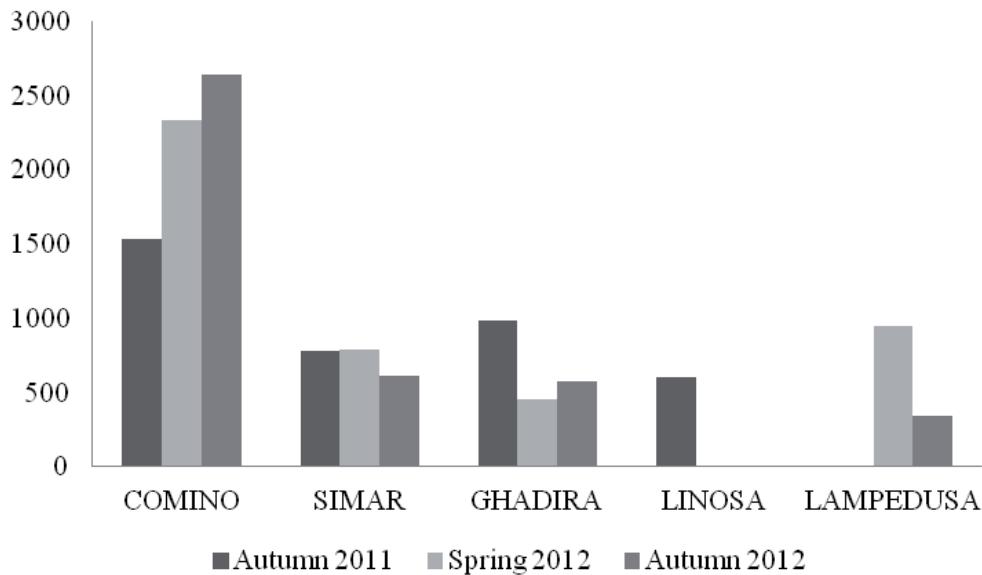


Figure 2: Total number of catches from the five locations in 2011 and 2012

can see that catches for most of the time were parallel to each other, but significant differences can be seen for certain dates. On the 22 April 2012, Comino registered a total of 98 birds ringed compared to 14 on Lampedusa. On 7 May 2012 a total of 282 birds were ringed on Comino while on Lampedusa only 24 birds were ringed (Fig. 3). In the autumn 2012 once again Comino registered a higher number of birds ringed (2,637) when compared to Lampedusa (347). This difference in catches can be attributed to two factors: climatic conditions and geographic location of the islands.

Lampedusa lies about 135 kilometres to the east of Tunisia, and during the spring migration it is usually “ignored” by north bound migrants as most birds would have re-fuelled along the African coast before crossing the Mediterranean while Comino lies about 355 kilometres north of the Libyan coast, right in the middle of an open sea, offering a resting place for exhausted migrants. The majority of the high catches on Comino were attributed to abrupt changes in weather conditions forcing down migrant birds to seek shelter on the island.

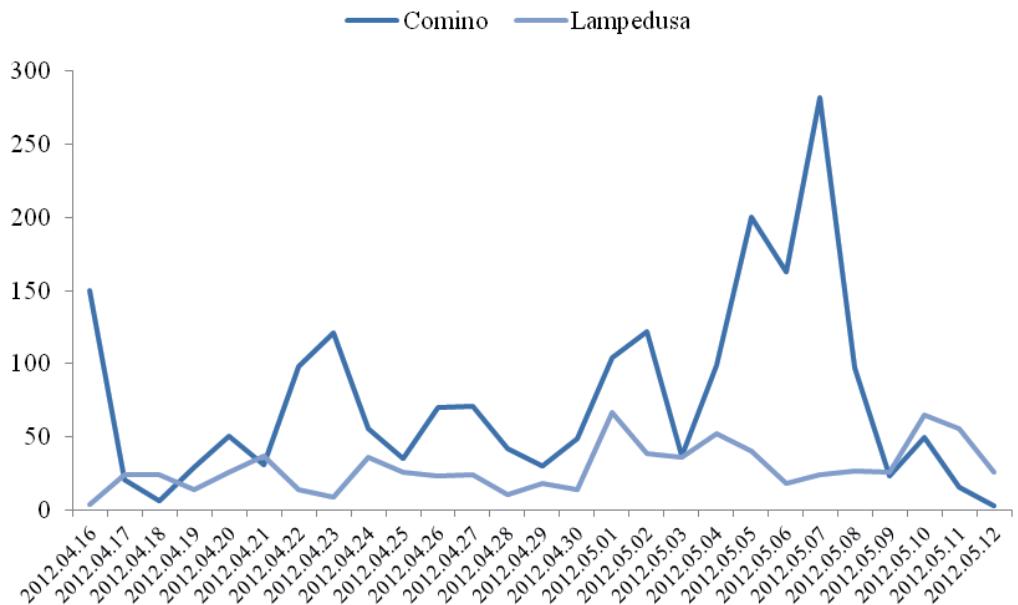


Figure 3: Daily catches from two island stations during the spring migration of 2012

3.2 Numbers of ringed birds

In autumn 2011 on the island of Linosa 615 individuals belonging to 25 species of birds were ringed. Because of bad weather conditions on eight days (8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16th) it was not possible to keep open any of the mist-nets, for which the effort of capture was 10 actual days. The most frequently handled species was the Robin, a short-range migratory species, with 280 individuals ringed. Other common species were Blackcap *Sylvia atricapilla*, short-distance migrant wintering in the Mediterranean area (39 individuals), Garden Warbler *Sylvia borin*, trans-saharan migrant (30 individuals), Common Redstart *Phoenicurus phoenicurus*, trans-saharan migrant (32 individuals), Stonechat *Saxicola torquatus*, short-range migrant (70 individuals) and Song Thrush *Turdus philomelos*, also a short-range migrant (51 individuals).

In the autumn of 2011, the ringing camp on Comino ran from the 15-31st October. A total of 1530 individuals from 30 species were ringed. Very much like on Linosa, the most frequently caught species was the Robin with a total of 964 ringed, followed by Stonechat (107 ringed), Song Thrush (91 individuals), Common Starling *Sturnus vulgaris* (76 individuals) and Blackcap (56 individuals).

A total of 988 birds from 25 species were ringed from Ghadira nature reserve during the autumn migration (13 Oct to 17 November 2011). The Common Chiffchaff *Phylloscopus collybita*, a short-range migrant, was the most numerous with 545 ringed followed by Robin (204 individuals ringed), Dunnock *Prunella modularis*, short distance migrant (100 individuals), Blackcap (43 individuals) and Barn Swallow *Hirundo rustica*, a trans-saharan migrant (42 individuals).

The ringing campaign at Simar Nature reserve ran from 14 October to 17 November with a total of 779 birds ringed from 28 species. No activities were carried out on 15 days (15, 16, 17, 22, 23, 24, 29, 30, 31 Oct and 01, 05, 06, 10, 12, 13 November), either because of bad weather conditions or lack of bird ringers. With similar habitat to Ghadira it was not surprising that the Common Chiffchaff was also the highest species ringed (425 individuals), also here, followed by the Robin (190 individuals) and Blackcap (50 individuals).

On Lampedusa between 16 April and 15 May 2012 a total of 950 belonging to 40 different species were caught and ringed. Two species of particular interest: Eastern Olivaceous Warbler *Hippolais pallida* and Pallas's Warbler *Phylloscopus proregulus*, as both species are rarely recorded in Italy. The most numerous species were three trans-saharan migrants: Whinchat *Saxicola rubetra* (105 individuals), Garden Warbler (158 individuals) and Whitethroat *Sylvia communis* (88 individuals). Good catches of the resident Spanish Sparrow *Passer hispaniolensis* (133 individuals) were also recorded.

The spring 2012 bird ringing camp on Comino ran from 10 April to 12 May. No nets were opened only on one day (14th April) due to strong winds. A total of 2338 birds from 46 different species were ringed. Most notable being the first record of the Atlas Flycatcher *Ficedula speculigera* for the Maltese Islands, Western Olivaceous Warbler *Hippolais opaca* and Western Orphean Warbler *Sylvia hortensis* caught and ringed on the same day, both warblers are very rare occurrences for the Maltese Islands. The highest number of birds ringed were: Garden Warbler (528 individuals), Common Whitethroat *Sylvia communis*, a trans-saharan migrant (348 individuals),

Wood Warbler *Phylloscopus sibilatrix*, trans-saharan migrant (223 individuals), Whinchat (213 individuals), Icterine Warbler *Hippolais icterina*, trans-saharan migrant (159 individuals) and Spotted Flycatcher *Muscicapa striata*, trans-saharan migrant (148 individuals).

The ringing data for spring 2012 from the Għadira Nature reserve covers the period from 15 April to 17 May. No activities were carried out on 13 days (18, 20, 24, 27, 29th April and 01, 02, 04, 08, 11, 13, 14 and 16th May). A total of 453 individuals from 27 different species were caught and ringed. The highest numbers were: Wood Warbler (133 individuals), Garden Warbler (110 individuals) and Barn Swallow (86 individuals).

Simar Nature Reserve produced a total of 788 from 32 different species. Ringing activities were carried out from 16th April to 18th May. No activities were carried out on six days (22, 28 and 29th April and 01, 06 and 12th May). The highest numbers ringed belonged to the following species: Wood Warbler (286 individuals), Barn Swallow (161 individuals) and Garden Warbler (85 individuals).

