

1. Introduzione

Questa tesi è dedicata allo studio di aspetti differenti della biologia dell'Occhione (*Burhinus oedicnemus* (Linnaeus, 1758)), una specie di elevato interesse conservazionistico che caratterizza con la sua presenza habitat particolari e specializzati. Gli Occhioni, così come gli altri appartenenti alla famiglia *Burhinidae*, ancora pongono una serie di interrogativi non definitivamente chiariti rispetto a problematiche biologiche differenti: dalla sistematica, alla tassonomia, alla scelta di habitat, ai rapporti tra popolazioni differenti ed ai movimenti migratori, laddove esistenti. Sono stati così affrontati in questa tesi temi di studio differenti, ma che unitariamente tendono a dare della specie studiata una serie di approfondimenti utili a meglio comprenderne i caratteri ecologico-comportamentali e faunistici sia in senso generale che rispetto all'area di studio prescelta.

I membri della famiglia *Burhinidae* sono estremamente omogenei nei tratti morfologici, segno di una moderata radiazione adattativa che non ha portato a selezionare morfologie particolarmente differenziate in ambito interspecifico. Nove sono le specie oggi riconosciute, ascrivibili ai due generi *Burhinus* (sette specie) ed *Esacus* (due specie), sebbene alcuni Autori tendano a considerare come valido il solo genere *Burhinus* per le ragioni di omogeneità morfologica anzidette (DELANY *ET AL.*, 2009).

Come argomentato da DEL HOYO *ET AL.* (1996), la separazione dei due generi sembra tuttavia essere l'interpretazione più congrua, tenuto conto delle più strette rassomiglianze dei due *Esacus*, sia morfologiche che ecologiche, e d'altro canto della differenziazione ben avvertibile con

i restanti *Burhinus*, a loro volta omogenei tra loro e ben rapportabili reciprocamente per dimensioni e costumi comportamentali.

All'interno della famiglia c'è un generale consenso in ciò che riguarda i limiti specifici, con il solo dubbio sui due *Esacus* considerati spesso come conspecifici. Questo punto appare oggi sanato considerandoli come appartenenti ad una unità evolutiva "superspecifica" e dunque come due entità strettamente imparentate e con una divergenza specifica non ancora completata (BLONDEL, 1986).

Diverse specie mostrano variazioni sottospecifiche, ma nell'insieme tale attitudine appare limitata, con piccole differenze fenotipiche intraspecifiche; fatto che non appare inaspettato nel generale quadro di omogeneità che caratterizza le specie del gruppo. Un grado di politipia elevato caratterizza invece *B. oedincnemus*, entità ad areale assai vasto con variazioni clinali sia dimensionali che di colorazione attraverso il range distributivo. Le variazioni non sono tuttavia regolarmente orientate ma cambiano in differenti direzioni geografiche tanto che stabilire la identità sottospecifica delle diverse popolazioni è spesso difficile (DEL HOYO ET AL., 1996; VAURIE, 1965; DELANY ET AL., 2009). Le popolazioni settentrionali sono inoltre migratrici andando a sovrapporsi durante il periodo contronuziale al range distributivo di popolazioni meridionali non migratrici. Tutto questo ha reso complicata l'esatta attribuzione sottospecifica alle varie popolazioni, di cui spesso non sono ben noti gli areali distributivi.

Ecco allora la necessità di indagare in tale direzione per arrivare ad una migliore definizione dei caratteri sottospecifici e distributivi ricorrendo alle moderne tecniche di analisi genetica per disegnare al meglio tali assetti popolazionistici (vedi Cap. 9).

Se l'unitarietà dei *Burhinidae* non è mai stata messa in discussione ed altrettanto chiara appare la loro suddivisione specifica (SIBLEY E AHLQUIST, 1990), lo stesso non si può dire della posizione sistematica e dunque degli effettivi rapporti filitici con altri gruppi di uccelli, ancora non definitivamente risolti.

Dal momento che i membri di questa famiglia rassomigliano superficialmente alle otarde (*Otididae*) sono stati in passato classificati accanto a queste, nell'ordine *Gruiformes*. La similarità di caratteri morfologici non deve tuttavia essere interpretata come effettivo rapporto filitico, ma solo il frutto di una convergenza evolutiva in dipendenza delle comuni pressioni selettive a cui questi gruppi sono soggetti in quanto frequentano i medesimi biotopi (DEL HOYO *ET AL.*, 1996).

L'idea di una affinità con le otarde ha condizionato le scelte sistematiche di tutto l'Ottocento e dei primi anni del Novecento, in cui i diversi Autori elencavano gli Occhioni vicino a queste. Così nel panorama ornitologico italiano storico ritroviamo questa scelta in SAVI (1827-32), SALVADORI (1872), ARRIGONI DEGLI ODDI (1904), MARTORELLI (1906) e GIGLIOLI (1907) che ovviamente rispecchiavano le posizioni dei sistematici del tempo.

Un distacco dagli *Otididae* (e dunque dai Gruiformi) appare più tardi in ARRIGONI DEGLI ODDI (1926), il primo a raccogliere i progressi fatti con gli studi sia osteologici che pteridologici occorsi sulla spinta della scuola anatomica francese del CUVIER (vedi in particolare per questo passaggio lo stesso ARRIGONI DEGLI ODDI, 1926), che li pone finalmente nei Caradriformi o *Limicolae*, come era allora indicato quest'ordine.

La attuale sintesi comparativa di svariati caratteri morfologici, biochimici e fisiologici depone a favore di una collocazione degli Occhioni nell'ordine dei *Charadriiformes*, anche se le loro reali affinità con gli altri “uccelli di ripa” rimangono non chiare (CRAMP & SIMMONS, 1983; DEL HOYO *ET AL.*, 1996). Sebbene una maggior vicinanza ai *Charadriidae* piuttosto che agli *Scolopacidae* appaia sempre più condivisa, tuttavia anche qui le somiglianze morfologiche non sono necessariamente il testimone di una vicinanza filetica. Si è più volte sottolineato come specie quali il Droma (*Dromas ardeola* Paykull, 1805) od il Guardiano del cocodrillo (*Pluvianus aegyptius* (L., 1758)) possano rappresentare i più prossimi relativi degli Occhioni sulla base di caratteri osteologici (DEL HOYO *ET AL.*, 1996). Queste specie appartengono tuttavia alla famiglia *Glareolidae*, termine di passaggio tra Charadri (*sensu lato*) e Laridi, mentre in classificazioni lineari molti studiosi pongono correntemente i *Burhinidae* dopo i *Recurvirostridae*. Anche le evidenze basate su studi di ibridazione del DNA fanno ritenere più appropriata questa ultima posizione (SIBLEY E AHLQUIST, 1990). È dunque con i *Charadriidae* che i *Burhinidae* avrebbero le maggiori affinità rappresentando una delle famiglie più primitive del sottordine *Charadrii* (URBAN *ET AL.*, 1986; DEL HOYO *ET AL.*, 1996).

Questa è la posizione sistematica che accettiamo ed a cui ci conformeremo nel prosieguo, rifacendoci a quanto espresso dagli Autori più recenti ed in particolare DELANY *ET AL.* (2009) che pone i Burinidi dopo le beccacce di mare e le avocette rispettivamente, nonostante le sostanziali differenze nella preferenza di habitat.

Dal punto di vista della distribuzione geografica, la famiglia *Burhinidae* è presente in tutte le grandi regioni zoogeografiche, salvo la

Malgascia e l'Oceanica, con un netto pattern di presenza nelle aree tropicali. Il Vecchio Mondo si caratterizza per la maggiore diversità specifica che, in termini corologici, sta probabilmente a significare che è stato questo il centro speciativo dell'intero gruppo. Dei due generi oggi riconosciuti (DEL HOYO *ET AL.*, 1996), *Burhinus* è quello a distribuzione più ampia e di fatto coincidente con quella della famiglia, mentre *Esacus* è tipico dell'Asia meridionale e del continente australiano. In specie fortemente omogenee dal punto di vista morfologico, come quelle della famiglia *Burhinidae*, la radiazione speciativa deve essersi originata per partizioni geografiche (speciazione allopatrica), ma anche per una forte influenza di segregazioni riconducibili a differenti preferenze di habitat. Di questo possono essere esempio *B. oedicephalus* e *B. senegalensis* Swainson, 1837 in cui il forte legame di quest'ultimo agli ambienti umidi risulta essere forse l'unico fattore che tiene separate le due popolazioni nella zona sintopica del Nord Africa. Egualmente le due specie del genere *Esacus* hanno nelle preferenze di habitat l'elemento distintivo, al di là di somiglianze strette in tutta una serie di caratteri sia morfologici che ecologici (tipo di cibo, substrati preferiti). Tra l'altro queste due specie sono ritenute formare una "superspecie" a dimostrazione di una comune e prossima origine in cui le preferenze per aree dunali costiere o rispettivamente per ambienti di acque interne sono l'elemento di segregazione spaziale tra le due entità (DEL HOYO *ET AL.*, 1996).