The autumn campaign carried out on Lampedusa between the 1st and 21 October 2012 produced 347 birds from 20 species. Of particular interest there was an interesting case of hybridisation between a Common Redstart *Phoenicurus phoenicurus* and a Black Redstart *P. ochrurus*. A Red-breasted Flycatcher *Ficedula parva* was also ringed; this is a rather rare species in the Mediterranean. As is normal in this time of year, the highest number of individuals ringed was the Robin (135 individuals) a short-range migrant, wintering in the Mediterranean. In the island of Linosa, in autumn 2011, 615 birds were ringed from 25 species.

The ringing station on Comino was manned from the 14 October till the 04th November with an extra three days on 23-25th November. A total of 2637 birds from 38 species were ringed. Species of particular interest were one Long-eared Owl *Asio otus*, two Short-eared Owls *A. flammeus*, one Red-breasted Flycatcher and one Little Bunting *Emberiza pusilla*. With the exception of the Short-eared owls, the rest are rare or scarce visitors to the Maltese Islands. This was an exceptional year for Robins with a total of 1862 birds ringed, followed by Black Redstart (134 individuals), Stonechat (109 individuals), Song Thrush (106 individuals), Common Chiffchaff (85 individuals) and Blackcap (64 individuals).

Għadira Nature Reserve produced a total of 572 birds from 29 different species. Activities were carried out from 13 October to 18th November with almost half the month without any activities (18 days of no activities; 16, 17, 19, 23, 25, 26, 30, 31st October and 02, 05, 06, 07, 08, 09, 11, 13, 15, 16th November). The species most ringed was the Common Chiffchaff (236 individuals) followed by Robin (173 individuals).

The autumn ringing activities at the Simar Nature Reserve ran from 16th October to the 16th November. Because of bad weather or lack of personnel, there were eight days in which there was no ringing activities (20, 21, 27 29th October and 03, 04, 10 and 11th November). The total number of birds ringed amounted to 611 from 23 different species. Of particular interest were three Bluethroat *Luscinia svecica*, a scarce visitor to the islands. The same two species as in previous autumn, namely Common Chiffchaff (302 individuals) and Robin (176 individuals) reached the highest counts.

3.3 Physiological conditions of migrant birds

The amount of fat levels and muscle conditions of a bird reveal the physical condition of the individual. During the spring and autumn migrations of 2011 and 2012 a total of 15,633 birds have been ringed. Their physiological condition was examined.

Lampedusa Spring 2012	
Muscle score	Percentage
0	0.30
1	18.60
2	72.75
3	8.35

The total number of birds captured on the island of Lampedusa during the spring 2012 was of 950 individuals from 40 different species. The highest pectoral muscles measurement from these birds was that of code 2, meaning a discrete development of the pectoral muscles, an important organ for flight.

The highest percentage of birds captured on Lampedusa had a fat score of 0. This means that individuals who made a stop on the island needed to increase their layer of lost fat in order to continue the journey. Failing to do so many of them would perish.

Lampedusa Spring 2012	
Fat score	Percentage
0	21.4
1	16.6
2	21.16
3	17.62
4	12.12
5	6.75
6	3.9
7	0.45
8	0

The total number of birds captured on the island of Lampedusa during the autumn migration was 347 from 20 species. From the data collected for the evaluation of the physiological state, it was evident that the highest percentage of individuals handled fell into the category with code 2, with regard to the classes of the muscle.

Lampedusa Autumn 2012	
Muscle score	Percentage
0	0
1	7.55
2	85.5
3	6.95

When it comes to the subcutaneous fat levels, the highest category of birds handled fell within code 0.

Lampedusa Autumn 2012	
Fat score	Percentage
0	37
1	19.75
2	23.5
3	10.75
4	6
5	2
6	1
7	0
8	0

During the autumn migration 2011, the highest muscle score of birds handled on the island of Linosa was that of code 1 closely followed by code 2.

Linosa Autumn 2011	
Muscle score	Percentage
0	10.45
1	37.42
2	35.63
3	16.5

The highest fat score registered was code 1, again showing a high loss of fat deposits during the autumn migration

Linosa Autumn 2011	
Fat score	Percentage
0	26.9
1	41.36
2	14.28
3	6.4
4	2
5	2.8
6	2
7	4.26
8	0

During the spring migration of 2011 a total of 1,987 from 46 different species were handled on Comino, 454 (29 species) from Ghadira NR and 598 (35 species) from Simar NR. The highest percentage of muscle score from Comino was that of code 2 meaning that birds were still physically fit when handled. At Simar the highest percentage was code 1 meaning birds were in a less fit condition than those handled on Comino. No muscle scores were taken from Ghadira.

Comino Spring 2011	
Muscle Score	Percentage
0	1
1	32
2	64
3	3

Simar N.R. Spring 2011	
Muscle score	Percentage
0	31
1	42
2	25
3	2

The highest percentage of birds with the greater loss of fat fell into the lower end of the scale with codes 1 and 2 being the highest for all the three sites.

Comino Spring 2011	
Fat score	Percentage
0	14
1	26
2	25
3	22
4	10
5	3
6	0

Ghadira NR Spring 2011	
Fat score	Percentage
0	16
1	23
2	26
3	22
4	9
5	4
6	0
7	0

Simar NR Spring 2011	
Fat score	Percentage
0	7
1	27
2	26
3	18
4	18
5	4
6	0

In the autumn migration of 2011, the total number of birds handled on Comino was of 1,530 birds from 31 different species. A total of 988 individuals from 25 different species where handled at Ghadira NR and from Simar NR a total 779 individuals from 28 different species were examined. Muscle scores were taken from birds handled on Comino and Simar NR and the highest percentages where birds with scores of 1 and 2 for the two sites. No muscle scores were taken from Ghadira.

Comino Autumn 2011	
Muscle Score	Percentage
0	1
1	53
2	44
3	2

Simar N.R. Autumn 2011	
Muscle score	Percentage
0	13
1	51
2	32
3	4

During the autumn migration, the highest percentages from all the three sites were from 0 to 2, meaning birds that were handled all showed low fat reserves.

Comino Autumn 2011	
Fat score	Percentage
0	32
1	38
2	19
3	7
4	3
5	1
6	0
7	0

Ghadira NR Autumn 2011	
Fat score	Percentage
0	34
1	23
2	18
3	13
4	6
5	6
6	0
7	0

Simar NR Autumn 2011	
Fat score	Percentage
0	1
1	47
2	26
3	17
4	5
5	4
6	0

The number of birds handled during the spring migration of 2012 was: Comino 2,338 individuals from 47 species, Ghadira 453 individuals from 27 species and Simar 788 from 32 species. The highest muscle scores were code 2 for Comino and code 1 from Simar. While on Comino birds with code 0 were less than 1%, at Simar the number of birds with code 0 was of 25%. Again no muscle score was taken at Ghadira.

Comino Spring 2012	
Muscle Score	Percentage
0	0
1	39
2	56
3	5

Simar N.R. Spring 2012	
Muscle score	Percentage
0	25
1	56
2	16
3	3

Like in previous year, birds with low fat scores were registered from all the three sites. The highest percentage was that of birds falling in the code 2 category closely followed by birds in code 1. Again, this shows that the birds handled were at the very end of their fat deposits.

Comino Spring 2012	
Fat score	Percentage
0	11
1	23
2	25
3	22
4	13
5	5
6	1
7	0
8	0

Ghadira NR Spring 2012	
Fat score	Percentage
0	6
1	33
2	36
3	15
4	7
5	3
6	6

Simar NR Spring 2012	
Fat score	Percentage
0	13
1	31
2	34
3	15
4	5
5	2

In the autumn migration of 2012, the number of birds handled was of 2,637 individuals from 38 different species on Comino, 572 from 29 species on Ghadira and 611 from 23 species at Simar Nature Reserve. From both stations the highest percentage score was from muscle code 2. Again this shows that birds handled were relatively physiologically fit when their journey was interrupted. No muscle score was taken from the Ghadira Nature Reserve.

Comino Autumn 2012	
Muscle Score	Percentage
0	0
1	30
2	65
3	5

Simar N.R. Autumn 2012	
Muscle score	Percentage
0	2
1	32
2	52
3	14

On the other-hand, the majority of the birds handled showed low fat deposits with birds falling in code 1 being the highest. There is a stark difference between Comino and Simar where in the former, 33% fell in the 0 code, but at Simar only 5% of the total fell in this category. Simar showed a higher range of fat scores, suggesting better refuelling possibilities than the more exposed site on Comino.

Comino Autumn 2012	
Fat score	Percentage
0	33
1	35
2	18
3	10
4	23
5	1
6	0
7	0

Ghadira NR Autumn 2012	
Fat score	Percentage
0	15
1	39
2	33
3	10
4	3
5	0
6	0
7	0

Simar NR Autumn 2012	
Fat score	Percentage
0	5
1	44
2	26
3	16
4	6
5	2
6	1
7	0

4. CONCLUSIONS

The results collected highlight the importance of such islands as well as other offshore islands scattered around the Mediterranean Sea as important stop-over sites and refuelling stations for migratory birds which need to recover lost energy to continue on their journey. The majority of the birds handled belonged to the leaner end of the category, birds that need to stock up on food and energy before resuming their journey. In contrast, those individuals on the other end of the scale will continue on their journey without making any intermediate stops. In general, birds interrupt their flight when stocks of energy are low or depleted.