Se dunque gli Occhioni sono essenzialmente uccelli degli spazi aperti ed aridi, alcuni di essi hanno mantenuto un più stretto rapporto con gli ambienti umidi tipici dell'ordine. Queste differenti preferenze devono essere considerate un fattore chiave nel diminuire la competizione

interspecifica nelle zone in cui, come l’Africa, gli areali di più specie sono coincidenti. Certamente le scelte di habitat contribuiscono all’isolamento specifico e dunque al mantenimento di questo stato rispetto a congeneri legati da distanze filetiche assai strette e spesso ancora interfecondi. Egualmente tali fattori ambientali possono essere stati cruciali nel fenomeno di divergenza e quindi di speciazione all’interno del gruppo.

Gli studi di scelta e selezione dell’habitat divengono così di elevato valore euristico nel chiarire aspetti fondamentali della biologia di questi uccelli nonché nell’individuare le misure conservazionistiche più opportune (vedi Cap. 5). Gli studi di selezione dell’habitat sono peraltro da considerarsi come centrali nel campo dell’ecologia del comportamento e forse per la loro eccezionale mobilità e le conseguenti implicazioni nelle scelte di habitat, forse per la facilità di osservarne il comportamento, gli uccelli vi hanno contribuito in maniera ben più rappresentativa di quanto possa giustificare la loro numerosità, biomassa od il livello trofico occupato. Quale che sia la effettiva ragione di tutto ciò, selezione di habitat è divenuto pressoché sinonimo di selezione di habitat negli uccelli anche se non mancano importanti contributi dedicati ad altri *taxa* di vertebrati quali quello di WECKER (1963) sul topolino delle praterie o di KIESTER *ET AL.* (1975) sulle lucertole del gen. *Anolis*. Anche gli invertebrati intertidali, gli insetti o le piante possono esercitare una qualche scelta del sito su cui insediarsi ma in questi casi si è ben lontani da una cognitività di scelta ed assai, invece, vicini ad una scelta casuale che può premiare pochi e richiedere invece il sacrificio di tanti. Negli uccelli, chiaramente, esiste inoltre la possibilità di esercitare una opzione di aggiustamento *post facto* delle scelte operate in un primo

momento, opzione del tutto improponibile per organismi con forti organi adesivi o ridotta mobilità, spesso confinata in stadi larvali o giovanili (CODY, 1985).

Gli studi di selezione dell'habitat negli uccelli, accanto alle loro implicazioni ecologiche ed evolutive, hanno nella letteratura scientifica una lunga storia, forse iniziata dalle osservazioni di Darwin stesso, così da far assumere a tali indagini un ruolo fondamentale nel chiarire e causalizzare aspetti diversi della biologia degli uccelli, sia per quanto riguarda la loro ecologia, il comportamento, la speciazione e l'isolamento riproduttivo o la stessa diversità specifica di comunità. Gli studi di LACK (1940, 1944), CODY (1970, 1983), MAC ARTHUR *ET AL.* (1962, 1966) non possono essere dimenticati in questi contesto (ma vedi CODY 1985, per una completa lista di referenze). In particolare MAC ARTHUR ha dimostrato come esista una relazione lineare tra diversità specifica di uccelli e complessità di struttura di habitat, aprendo la strada ad una serie di osservazioni risultate poi fondamentali soprattutto in una prospettiva conservazionistica.