Several factors may lead to birds interrupting their journey but most frequently related to low fat reserves (FUSANI et al., 2009; GOYMANN et al., 2010), sometimes these stops are associated with adverse weather conditions. Offshore islands are migratory milestones for birds in order to replenish their low supplies and for reaching their final destination. So, it is important that adequate protection is afforded to these islands and that they are preserved in order to ensure that migrant birds find adequate food resources and a safe place to rest before resuming their journey.

Acknowledgements

Bio-molecular technique to sex Garden Warblers was carried out by Marcello Tagliavia; we thank him very much for his very useful collaboration. We also thank for their collaboration during camp ringing Elena Prazzi, Fabrizio Fortuna, Paolo Becciu, Giulia Bambini, Michelangelo Pavia, Lucrezia Mannino, Giovanni Cumbo, Gianni Russo, Massimo Cannata, Marcello Tagliavia, Manuela Di Stefano, Camillo Cusumano, Giuseppe Cangemi, Ranghino Sandro, Stefano Costa, Stefano Re, Giorgio Testolino, Marco Longo, Nova Marina, Luigi Piva, Silvana, Verna, Eleonora Bertolo, Gino Barraco, Giuseppe Rouxpoignant, Elio Fiorito, Davide Corso, Barbara Bellatri, Marco Baietto, Fabrizio Usibelli, Amelia Roccella, Patrizia Arnò, Mariella Mollura, Maurizio Marchese, Claudio Persichini, Nicola Francesca, Roberto Barezzani, Annamaria Volpini, Marina Masini, Massimo Benazzo, Legambiente, Ente gestore della Riserva Naturale di Lampedusa, Dipartimento Regionale Sviluppo Rurale e Territoriale (formerly Dipartimento Regionale Azienda Foreste Demaniali), the Bird Ringers, trainees and helpers from BirdLife Malta who collated the data from Comino, Ghadira and Simar Nature Reserves.

L'IMPORTANZA DELLE PICCOLE ISOLE DEL MEDITERRANEO CENTRALE COME SITI DI SOSTA PER GLI UCCELLI MIGRATORI

di John J. Borg, Emanuela Domenica Canale & Bruno Massa

INTRODUZIONE

Sono di seguito riportati gli esiti del lavoro di ricerca del progetto REMASI, Reti Ecologiche Transfrontaliere Malta-Sicilia, realizzato con il contributo finanziario del Programma Operativo Italia Malta 2007-2013 della Commissione Europea.

Gli uccelli rappresentano una componente importante della biodiversità in quanto costituiscono una classe ampiamente diffusa e differenziata. Per la varietà di forme, spettacolarità e colori, sono certamente il gruppo faunistico più ricco di "specie bandiera" ovvero specie che sono capaci di suscitare nel pubblico curiosità e interesse, avvicinandolo spontaneamente alle problematiche ambientali. Essi rappresentano, inoltre, uno dei gruppi di maggiore interesse conservazionistico e gestionale poiché sono tra gli indicatori ecologici più appropriati per il monitoraggio della biodiversità. Ciò dipende soprattutto dalla facilità con cui è possibile contattarli, controllarli e rilevare dati sui rapporti tra essi e l'ambiente in cui vivono.

La migrazione degli uccelli è uno dei fenomeni più affascinanti della natura che ha suscitato la curiosità dell'uomo ed è stato ampiamente studiato sin da tempi remoti. Oggi si sa parecchio sulle principali rotte migratorie, sui meccanismi fisiologici che regolano i flussi degli uccelli e sulle modalità con cui essi riescono ad attraversare i continenti due volte l'anno, andando incontro ad ingenti perdite numeriche; ma alcuni aspetti di tale fenomeno meritano ancora un'opportuna attenzione.

Per migrazione degli uccelli s'intende il movimento pendolare stagionale, tra un luogo di riproduzione e un luogo di soggiorno, perlopiù un quartiere di svernamento (SCHÜZ *et al.*, 1971). L'esistenza di questo fenomeno appare legata al verificarsi di un'elevata "stagionalità delle risorse" sia negli ambienti di nidificazione che di svernamento (PERRINS & BIRKHEAD, 1983; BAKER, 1978; LACK, 1968). Le cause che determinano i movimenti migratori degli uccelli sono la durata dell'illuminazione (il cosiddetto fotoperiodismo che influenza il sistema endocrino) e la stagionalità. Le variazioni della durata del giorno generano dei meccanismi interni regolati dalla secrezione di diversi ormoni, che producono negli uccelli dei cambiamenti nelle loro attività giornaliere. Inoltre il susseguirsi delle stagioni rende disponibili delle risorse di cibo in alcune zone della terra, ma queste diminuiscono sostanzialmente in alcune stagioni e diventano abbondanti in altre, per cui gli uccelli sono costretti a muoversi in funzione delle risorse alimentari. Inoltre, essi si spostano verso climi più adatti alla loro sopravvivenza.

Gli uccelli si dividono in stazionari o sedentari e di passo: stazionari sono quelli che risiedono in una determinata località l'intero anno svolgendo le diverse funzioni vitali, mentre quelli di passo transitano da una regione all'altra due volte l'anno, nidificando o svernando nelle due aree poste a nord e a sud. La migrazione vera e

propria, cioè da una regione all'altra nelle diverse stagioni, comprende due viaggi, uno chiamato di andata verso i territori di svernamento o riposo, detto anche viaggio post-nuziale o passo, e uno di ritorno verso i territori di nidificazione, detto anche viaggio pre-nuziale o ripasso. In base alla distanza percorsa la migrazione viene suddivisa in "migrazione a lungo raggio" (>1500 km; KERLINGER, 1989), "migrazione a medio raggio" (300-1500 km) e "migrazione a breve raggio" (<300 km).

Per "migrazione a lungo raggio" s'intende uno spostamento da luoghi di svernamento al sud del Sahara, attraverso il deserto, verso zone di riproduzione più settentrionali europee; gli uccelli che compiono questa migrazione vengono anche chiamati transahariani. La "migrazione a breve raggio" non comprende l'attraversamento del deserto. Tali individui svernano in zone mediterranee. La migrazione primaverile inizia intorno ai mesi di febbraio-marzo e generalmente i primi a partire sono i migratori "a breve raggio", successivamente, ma con un flusso continuo, i migratori "a lungo raggio" nei mesi di aprile-maggio. La migrazione autunnale inizia verso la fine di agosto con i transahariani, e termina in ottobre con i migratori "a breve raggio". La migrazione autunnale ha un andamento piuttosto "lento" rispetto a quella primaverile; infatti, in primavera è importante arrivare nei luoghi di riproduzione prima possibile in modo da avere più opportunità nella scelta del sito per la costruzione del nido e, in genere, i primi ad arrivare nei luoghi di riproduzione sono i maschi con una migliore capacità adattativa, in grado perciò di assicurare una prole con qualità maggiori. Durante la stagione primaverile, infatti, prevalgono strategie

di migrazione che tendono a minimizzare i tempi di arrivo; dunque si può ipotizzare che soltanto gli uccelli esausti siano quelli che sostano sulle isole, mentre gli individui in buone condizioni fisiche continuano a volare senza soste. Al contrario, in autunno, non vi sono esigenze riproduttive che controllano il movimento migratorio, che quindi ha un flusso piuttosto diluito nei mesi, sebbene i numeri totali siano maggiori, comprendendo anche la nuova generazione.

Un fenomeno unico che può essere osservato in particolare nelle piccole isole del Mediterraneo è il flusso di migliaia di uccelli che sorvolano queste isole, per due volte nel corso dell'anno, e molto spesso vi sostano per riposare o per trovare cibo, prima di continuare il lungo tragitto. Il primo di questi movimenti avviene nel periodo autunnale, quando la maggior parte degli uccelli paleartici si sposta dalle aree di nidificazione verso quelle di svernamento, a latitudini inferiori. Per molti di essi tali migrazioni comportano voli più o meno continui sopra terre senza grandi ostacoli geografici mentre, per gli uccelli che vanno a svernare nell'Africa tropicale, il viaggio diventa più impegnativo e devono affrontare dei rischi. L'arrivo a sud del Mediterraneo si verifica solitamente in un periodo sfavorevole per gli uccelli, ovvero, alla fine dell'estate, calda e secca. Per essi sarebbe impossibile approvvigionarsi di cibo, prima di attraversare il deserto, se non ci fossero le piccole isole sparse nel Mediterraneo ad incrementare lo strato di grasso perso durante il volo.

Durante la migrazione primaverile, cioè quando gli uccelli si spostano dai quartieri di svernamento verso quelli di nidificazione, gli individui giungono sulla costa settentrionale dell'Africa più debilitati rispetto a quelli che hanno

attraversato il deserto in autunno; questo, molto probabilmente, è da attribuire ai venti che in questo periodo soffiano in senso contrario rispetto al volo (MOREAU, 1972). Di contro, in questa stagione, l'area mediterranea è più ricca di insetti e flora spontanea, quindi le soste temporanee effettuate sulle piccole isole possono consentire agli uccelli di recuperare le energie perse durante il volo, sotto forma di grasso sottocutaneo. Le isole, infatti, rappresentano una delle poche possibilità per i migratori di riposare o nutrirsi durante l'attraversamento di aree di mare più o meno vaste. Esse diventano approdi sicuri in condizioni atmosferiche sfavorevoli. Per studiare la migrazione degli uccelli le isole sono siti ideali, in quanto per le loro ridotte dimensioni determinano la concentrazione di diversi individui in pochi chilometri di superficie.

La migrazione degli uccelli richiede uno sforzo metabolico considerevole. I piccoli Passeriformi che si spostano dall'Europa settentrionale all'Africa o viceversa coprono diverse migliaia di chilometri di terreno inospitale (mari e deserti), e per questo hanno bisogno di un'adeguata riserva di carburante per affrontare il lungo viaggio che li attende. Il carburante principale, utilizzato dagli uccelli per questo viaggio, è il grasso sottocutaneo che viene accumulato prima di intraprendere il tragitto, ma anche durante il viaggio grazie a delle soste intermedie in aree strategiche (LINDSTROM, 1995; BERTHOLD, 2000). Le piccole isole del Mediterraneo rivestono un ruolo importantissimo proprio per questo scopo, offrendo le risorse alimentari necessarie per il proseguimento del lungo viaggio. Gli uccelli migratori, infatti, hanno l'esigenza di sostare per incrementare lo strato adiposo e, quando necessario, effettuare

periodi di sosta per evitare situazioni atmosferiche critiche (BERTHOLD, 2000). Dunque la presenza di adeguate aree di sosta (*stopover sites*) lungo il tragitto è una condizione di vitale importanza, senza la quale la maggior parte dei migratori non riuscirebbe a terminare il lungo viaggio (BAIRLEIN, 1988; JENNI, 1996; SIMONS *et al.*, 2000). Alcuni migratori si riforniscono di poche riserve di grasso in una serie di aree di sosta dislocate lungo il loro tragitto, mentre altri si riforniscono di grandi quantità di grasso e compiono quindi voli più lunghi con poche soste. Uccelli che debbono attraversare vaste aree inospitali come il deserto o superfici acquatiche (mari o laghi), hanno bisogno di partire con "carburante" sufficiente per l'intero viaggio, fatto che può implicare moltissimo grasso. In quest'ottica aree coperte da vegetazione, distribuite nel deserto, risultano fondamentali per gli uccelli migratori e svernanti (BAIRLEIN, 1985; BIEBACH, 1986; MASSA & VISENTIN, 2006). I Beccafichi (*Sylvia borin*) ad esempio, che pesano tra i 16 e i 18 grammi durante la stagione riproduttiva, raggiungono anche i 34 grammi poco prima della partenza per il loro viaggio verso i luoghi di svernamento al sud del Sahara. I migratori che non riescono ad alimentarsi in maniera appropriata lungo la rotta hanno scarse probabilità di sopravvivenza. L'identificazione e la protezione delle aree di alimentazione sono un requisito essenziale per l'efficace conservazione dei migratori. Una complicazione per pianificare una strategia di conservazione deriva proprio dalla varietà delle strategie di migrazione utilizzate dalle diverse specie, gli uccelli attraversano il deserto del Sahara in un unico volo non stop solo se sono in condizioni fisiche adeguate (WOOD, 1989).

Lo strato di grasso che viene incrementato durante le soste è un vero e proprio rifornimento; una parte di questo incremento viene usata per accumulare il grasso che servirà come fonte di energia per il volo, mentre il resto viene destinato al potenziamento dei muscoli pettorali (PIERSMA, 1998). Esistono differenze notevoli tra i migratori e i non migratori: questi ultimi dispongono di depositi di grasso equivalenti al 3-5%; i migratori a breve raggio hanno una disponibilità di grasso corrispondente al 10-15% della loro massa corporea, mentre i migratori a lungo raggio, i transahariani, possono arrivare ad un accumulo di grasso pari al 40-50% (BERTHOLD, 1996). Probabilmente esistono delle differenze di quantità e accumulo di grasso anche tra individui maschi e femmine, come conseguenza dei diversi adattamenti metabolici e strategici tra i due sessi (ALERSTAM & LINDSTROM, 1990; BERTHOLD, 1996). Bisogna, inoltre, tenere presente il fatto che nei viaggi su lunga distanza sono utilizzati come carburante non solo il grasso, ma anche le proteine (PIERSMA, 1990; JENNI & JENNI-EIERMANN, 1998; SALEWSKI, 2009). In molti uccelli si verifica l'utilizzo di energia derivata dalla demolizione di porzioni di alcuni organi interni come fegato, stomaco e tratti di intestino (KARASOV & PINSHOW, 1998; PIERSMA, 1998). È dunque necessario che i tratti di apparato digerente demoliti debbano essere ripristinati prima di iniziare ad accumulare grasso sottocutaneo, durante le soste di rifornimento (KLAASSEN & BIEBACH, 1994; KLAASSEN *et al.*, 1997). Le piccole isole situate a poca distanza dalle coste del Mediterraneo sono degli esempi di aree di sosta "inevitabili", ovvero, non presentano le caratteristiche idonee a

fornire il necessario rifornimento e spesso sono di dimensioni esigue, ma vengono comunque invase dai migratori che vi giungono stremati (SPINA *et al.*, 1993). La caratteristica principale che determina se un'area sia o meno un importante sito di sosta è la presenza e disponibilità di adeguate risorse energetiche. Pertanto la zona deve disporre di un habitat qualitativamente elevato che possa garantire ai migratori: la rapida ricostituzione delle riserve (o refuelling); la possibilità di riposo (o resting); un basso tasso di predazione; una posizione vantaggiosa lungo la rotta migratoria e una superficie sufficiente ad ospitare e sostenere il contemporaneo arrivo di ingenti quantità di migratori.

Le diverse strategie migratorie influenzano anche la diversa metodologia di accumulare grasso sottocutaneo, attraverso un minore o maggior numero di soste intermedie. Per un migratore le strategie possibili sembrano essere principalmente quattro (SCHAUB & JENNI, 2000):

1. iniziare ad accumulare grandi quantità di riserve molto prima del margine settentrionale del Sahara;
2. accumulare ad ogni sosta più energia di quella necessaria a raggiungere il successivo sito di sosta;
3. accumulare ad ogni sosta l'energia necessaria, con un certo margine di sicurezza, per raggiungere la successiva tappa;
4. accumulare l'energia appena necessaria per raggiungere il successivo sito di sosta con soste frequenti.

Maggiori difficoltà presentano i migratori che attuano la prima e la terza strategia di migrazione: i primi perché hanno bisogno di siti ottimali prossimi alle aree di partenza, e i secondi perché necessitano di siti di sosta di alta qualità nelle regioni

mediterranee. Dunque, il successo della migrazione dipende, per le diverse specie, dalla distribuzione e dalla qualità dei siti di sosta temporanea.

La durata di una sosta è influenzata da diversi fattori tra cui le condizioni meteorologiche, i programmi endogeni e le condizioni fisiologiche degli individui al momento dell'arrivo (JENNI & SCHaub, 2003). Gli individui con una buona quantità di riserve di grasso di solito lasciano il luogo di sosta temporanea la stessa sera del giorno di arrivo mentre gli uccelli con pochissime riserve di grasso sospendono momentaneamente la migrazione per un periodo che va da un giorno a diverse settimane. Pertanto la quantità di riserve, al momento dell'arrivo in un area di sosta, determina la durata della sosta stessa (BAIRLEIN, 1985; BIEBACH, 1985; BIEBACH *et al.*, 1986). Negli individui che si trattengono per più giorni, al fine di incrementare lo strato di grasso sufficiente a riprendere il volo, è stato dimostrato che vi è un calo dell'intensità della "Zugunruhe" direttamente proporzionale alle condizioni fisiche di arrivo dei migratori (FUSANI *et al.*, 2009). La "Zugunruhe" è l'inquietudine migratoria a cui vanno incontro gli uccelli prima di intraprendere la migrazione. Questo fenomeno è facilmente osservabile negli uccelli tenuti in cattività, che entrano in uno stato di irrequietezza: saltellano, svolazzano qua e là o "frullano" da fermi, ossia sollevano le ali e le sbattono ripetutamente. Il fenomeno dell'inquietudine è stato interpretato come manifestazione dell'istinto migratorio e la durata di tale fenomeno fornisce informazioni sulla durata del periodo migratorio e la lunghezza del percorso da compiere (BERTHOLD, 2000).

Attraverso studi effettuati mediante l'utilizzo di radar (CASEMENT, 1966)

e dati di ricattura di individui marcati (ZINK, 1973, 1975, 1981) sono state evidenziate due rotte migratorie principali che coinvolgono l'intero flusso migratorio sull'Europa: uno orientato in direzione NE-SO nella porzione occidentale del bacino del Mediterraneo fino all'Adriatico, l'altro nell'area orientale in direzione NNO-SSE. Gli uccelli migratori, in generale, transitano su fronte largo mantenendo di anno in anno le stesse rotte, quindi gli individui tendono a ripercorrere sempre gli stessi corridoi migratori ed effettuare le soste temporanee nelle medesime zone di foraggiamento. Questo vuol dire che le singole popolazioni, all'interno delle stesse specie e non solo, hanno sviluppato un differenziamento nel percorso di andata e/o di ritorno. Le grandi barriere ecologiche come gli oceani, le catene montuose e i deserti, hanno indotto i contingenti migratori a modificare i propri percorsi per evitarli e percorrere le vie più agevoli. Questo fenomeno genera spesso una concentrazione di uccelli migratori in veri e propri "corridoi migratori". Nell'area mediterranea esistono dei punti di transito preferenziali ormai noti, come per esempio lo stretto di Gibilterra, il ponte Italia-Sicilia-Tunisia e lo stretto del Bosforo.

I fattori climatici che influenzano l'andamento del flusso migratorio sono diversi, ma quelli che sicuramente incidono in maniera sostanziale sono sicuramente i venti (BIEBACH, 1992). Un vento con velocità molto alta, sia che sia contrario alla direzione di volo che favorevole, ostacola comunque il normale flusso migratorio e in condizione estreme, provoca il rallentamento dell'attività migratoria o anche la sospensione per qualche ora, per un giorno o per più giorni (BERTHOLD, 2000).