Una ulteriore considerazione che può essere fatta, riguarda il sistema riproduttivo presente in tutte le specie della famiglia *Burhinidae*. Gli Occhioni sono monogami ed hanno un sistema di cure parentali in cui entrambi i genitori collaborano all'allevamento delle uova e dei pulcini. Questo è il sistema riproduttivo più comune tra gli uccelli (LACK, 1968) presente nel 99 % delle specie note, secondo le stime di GILLIARD (1963). Il fattore che può aver favorito l'evoluzione e l'affermazione di una simile strategia può facilmente essere ricercato nel notevole beneficio derivante alla prole dalle cure di entrambi i genitori. Selezione sessuale, sistemi riproduttivi e cure parentali sono tre aspetti

della biologia riproduttiva degli uccelli strettamente intercorrelati ed in grado di influenzarsi a vicenda (LIGON, 1999). Secondo questo Autore si può individuare una sequenza di step evolutivi che parte dall'assenza di cure parentali, per passare a sistemi in cui è impegnato un solo genitore (maschio con uova deposte da più femmine: strategia "tipo spinarello"), fino a cure bi parentali in sistemi monogamici. Da qui si sarebbero poi evolute le forme poliginiche o poliandriche.

Nella famiglia *Burhinidae* la forma strategica monogamica (di tipo annuale) si sarebbe cristallizzata in tutti i generi e specie in modo diagrammatico, con un aumento delle cure parentali dovuto ad una serie di fattori concomitanti, che ben corrispondono alla analisi generale dei determinanti delle cure parentali fatta da WILSON (1979). Quando infatti le specie si adattano a condizioni ecologiche stabili e/o prevedibili, la selezione K tende a prevalere sulla r , con conseguenze demografiche che favoriscono l'evoluzione di cure parentali e dunque il sistema monogamico. Egualmente si tenderà alla iteroparità (covate piccole e ripetute) ed allo sviluppo di caratteri filopatrici, con abitudini territoriali. Scelta di un territorio e filopatria a loro volta incentivano sistemi idiosincratici di cura della progenie durante il periodo più vulnerabile del suo sviluppo (controllo della temperatura di cova, abilità comportamentali antipredatorie particolari), così come una fase di addestramento dei piccoli su fonti di cibo scarse o specializzate.

Tutti questi fattori di risposta selettiva si possono facilmente individuare nelle strategie degli Occhioni, la cui storia naturale deve essersi conformata agli adattamenti a luoghi arido steppici con caratteri di forti pressioni ambientali (risorse alimentari, predazione) che hanno

plasmato in modo omogeneo le loro strategie riproduttive e lo stile delle cure parentali.

Il contributo dato in questa tesi con lo studio del comportamento riproduttivo degli Occhioni, nelle condizioni ecologiche particolari che caratterizzano l'area di studio prescelta, tendono ad approfondire le conoscenze sulle risposte comportamentali che la specie dà in tali condizioni.

Nell'ambito del comportamento riproduttivo è stato inoltre possibile arricchire le conoscenze in merito all'etogramma della specie nei suoi rapporti con l'uovo descrivendo il comportamento di "*egg retrieval*" osservato qui per la prima volta e prima non noto nemmeno a livello di gruppo (vedi Cap. 8).

Come accennato all'inizio, la tesi, sviluppata nel suo insieme nel sito della penisola Magnisi (SR), si articola in capitoli che riguardano aspetti differenti della biologia dell'Occhione e che vengono qui di seguito presentati separatamente.

2. La Specie

L'Occhione *Burhinus oedicephalus* (L., 1758) appartiene all'Ordine *Charadriiformes*, Sottordine dei *Charadrii*, Famiglia *Burhinidae* che raggruppa 9 specie, tutte di taglia media.

Come già argomentato nella parte introduttiva, i generi riconosciuti all'interno della Famiglia sono attualmente due (Fig. 1):

1) *Esacus*, con due specie (*E. recurvirostris* (Cuvier, 1829) ed *E. magnirostris* (Vieillot, 1818)) presenti rispettivamente in Asia meridionale e in Australia;

2) *Burhinus*, con sei specie: *B. capensis* (Lichtenstein, 1823), *B. senegalensis* (Swainson, 1837) e *B. vermiculatus* (Cabanis, 1868), presenti esclusivamente in Africa, *B. bistriatus* (Wagler, 1829) e *B. superciliaris* (Tschudi, 1843), in Centro e Sud-America, *B. grallarius* (Latham, 1801), in Australia, a cui si aggiunge *B. oedicephalus*, il cui areale si estende dal sud Inghilterra fino all'India, comprendendo anche le isole mediterranee e il nord Africa.