1. MATERIALI E METODI

Questo studio è stato condotto mediante le attività d'inanellamento nelle isole di Linosa e Lampedusa (Sicilia), nelle Riserve Naturali di Simar e Ghadira (Malta) e nell'isola di Comino (Malta). L'attività di inanellamento è una tecnica ideale per studiare le migrazioni degli uccelli. Essa consente di ottenere informazioni su ciascun individuo catturato o ricatturato; queste informazioni sono importanti per ricostruire vari aspetti della vita degli uccelli, ancora poco chiari, come quelli relativi ai parametri morfometrici, ecologici e fisiologici (SPINA *et al.*, 1993).

L'inanello degli uccelli si basa sul loro marcaggio individuale e quindi consente il riconoscimento di ciascuno di essi. Gli anelli sono costruiti in alluminio leggero e sono di diverse misure, a seconda la dimensione del tarso della specie. Essi portano stampato un numero di serie alfanumerico e l'indirizzo dell'istituzione che coordina l'attività. Gli anelli italiani portano il nome dell'ISPRA (*Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale*), quelli maltesi il nome di BirdLife Malta.

Questa tecnica di ricerca è condotta da inanellatori autorizzati che garantiscono innanzitutto la salvaguardia degli uccelli, e sono in grado di determinare la specie, il sesso, l'età ed altri parametri. Altre indicazioni possono scaturire da queste "ricatture" quali l'identificazione delle aree di sosta (durante i voli migratori) o di svernamento, stime di sopravvivenza, dati sul successo riproduttivo e sullo stato della muta; dall'esame biometrico dell'animale catturato è possibile ricavare informazioni sulle sue condizioni fisiche attraverso i rilevamenti della quantità di grasso e lo sviluppo dei muscoli pettorali e sulle variabilità morfologiche intra-specifiche;

infine grazie a questo metodo di cattura è possibile rilevare la presenza di specie difficilmente individuabili con la semplice osservazione in campo, ma anche di specie rare o ritenute accidentali (ad es.: PERBELLINI, 2005).

Le attività di monitoraggio di questo progetto sono state realizzate durante le migrazioni primaverile ed autunnale del 2011 e del 2012. Sono state usate in tutti i siti le cosiddette mist-nets o reti-foschia, il cui numero è variato in funzione delle condizioni del terreno. La maggioranza di esse erano 3 m di altezza e 12 di lunghezza e portavano quattro tasche. Nelle stazioni siciliane sono stati realizzati in totale 180 m lineari di mist-nets, a Comino una media di 300 metri.

2. SITI STUDIATI

Kemmuna (Comino) è una piccola isola (altitudine 0-75 m) che si trova tra Malta e Gozo. La vegetazione è costituita da cespugli di sclerofille e gariga (65% della superficie). 25% della superficie è coltivata, ma la metà di questo è abbandonata. La restante parte sono zone rocciose. Il secondo sito si trova nella costa nord-orientale di Malta. La Riserva Naturale di Ghadira è stata dichiarata santuario degli uccelli nel 1978. È ecologicamente importante perché contiene due tipi di habitat molto rari a Malta: ambienti umidi e salmastri. Fino agli anni '80 il sito di Is-Simar era abbandonato, degradato e usato come discarica, ma all'inizio degli anni '90 è stato convertito da BirdLife Malta in un santuario per la natura con una protezione completa. Situato a Wied il-Pwales vicino Xemxija, Is-Simar è oggi un mosaic di habitat con canneti a *Phragmites*, specchi d'acqua e canali, uliveti e centinaia di alberi piantati da volontari nel corso degli anni.

Il progetto di inanellamento a Comino originariamente (dal 1991) faceva parte del *Progetto Piccole Isole*: un mese d'inanellamento in primavera (16 Aprile-15 Maggio) e due settimane in autunno (15-31 Ottobre), talvolta con un'estensione alla seconda settimana di Novembre. Le date variano in funzione della disponibilità di personale esperto (BORG, 2009). Durante questi due periodi, una gran quantità di uccelli sono inanellati e rilasciati, con una media annual di circa 1.500 uccelli in primavera e 800 in autunno.

I siti d'inanellamento a Linosa e Lampedusa sono localizzati in aree con cespugli o alberi dove sostano i migratori in primavera e autunno. I periodi d'inanellamento sono stati i seguenti: 16 Aprile-15 Maggio a Lampedusa (2012) e le prime tre settimane di Ottobre a Linosa (2011) e Lampedusa (2012). I campi d'inanellamento sono stati gestiti da membri dell'Università di Palermo (*Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali*) e un certo numero di volontari. L'inanellamento costante nel corso degli anni consente di monitorare l'andamento delle popolazioni delle diverse specie di migratori. Esse includono diverse specie di *Sylviidae*, quali il Canapino maggiore *Hippolais icterina*, il Lù verde *Phylloscopus sibilatrix*, la Sterpazzolina *Sylvia cantillans*, la Sterpazzola *Sylvia communis* e il Beccafico *Sylvia borin*, Balie e Pigliamosche (*Muscicapa striata*, *Ficedula albicollis* e *Ficedula hypoleuca*) e Stiaccino *Saxicola rubetra*.

Durante la durata del progetto nel 2011 e 2012, nei 5 siti sono stati catturati e inanellati in totale 15.647 uccelli di 110 differenti specie (Tab. 1).

Sono state rilevate le seguenti misure: lunghezza dell'ala (la cosiddetta corda massima), lunghezza della terza primaria dell'ala (con l'uso di un righello speciale),

lunghezza della coda, del tarso e del becco (mediante un calibro con la precisione di 0,01 mm) e il peso, facendo uso di una bilancia elettronica. Sono stati registrati inoltre l'età, il sesso, la quantità di grasso sottocutaneo e lo sviluppo dei muscoli pettorali, parametri importanti per stabilire lo stato di salute dell'uccello. Quindi gli uccelli sono stati rimessi in libertà.

Un migratore accumula la sua energia come grasso, talora quasi raddoppiando il suo peso originario. Il grasso viene consumato durante i lunghi viaggi migratori. L'ammontare di grasso viene misurato con una scala a 9 codici, da 0 a 8; il valore più alto si riferisce alla massima quantità di grasso, il più basso (0) alla sua totale assenza. Il massimo di grasso indica un accumulo che copre completamente lo sterno, l'addome e i muscoli del torace (KAISER, 1993). Questi dati sono di una notevole utilità quando si paragonano con quelli di altre aree, ma soprattutto per comprendere lo stato fisiologico dei migratori.

Per l'identificazione delle specie si è fatto uso dei manuali di MULLARNEY *et al.* (1999) e BAKER (1993), per determinare le classi d'età è stato usato lo SVENSSON (1992). Il colore dell'iride è indicativo dell'età in certi gruppi di uccelli e quindi è utile l'uso di una lente d'ingrandimento per facilitarne l'identificazione. I dati raccolti sono stati inseriti in fogli di lavoro e successivamente processati al computer. L'identificazione del sesso nelle specie monomorfiche (ad es. il Beccafico *Sylvia borin*) è stata effettuata con una tecnica biomolecolare.

Le analisi di laboratorio sui campioni (tamponi buccali, piume o sangue) raccolti in campo sono state volte a determinare il sesso degli individui (adulti e giovani). Tali analisi sono state condotte mediante

tecniche di biologia molecolare, in particolare mediante PCR (*Polymerase Chain Reaction*), tecnica che consente di analizzare specifiche regioni del DNA anche in campioni nei quali questo è presente in ridotte quantità. Il DNA è stato estratto con diversi protocolli, adattati in base alla natura del campione. Le procedure maggiormente utilizzate hanno previsto la lisi con agenti caotropici seguita da purificazione su matrici silicee (utilizzando *kit* commerciali) o da precipitazione alcolica a freddo. Alternativamente, è stata utilizzata con successo anche la lisi in opportuno tampone seguita da *direct-PCR* (per le piume) o la *direct-PCR* da campione ematico.

L'analisi genetica per la determinazione del sesso sfrutta il polimorfismo di lunghezza di sequenze introniche del gene CHD, presente in copia singola in una regione non pseudoautosomica di entrambi i cromosomi sessuali degli uccelli, Z e W. Dal momento che nella maggior parte delle specie i geni CHD-Z e CHD-W presentano introni di lunghezza differente, è possibile analizzare tali regioni per risalire al sesso degli individui in esame valutando la presenza delle regioni corrispondenti ad uno solo o ad entrambi i cromosomi sessuali.

Il DNA è stato sottoposto a reazione di PCR (*Polymerase Chain Reaction*) utilizzando una specifica coppia di oligonucleotidi (*primers*) complementari a sequenze genomiche altamente conservative, fiancheggianti l'introne dei geni CHD scelto per l'analisi, ed una DNA polimerasi termostabile altamente sensibile e processiva, caratteristiche che hanno garantito il successo dell'analisi anche in campioni contenenti quantità di DNA particolarmente esigue.