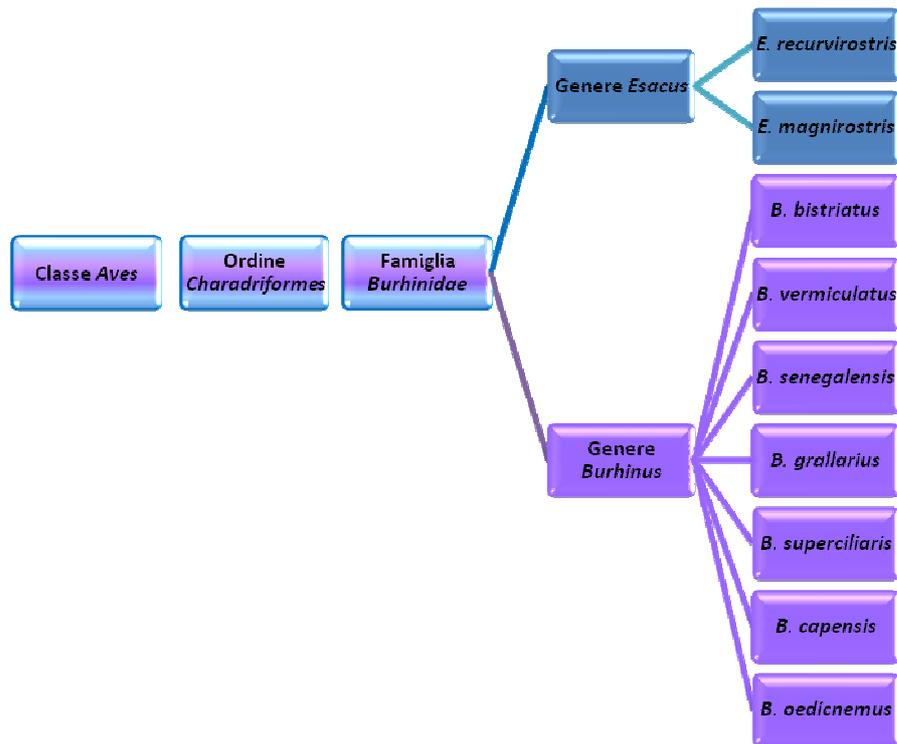
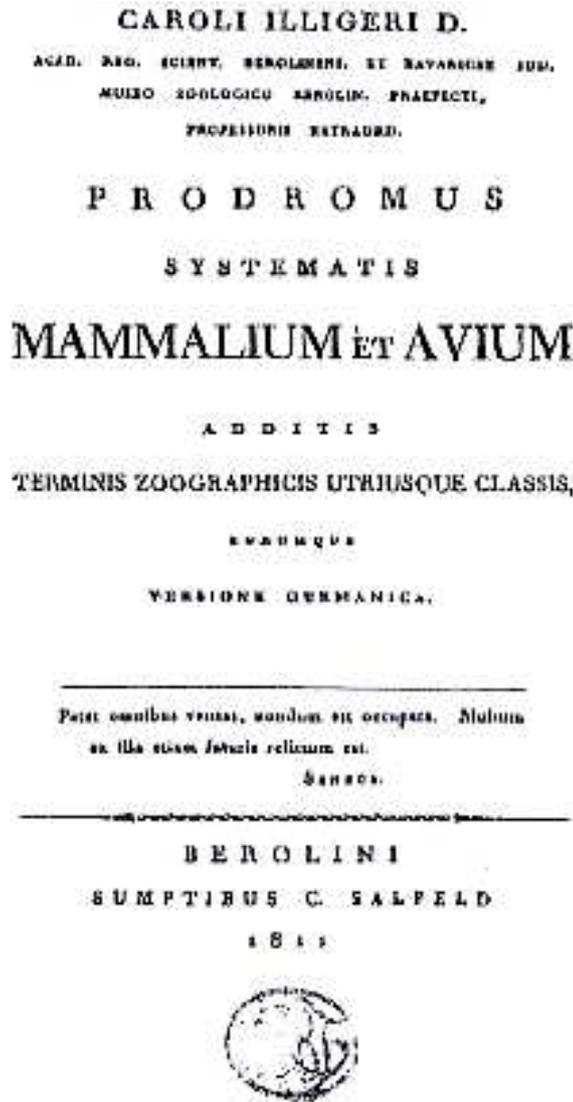


Figura 1 – Classificazione dei Generi *Esacus* e *Burhinus*.

Il nome della Famiglia *Burhinidae* deriva dal nome generico *Burhinus*, coniato dal tassonomo tedesco CARL ILLIGER nel 1811. È composto da due parole greche: *βοῦς* “bue” e *ρίς - ρινός* “naso”. L’etimo del nome specifico, *B. oediconemus*, deriva anch’esso dal greco *οιδέω* “sono gonfio” e *κνήμη* “gamba/tibia”. Le traduzioni utilizzate da zoologi poco attenti all’etimologia, che hanno interpretato erroneamente *Burhinus* come “naso di bue”, sono da rigettare in quanto ILLIGER (1811), nel suo “*Prodomus Systematis Mammalium et Avium*”, così correttamente citava (Fig. 2):



250 V. Cursores. 27. Littorales.

GENUS 91. HARMATOPUS Lin. Lat. Cov. LatSp.
Duener Ostrologa Bina. (Austerrischer
Gern. Huitvier Gall. Oistereatcher Engl)
Rostrum elongatum, gracile, robustum, ter-
cium, compressum, apice compresso cuneato.
Nares lineares, in sulco laterali maxillae propo-
sita sitae. Lingua brevis.
Alae volatiles.
Pedes grallarii, mediores, congrui, cursorii, tri-
dactyli, colligati, palma interna brevissima, digi-
ti angusto-lanceolati. Ungues regulati. Scleroti-
um, brevis. Acrostyria clypeato-squamata,
Acrostyria aciculata.
Species: Harmatopus Ostrologus Lin.

GENUS 92. TACHYDROMUS (ταχιδρομος velociter
currans) Cursorius Lat. Meyer. (Hennévogel
Germ. Course-vite Gall. Runnez Engl)
Rostrum capite brevius, gracillius, teres, incur-
vum, simum.
Nares ovatae, metochinio subcylindrico. Lingua
acuta.
Alae volatiles.
Pedes grallarii, elongati, cursorii, tridactyli, colligati.
Acrostyria aciculata.
Species: Charadrius Grallans, Curmandelicus Lin.
Gmel.

GENUS 95. BURHINUS (Burh.) h. l. grandis ex nomen,
(Plachschnabel Germ.)
Rostrum mediocriter crassum, latum, depressum.
Nares...
Alae volatiles.
Pedes grallarii, cursorii, tridactyli...
Species: Charadrius magnirostris Lat. Suppl.
Annotat. Hanc avem, Novae Hollandiae Indi-
genam, a reliquis ejus familiae generibus di-
stinguendam esse, omni mecum sentiat; et
descriptio ejus lex manca est, ut nota pra-
visimus necesse. Rostrum cum rostro Indae
comparat celeb. Latham, ideo simile est rostro
Cathartidis.

Figura 2 – Frontespizio e pagina con la descrizione del genere *Burhinus*.

dove “*h.l. grandis*” sta per “*habe loco grandis*”.

2.1 Identificazione

L'Occhione è un uccello piuttosto grande ed ha una lunghezza totale di 40-45 cm, con un'apertura alare di 77-85 cm. Ha corporatura robusta, testa grossa e grandi occhi gialli caratterizzati da un'orbita scura contornata da un evidente sopracciglio e da una larga linea sulla guancia entrambi bianchi (CRAMP & SIMMONS, 1983) (Fig. 3).



Figura 3 – Occhione (penisola Magnisi (SR)). (Foto: M.T. Spena).

Il becco è corto e robusto, di forma conica, giallo con la punta nera; le zampe lunghe (9-10 cm) e robuste, con un evidente rigonfiamento dell'articolazione tibio-tarsica, sono fornite di tre sole dita; la coda è relativamente lunga.

Presenta un piumaggio fortemente criptico, con colorazione di fondo sabbia e nette strie scure sulle parti superiori, sul capo, sul collo,

sul petto e sui fianchi; intensità e tonalità delle tinte sono comunque notevolmente variabili. Sopracciglio, redini, guance e mento sono biancastri, delimitati dal vertice, striato come il dorso, da due linee scure che corrono rispettivamente sotto l'occhio e dalla base del becco ai lati del collo. Basso petto e ventre sono biancastri e il sottocoda camoscio.