L'introne da analizzare viene scelto in

base alla specie in esame, allo scopo di migliorare l'accuratezza dell'analisi, dal momento che in alcune specie i prodotti di amplificazione ottenuti dai geni CHD-Z e CHD-W possono presentarsi di lunghezza paragonabile, rendendone difficile o impossibile la risoluzione tramite elettroforesi. Dopo amplificazione delle sequenze introniche mediante PCR, successiva analisi elettroforetica su gel di agarosio e colorazione con fluorocromi specifici per gli acidi nucleici, tramite illuminazione con raggi UV è possibile osservare la presenza di un singolo prodotto di reazione (singola banda) nel caso di campioni corrispondenti ad esemplari di sesso maschile (sesso omogametico, ZZ) o di due, di differente lunghezza (doppia banda) se di sesso femminile (sesso eterogametico, ZW).

3. RISULTATI

3.1 Catture giornaliere

Le catture giornaliere nelle tre stazioni maltesi variano significativamente. Nel caso delle Riserve Naturali di Ghadira e Simar, le catture sono risultate quasi identiche, suggerendo che i migratori visitano questi luoghi (distanti appena 4 km) in misura proporzionalmente simile. In molti casi, quando sono state registrate molte catture in questi siti, ciò è avvenuto anche a Comino. C'è una differenza nel numero di uccelli inanellati a Comino durante le prime due settimane del Maggio 2012 se si paragonano con i siti di Malta (Fig. 3). Ciò dimostra che anche in un piccolo territorio come le isole Maltesi gli uccelli tendono a concentrarsi in alcune aree e ne evitano altre. È anche possibile che la geomorfologia dei luoghi giochi un ruolo vitale. Ghadira e Simar si trovano all'imbocco di un relativamente alto sistema Horst e Graben, mentre il sito

di Comino è situato al centro di una valle bassa e semiarida, e possibilmente ciò permette una maggiore quantità di catture di uccelli che la attraversano.

Se si confrontano le catture nei due gruppi di isole in primavera e autunno 2012, quelle Maltesi hanno registrato i valori più alti in entrambe le stagioni, con numeri totali tra 1500 e 2500 uccelli. I valori più alti nelle isole Siciliane di Lampedusa e Linosa sono intorno a 1000 individui (Fig. 4).

È stata notata una significativa differenza nel numero giornaliero di migratori presenti nelle due stazioni di Comino e Lampedusa. In particolare, seppure paralleli gli andamenti delle catture, in alcuni giorni sono nettamente diversi. Il 22 Aprile 2012 Comino ha registrato un totale di 98 uccelli inanellati, mentre Lampedusa

14. Il 7 Maggio 2012 a Comino sono stati inanellati 282 uccelli, mentre a Lampedusa solo 24 (Fig. 5). Nell'autunno 2012 ancora Comino ha registrato un numero più alto di uccelli inanellati (2.637) a confronto con Lampedusa (347). Queste differenze possono essere attribuite a due fattori: condizioni climatiche e posizione geografica delle isole. Lampedusa si trova a circa 135 km a Est della Tunisia, e durante la migrazione primaverile è usualmente "ignorata" dai migratori, in quanto hanno ricostituito le loro riserve di grasso in Nord Africa prima di attraversare il Mediterraneo, mentre Comino si trova a circa 355 km a Nord della Libia, nel bel mezzo del mare aperto, offrendo quindi un luogo di sosta importante per migratori esausti. La maggioranza delle catture a Comino sono state attribuite a cambi improvvisi delle condizioni meteorologiche che hanno forzato i migratori a sostare nell'isola.

3.2 Quantità di uccelli inanellati

Nell'autunno 2011 a Linosa sono stati inanellati 615 uccelli appartenenti a 25 specie. A causa delle cattive condizioni del tempo in 8 giorni (8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16) non è stato possibile aprire le reti, per cui lo sforzo di cattura è stato in effetti di 10 giorni. La specie più frequente è risultata il Pettirosso, migratore a breve raggio, con 280 individui. Altre specie comuni sono risultate la Capinera *Sylvia atricapilla*, migratore a breve raggio svernante nel Mediterraneo (39 individui), il Beccafico, migratore trans-sahariano (30 individui), il Codirosso *Phoenicurus phoenicurus*, pure trans-sahariano (32 individui), il Saltimpalo *Saxicola torquatus*, migratore a breve raggio (70 individui) e il Tordo bottaccio *Turdus philomelos*, pure migratore a breve raggio (51 individui).

In autunno 2011, il campo di Comino ha lavorato dal 15 al 31 Ottobre, totalizzando 1530 individui appartenenti a 30 specie. Come a Linosa, le catture più frequenti sono state il Pettirosso (964 individui), seguito dal Saltimpalo (107 individui), dal Tordo bottaccio (91 individui), dallo Storno *Sturnus vulgaris* (76 individui) e dalla Capinera (56 individui).

Durante la migrazione autunnale (13 Ottobre-17 Novembre 2011) nella Riserva Naturale di Ghadira sono stati inanellati 988 uccelli appartenenti a 25 specie. Il più numeroso è risultato il Luì piccolo *Phylloscopus collybita* migratore a breve raggio (545 individui), seguito dal Pettirosso (204 individui), dalla Passera scopaiola *Prunella modularis*, migratore a breve raggio (100 individui), dalla Capinera (43 individui) e dalla Rondine *Hirundo rustica*, migratore trans-sahariano (42 individui).

Il campo d'inanellamento nella Riserva Naturale di Simar (14 Ottobre-17

Novembre) ha totalizzato 779 uccelli appartenenti a 28 specie. Per 15 giorni (15, 16, 17, 22, 23, 24, 29, 30, 31 Ottobre e 1, 5, 6, 10, 12, 13 Novembre) non sono state svolte attività, sia per le cattive condizioni meteorologiche sia per l'indisponibilità di inanellatori. Non meraviglia che nell'habitat di Simar il Lui piccolo sia risultata la specie più frequente (425 individui), seguita anche qui dal Pettirosso (190 individui) e dalla Capinera (50 individui).

A Lampedusa, tra il 16 Aprile e il 15 Maggio 2012 sono stati catturati e inanellati 950 uccelli appartenenti a 40 specie. Due di esse sono risultate di particolare interesse per la loro rarità in Italia: il Canapino pallido *Hippolais pallida* e il Lui del Palls *Phylloscopus proregulus*. Le specie più numerose sono risultate migratori trans-sahariani: Stiaccino *Saxicola rubetra* (105 individui), Beccafico (158 individui) e Sterpazzola *Sylvia communis* (88 individui). Sono stati inoltre catturati 133 individui di Passera sarda *Passer hispaniolensis*, specie stanziale a Lampedusa.

Il campo d'inanellamento di Comino nella primavera 2012 ha operato nel periodo 10 Aprile-12 Maggio, le reti sono rimaste chiuse solo il 14 Aprile a causa di forte vento. Sono stati catturati 2338 uccelli appartenenti a 46 specie. Tra queste vi è il primo individuo noto per Malta di Balia dell'Atlante *Ficedula speculigera*, ed inoltre un Canapino pallido occidentale *Hippolais opaca* e una Bigia grossa *Sylvia hortensis* nello stesso giorno, entrambe molto rare a Malta. I numeri più alti hanno riguardato: Beccafico (528 individui), Sterpazzola *Sylvia communis*, migratore trans-sahariano (348 individui), Lui verde *Phylloscopus sibilatrix*, migratore trans-sahariano (223 individui), Stiaccino (213 individui), Canapino maggiore (159

individui) e Pigliamosche *Muscicapa striata*, entrambi migratori trans-sahariani (148 individui).

Nella Riserva Naturale di Għardira il campo d'inanellamento ha lavorato dal 15 Aprile al 17 Maggio 2012, ma per 13 giorni (18, 20, 24, 27, 29 Aprile e 1, 2, 4, 8, 11, 13, 14 e 16 Maggio) le reti sono rimaste chiuse. Sono stati catturati in totale 453 individui appartenenti a 27 specie. I più abbondanti sono risultati: Lui verde (133 individui), Beccafico (110 individui) e Rondine (86 individui).

Nella Riserva Naturale di Simar sono stati catturati 788 uccelli appartenenti a 32 specie, nel periodo 16 Aprile-18 Maggio, con l'esclusione di 6 giorni (22, 28 e 29 Aprile, 1, 6 e 12 Maggio). I maggiori numeri riguardavano queste specie: Lui verde (286 individui), Rondine (161 individui) e Beccafico (85 individui).

Il campo autunnale di Lampedusa tra il 1° e il 21 Ottobre 2012 ha permesso la cattura di 347 uccelli appartenenti a 20 specie. Di particolare interesse vi è stato un individuo ibrido tra Codirocco *Phoenicurus phoenicurus* e Codirocco spazzacamino *P. ochrurus*. Inoltre è stato inanellato un Pigliamosche pettirosso *Ficedula parva*, specie rara nel Mediterraneo. La grande presenza di Pettrossi (135 individui) rientra nella norma in questa stagione.

Il campo d'inanellamento di Comino ha aperto le reti dal 14 Ottobre al 4 Novembre, con laggiunta di tre giorni (23-25 Novembre). Sono stati inanellati 2637 uccelli di 38 specie. Specie di particolare interesse sono risultate: 1 Gufo comune *Asio otus*, 2 Gufi di palude *A. flammeus*, 1 Pigliamosche pettirosso e 1 Zigolo minore *Emberiza pusilla*. Con l'eccezione del Gufo di palude, le altre specie sono rare a Malta. È risultato un anno eccezionale per i Pettrossi, con un totale di 1862

individui inanellati, seguiti da Codirosso spazzacamino (134 individui), Saltimpalo (109 individui), Tordo bottaccio (106 individui), Luì piccolo (85 individui) e Capinera (64 individui).