Visto di fianco, si nota la diagnostica barra alare che, in corrispondenza delle piccole e medie copritrici, è formata da una netta banda longitudinale biancastra, delimitata da altre due nerastre, mentre in corrispondenza delle grandi copritrici da un ampio pannello grigiastro (Fig. 4).



Figura 4 – Adulto in prossimità del nido (penisola Magnisi (SR), 27/07/2008).
(Fotogramma di un video di M.T. Spena).

Il dimorfismo sessuale è quasi inesistente: la femmina è appena un po' più piccola del maschio, con la testa più arrotondata e

apparentemente le barre alari sono meno contrastate. Questi caratteri risultano tuttavia di difficile valutazione sul campo e non sempre sono significativi (GREEN & BODWEN, 1986). La variabilità individuale, ben presente nell'Occhione, complica ulteriormente il quadro.

Gli abiti giovanili e stagionali sono poco differenziati. I giovani si differenziano dall'adulto per la colorazione e l'estensione delle bande poste sulla parte superiore dell'ala. La banda chiara risulta essere più larga e il colore è bianco sporco, quasi marrone chiaro; inoltre non presenta al di sotto la banda scura che la delimita. Il sopracciglio bianco sopra l'occhio è quasi sempre assente e le copritrici auricolari sono bianche a differenza di quelle degli adulti che presentano una colorazione marrone chiara (GREEN & BODWEN, 1986) (Fig. 5).



Figura 5 – *Pullus* in muta verso l'abito giovanile (penisola Magnisi (SR), 29/05/2008).
(Foto: M.T. Spena).

2.2 Habitat

L'Occhione è una specie che predilige i climi caldi, poveri in precipitazioni estive, e le regioni aride, steppiche e desertiche delle medie e basse latitudini. Come riferisce BENOIT (1840) “*ama tanto le praterie umide quanto le pianure aride e sabbiose; perciò è comune nelle campagne paludose di Catania, come in quelle sterili del mezzogiorno, e dell'interno dell'isola*”. Quindi sembra gradire anche la vicinanza di luoghi umidi e fiumi (CRAMP & SIMMONS, 1983; CARPITA, 2006).

Frequenta e nidifica in ambienti aperti, generalmente pianeggianti, caratterizzati da vegetazione erbacea rada e bassa, con presenza sparsa di cespugli (aree di bonifica, incolti erbosi, garighe, asfodeleti, dune sabbiose, steppe cerealicole, pascolate o alofile, prati-pascoli, ampi sabbioni, ghiareti fluviali, *etc.*); localmente in coltivazioni erbacee, giovani piantagioni arboree, cave e discariche caratterizzate da un aspetto generale tale da favorire il mimetismo delle uova, dei pulcini e degli stessi adulti (GREEN & TAYLOR, 1995).

In Sicilia, a causa della trasformazione dei siti di nidificazione abituali, la specie sembra utilizzare habitat molto diversificati anche durante una medesima stagione riproduttiva; infatti, se è vero che tende ad evitare siti sottoposti ad un disturbo rilevante, nello stesso tempo viene spesso in contatto con realtà fortemente antropizzate e frequenta aree sottoposte ad uno sfruttamento agro-pastorale relativamente intenso.

In migrazione frequenta sostanzialmente gli stessi tipi di ambienti costieri e interni e si osserva in coltivi (campi arati, stoppie di grano), ai margini di zone umide, lungo litorali marini e in aeroporti; durante lo

svernamento sembra localmente prediligere pascoli su suoli salmastri, ma anche margini di laghi dell'interno della Sicilia e della Sardegna (BRICHETTI & FRACASSO, 2004).

2.3 Distribuzione e Fenologia

Burhinus oedicnemus è una specie politipica a distribuzione paleartico-orientale (nella regione Palearctica: euroturanico-mediterraneo-macaronesico-iranica).