Il Campo d'inanellamento della Riserva di Ghadira ha effettuato le catture dal 13 Ottobre al 18 Novembre, con l'esclusione di 18 giorni (16, 17, 19, 23, 25, 26, 30, 31 Ottobre e 2, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 15, 16 Novembre); esso ha consentito di catturare 572 uccelli di 29 specie. Le specie più frequenti sono risultate il Luì piccolo (236 individui) e il Pettiroso (173 individui).

Le attività autunnali d'inanellamento nella Riserva Naturale di Simarsi sono svolte dal 16 Ottobre al 16 Novembre, con la sosta per 8 giorni (20, 21, 27 29 Ottobre e 3, 4, 10 e 11 Novembre), a causa delle cattive condizioni meteorologiche o mancanza di personale. Il numero totale di uccelli inanellati è risultato pari a 611 di 23 differenti specie. Di particolare interesse è risultato un Pettazzurro *Luscinia svecica*, scarso visitatore a Malta. Le specie più frequenti sono state il Luì piccolo (302 individui) e il Pettiroso (176 individui).

3.3 Condizioni fisiologiche degli uccelli migratori

L'ammontare di grasso e le condizioni del muscolo di un Uccello rivelano le condizioni fisiche dell'individuo. Durante le migrazioni primaverile e autunnale del 2011 e 2012 sono stati inanellati in totale 15.647 uccelli, di cui sono state esaminate le condizioni fisiologiche secondo la metodologia dell'European Science Foundation (ESF) inventata da KAISER (1993).

Il numero totale di uccelli catturati a Lampedusa nella primavera 2012 è stato 950 individui appartenenti a 40 specie.

Le maggiori misure dei muscoli pettorali, importanti organi per il volo di questi uccelli, rientravano nel codice 2, che significa un loro discreto sviluppo.

Per quanto riguarda lo stato del grasso degli uccelli catturati a Lampedusa, il valore maggiore è risultato 0, che significa che gli individui si sono fermati sull'isola per recuperare energie e poter continuare il viaggio. Se non si fossero fermati a Lampedusa sarebbero morti.

Il numero totale di uccelli catturati a Lampedusa in autunno è stato 347 appartenenti a 20 specie. Per quanto riguarda lo stato del muscolo, esso ricade perlopiù nel codice 2. Il grasso sottocutaneo rientra invece ancora nel codice 0.

Nell'isola di Linosa, nell'autunno 2011, sono stati inanellati 615 uccelli appartenenti a 25 specie. Gli uccelli catturati hanno evidenziato condizioni fisiologiche abbastanza debilitate, sia l'espansione dei muscoli pettorali che la quantità di grasso sottocutaneo rientrano nel codice 1.

Le piccole isole nel Mediterraneo sono siti importanti di sosta temporanea durante la migrazione. La maggior parte degli individui ha la necessità di fermarsi sulle isole per recuperare, sottoforma di grasso, le energie perdute durante il tragitto precedente, indispensabile per continuare il viaggio che li porterà nei siti di nidificazione.

Durante la migrazione primaverile del 2011 a Comino sono stati catturati 1.987 uccelli appartenenti a 46 specie, a Ghadira 454 (29 specie) e a Simar 598 (35 specie). I valori del muscolo degli uccelli di Comino rientrano nel codice 2, a Simar nel codice 1, che significa che erano in condizioni fisiologiche meno buone di quelli catturati a Comino. A Ghadira non è stato misurato

lo stato del muscolo degli uccelli catturati. La maggioranza degli uccelli di tutti e tre i siti avevano grasso che ricadeva nei codici 1 e 2.

Nella migrazione autunnale del 2011, il numero totale di uccelli catturati a Comino è stato 1.530 appartenenti a 31 specie, a Ghadira 988 individui di 25 specie e a Simar un totale di 779 individui appartenenti a 28 specie. I codici del muscolo rilevati a Comino e Simar sono risultati tra 1 e 2, a Ghadira non è stato rilevato lo stato del muscolo. Per quanto riguarda il grasso, i codici di questi uccelli rientravano tra 0 e 2, che significa che avevano scorte di grasso molto basse.

Durante la migrazione primaverile del 2012 sono stati catturati a Comino 2.338 individui di 47 specie, a Ghadira 453 individui di 27 specie e a Simar 788 individui di 32 specie. Lo stato del muscolo è risultato nel codice 2 a Comino e nel codice 1 a Simar. Mentre a Comino gli uccelli con codice 0 erano meno dell'1%, a Simar erano il 25%. A Ghadira non è stato rilevato lo stato del muscolo.

Come nel precedente anno, Sono stati registrati uccelli con scarsa quantità di grasso in tutti e tre i siti. La maggiore percentuale di individui avevano codice 2, subito seguiti dagli individui con codice 1. Essi erano quindi quasi alla fine dello sfruttamento della loro riserva energetica.

Nella migrazione autunnale del 2012, il numero di uccelli inanellati a Comino è stato di 2.637 individui di 38 specie, a Ghadira di 572 individui di 29 specie e a Simar di 611 appartenenti a 23 specie. In tutti i casi il codice del muscolo è risultato 2. Tuttavia, la maggioranza degli uccelli aveva uno strato adipose che rientrava perlopiù nel codice 1. È risultata una netta differenza tra Comino e Simar, a Comino il 33% ricadeva nel codice 0, ma a Simar

solo il 5% ricadeva in questa categoria. Gli uccelli a Simar hanno mostrato un più alto livello di grasso, fatto che suggerirebbe una migliore possibilità di recupero che nel più esposto sito di Comino.

4. CONCLUSIONI

I risultati di questa ricerca hanno evidenziato l'importanza delle piccole isole sparse nel Mediterraneo come siti di sosta e di recupero di energia per gli uccelli migratori che in tal modo possono continuare il loro viaggio. La maggioranza degli uccelli in sosta aveva scarse risorse energetiche, e di conseguenza aveva la necessità di fermarsi. Al contrario, gli individui in migliori condizioni non sostano in queste isole. In generale, gli uccelli migratori si fermano nelle isolette se le loro risorse sono scarse o insufficienti per continuare il viaggio.

Molti fattori determinano la sosta dei migratori, ma più frequentemente è lo stato dello strato adiposo (FUSANI *et al.*, 2009; GOYMANN *et al.*, 2010), talvolta la sosta è associata ad avverse condizioni meteorologiche. Pertanto è importante un'adeguata protezione dei migratori e delle loro aree di sosta nelle piccole isole mediterranee per assicurare che trovino adeguate risorse e restino in tranquillità prima di riprendere il lungo viaggio migratorio.



Figure 1: Comino Bird Observatory/Osservatorio ornitologico di Comino



Figure 2: Mist-nets in thick vegetation on Comino/Reti montate tra la fitta vegetazione di Comino



Figure 3: Mist-nets in semi open spaces on Comino/Reti montate in spazi aperti a Comino



Figure 4: Comino Spring 2012 – mist-netted birds/Primavera 2012 - cattura di uccelli con le reti a Comino



Figure 5: Western Orphean Warbler *Sylvia hortensis* – a very rare migrant to the Maltese and Sicilian Islands, Comino spring 2012/
Bigia grossa catturata e inanellata a Comino nella primavera 2012 - migratrice molto rara nelle isole Maltesi e Siciliane



Figure 6: Woodchat Shrike *Lanius senator* in mist-net. Comino 2011/Averla capirossa nelle reti a Comino nel 2011

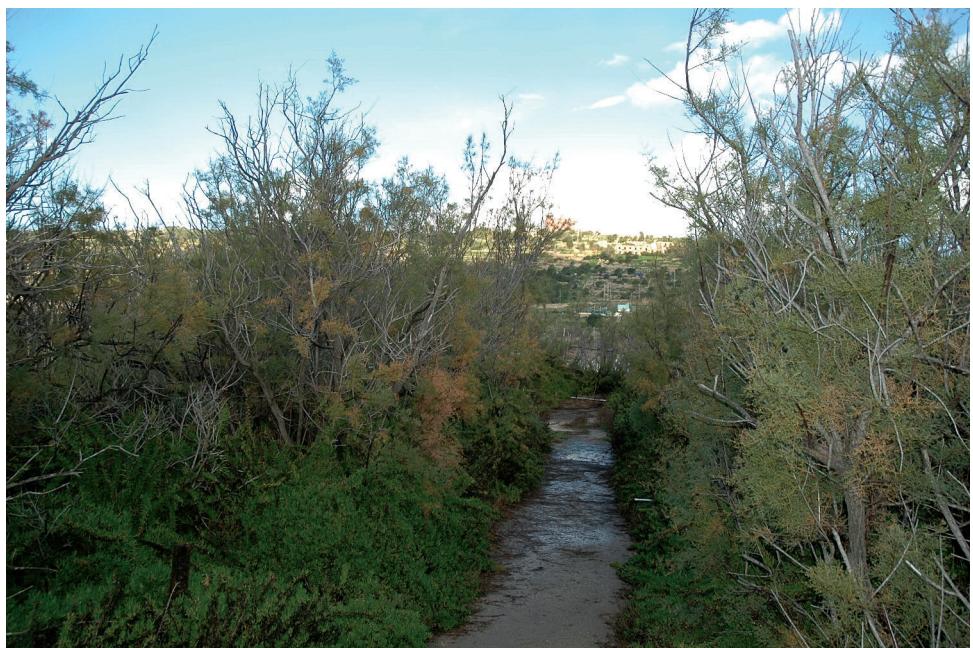


Figure 7: Ghadira Nature Reserve, Tamarisk grove used during bird ringing sessions/Riserva Naturale di Ghadira, tamariceto usato per le sessioni di inanellamento degli uccelli



Figure 8: Extracting Bee-eater *Merops apiaster* from mist-net, Lampedusa 2012/Gruccione estratto dalle reti, Lampedusa 2012



Figure 9: Line of mist-nets in semi-arid habitat, Lampedusa/Reti collocate in habitat semi-arido a Lampedusa



Figure 10: Weighing birds on digital scales – Robin/Peso con bilancia elettronica di un Pettiroso



Figure 11: Examining fat and muscle - European Robin *Erithacus rubecula*/Esame del grasso e dei muscoli in un Pettirosso



Figure 12: Measuring maximum wing cord – European Robin/Misurazione della corda massima dell'ala in un Pettiroso



Figure 13: Putting a ring on a Robin using special ringing pliers/Inanellamento di un Pettirosso con le pinze speciali dell'inanellatore

BIBLIOGRAPHY/BIBLIOGRAFIA

- ALERSTAM T. & LINDSTROM A., 1990. Optimal Bird Migration. In: Gwinner E. (ed.): *Bird Migration*. Springer, Heidelberg.
- BAIRLEIN F., 1985. Body weight and fat deposition of Palaearctic passerine migrants in the central Sahara. *Oecologia*, 66: 141-146.
- BAIRLEIN F., 1988. How do migratory songbirds cross the Sahara? *TREE*, 3: 191-194.
- BAIRLEIN F., 1995. European-African Songbird Migration Network Manual of Field Methods. Vogelwarte Helgoland, Wilhelmshaven.
- Baker R.R., 1978. *The evolutionary ecology of animal migration*, London-Sydney-Auckland-Toronto.
- BAKER K., 1993. Identification Guide to European Non Passerines. BTO Guide, 24.
- BART, J. 2005. Monitoring the abundance of bird populations. *Auk*, 122: 15-25.
- BERTHOLD P., 1996. Control of bird migration. Chapman & Hall, London.
- BERTHOLD P., 2000. *Bird Migration: A General Survey*. Oxford University Press, Oxford.
- BIEBACH H., 1992. Flight-range estimates for small trans-Saharan migrants. *Ibis*, 134 (suppl.): 47-54.
- BIEBACH H., BIEBACH I., FRIEDRICH W., HEINE G., PARTECKE J. & SCHMIDL D., 2000. Strategies of passerine migration across the Mediterranean Sea and the Sahara Desert: a radar study. *Ibis*, 142: 623-634.
- BIEBACH H., FRIEDRICH W. & HEINE G., 1986. Interaction of body-mass, fat, foraging and stopover period in trans-Saharan migrating passerine birds. *Oecologia*, 69: 370-379.
- BIEBACH H., FRIEDRICH W. & HEINE G., JENNI L., JENNI-EIERMANN S. & SCHMIDL D., 1991. The daily pattern of autumn bird migration in the northern Sahara. *Ibis*, 133: 414-422.
- BORG J.J., 2009. Malta, un trampolino di lancio per gli uccelli migratori. *ARPAVIEW*, 18: 4-7.
- CASEMENT M.B., 1966. Migration across the Mediterranean observed by radar. *Ibis*, 108: 461-491.
- FUSANI L., CARDINALE M., CAREERE C. & GOYMANN W., 2009. Stopover decision during migration: physiological conditions predict nocturnal restlessness in wild passerines. *Biol. Lett.*, 5: 302-305.
- GOYMANN W., SPINA F., FERRI A. & FUSANI L., 2010. Body fat influences departure from stopover sites in migratory birds: evidence from whole-island telemetry. *Biol. Lett.*, 6: 478-481.
- JENNI L., 1996. Ecophysiology of energy storage and energy utilization in birds during migration. *Habil. Schr.*, University of Zurich.
- JENNI L. & JENNI-EIERMANN S., 1998. Fuel supply and metabolic constraints in migrating birds. *J. Avian Biol.*, 29: 521-528.
- JENNI, L., and SCHAUB, M. 2003. Behavioural and physiological reactions to environmental variation in bird migration: a review. In Berthold, P., Gwinner, E., and Sonnenschein, E. (eds): *Avian Migration*, pp. 155-171. Springer Verlag, Berlin.

- KAISER A., 1993. A new multi-category classification of subcutaneous fat deposit of songbird. *J. Field Orn.*, 64: 246-255.
- KARASOV W.H. & PINSHOW B., 1998. Changes in lean mass and organs of nutrient assimilation in a long-distance Passerine migrant at a springtime stopover site. *Physiol. Zool.*, 71: 435-448.
- KERLINGER, P. 1989. Flight Strategies of Migrating Hawks. Chicago University Press, Chicago, IL. pp. 374.
- KLAASSEN M. & BIEBACH H., 1994. Energetics of fattening and starvation in the long-distance migratory Garden Warbler, *Sylvia borin*, during the migratory phase. *J. Comp. Physiol. B.*, 164: 362-371.
- KLAASSEN M., LINDSTROM A. & ZIJLSTRA R., 1997. Composition of fuel stores and digestive limitations to fuel deposition rate in the long distance migratory Thrush Nightingale, *Luscinia luscinia*. *Physiol. Zool.*, 70: 125-133.
- LACK, D. 1968. Ecological adaptations for breeding in Birds. London. Methuen and co.
- LINDSTROM A., 1995. Stopover ecology of migrant birds: some unsolved questions. *Israel J. Zool.*, 41: 407-416.
- MASSA B. & VISENTIN M., 2006. Remarks on the importance of scattered vegetation in desert areas of Libya for migrating and breeding birds. *Riv. ital. Orn.*, Milano, 75 (2): 141-158.
- MOREAU R. E., 1972. The Palaearctic-African Bird Migration Systems. Academic Press, London and New York.
- MULLARNEY, K., SVENSSON, L., ZETTERSTROM, D. & GRANT, P. 1999. Collins Bird Guide. Collins.
- PERRINS C.M. & BIRKHEAD T.R., 1983. Avian Ecology. Blackie, Glasgow and London.
- PERBELLINI M., 2005. Cattura di Lù di Radde, *Phylloscopus schwarzi*, nella stazione d'inanellamento di Ustica (Palermo). *Riv. ital. Orn.*, 75: 159-162.
- PIERSMA T., 1990. Pre-migratory "fattening" usually involve more than the deposition of fat alone. *Ring. & Migr.*, 11: 113-115.
- PIERSMA T., 1998. Phenotypic flexibility during migration: optimization of organ size contingent on the risk and rewards of fueling and flight? *J. Avian Biol.*, 29: 511-520.
- SALEWSKI V., KÉRY M., HERREMANS M., LIECHTI F. & JENNI L., 2009. Estimating fat and protein fuel from fat and muscle scores in passerines. *Ibis*, 151: 640-653.
- SCHAUB M. & JENNI L., 2000. Body mass of six long-distance migrant passerine species along the autumn migration route. *J. Orn.*, 141: 441-460.
- SCHÜZ E., BERTHOLD P., GWINNER E. & OELKE H. 1971. Grundriß der Vogelzugskunde. Berlin, Hamburg.
- SIMONS T. R., PEARSON S.M. & MOORE F.R. 2000. Application of spatial models to the stopover ecology of trans-gulf migrants. *Studies in Avian Ecology* 20: 4-14.
- SPINA F., MASSI A., MONTEMEGGIORI A. & BACCETTI N., 1993. Spring migration across central mediterranean: general results from the "Progetto Piccole Isole". *Vogelwarte*, 37: 1-94.
- SVENSSON L., 1992. Identification Guide to European Passerines. Stockholm.
- THORNE, M.H. & SHELDON, B.L. 1993 in: *Sex Chromosomes and Sex-Determining Genes*. (Eds. K.C. Reed & J.A.M. Graves): 199-205. Harwood Academic.

- WOOD B., 1989. Comments on Bairlein's hypothesis of trans-Saharan migration by short stages with stopovers. Ring. & Migr., 10: 48-52.
- ZINK B.G., 1973. Der zug europäischer singvogel I. Universitats Druclcerei, Kostanz.
- ZINK B.G., 1975. Der zug europäischer singvogel II. Universitats Druclcerei, Kostanz.
- ZINK B.G., 1981. Der zug europäischer singvogel III. Universitats Druclcerei, Kostanz.

Contatti dei Partners

Leader Partner Comune di Bivona (AG)
Piazza Ducale n. 8 – 92010 Bivona
Tel. 0922986504 | Fax 0922983123
www.comune.bivona.ag.it

Project Partner Legambiente Sicilia ONLUS
Via Tripoli n. 3 – 90138 Palermo
Tel. 091301663 | Fax 0916264139
www.legambientesicilia.it

Project Partner Università degli Studi di Palermo
Rettorato Steri
Piazza Marina, 61 - 90133 Palermo
Referente Prof. Bruno Massa
Tel: 09123896018
www.unipa.it

Project Partner Heritage Malta
Ex-Royal Naval Hospital
Marina Street, Bighi, Kalkara, KKR9933, Malta
Tel: +356 22 954 000 | Fax +356 21 222 900
www.heritagemalta.org

Stampa:

Tipografia Salemi in Caci
tel. 0922 986642 - 339 6342688
Bivona (Ag)

Progetto grafico:

Federica Maniscalco
federica.maniscalco@gmail.com - tel. 328 1421586
Santo Stefano Quisquina (AG)

ISBN 978-88-96241-06-6

A standard one-dimensional barcode representing the ISBN number.

9 788896 241066