La sottospecie nominale *Burhinus oedicnemus oedicnemus* (L., 1758) è presente in tutta Europa fino al Mar Caspio, con esclusione della Grecia e di alcune piccole isole del Mediterraneo. Complessivamente la penisola Iberica, la Francia e la Russia ospitano circa il 95% della popolazione europea (HAGEMELJER & BLAIR, 1997) (Fig. 6).

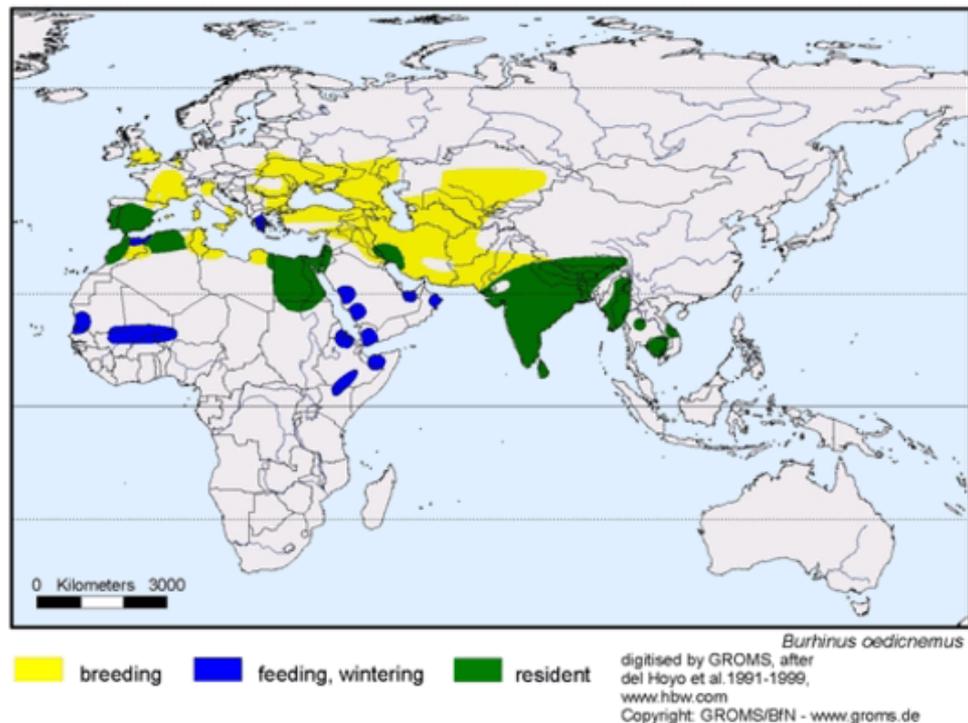


Figura 6 – Carta della distribuzione.

Secondo i dati riportati da BRICHETTI & FRACASSO (2004), la popolazione europea oscilla tra le 41000 e le 160000 coppie, di cui 10000-100000 in Russia e 22000-30000 in Spagna.

Le popolazioni dell'Europa settentrionale ed orientale e della Siberia occidentale sono principalmente migratrici, mentre nei territori meridionali dell'areale la specie è residente o migratrice parziale con movimenti stagionali di corto raggio.

Nella parte settentrionale dell'Africa (Marocco, Algeria, Egitto) sono localizzati i principali quartieri di svernamento, anche se, come riferisce CRAMP (1983), contingenti migratori si fermano in Francia meridionale ed in Spagna sovrapponendosi alle popolazioni residenti.

In Italia la sua presenza è discontinua e localizzata e la distribuzione ancora non è ben conosciuta, soprattutto nel meridione e nelle isole, anche a causa delle abitudini schive e crepuscolari e della carenza sulle conoscenze della biologia.

In Italia settentrionale l'Occhione risulta localizzato nei greti fluviali della pianura padana centro-occidentale, nelle aree magredili ed in alcuni torrenti del Friuli Venezia Giulia. In Emilia Romagna è presente sia in alcuni affluenti del Po (Taro, Parma, Enza) che nel modenese e nel reggiano.

Nell'Italia centrale ha una maggiore diffusione lungo il litorale tosco-laziale; in Basilicata la specie sembra occupare gli altopiani calcarei in provincia di Matera.

In Puglia è presente nell'area del Gargano, sulle Murge e nelle residue aree incolte del Tavoliere.

I dati relativi alla Calabria, quasi del tutto inesistenti, indicano l'Occhione come raro e molto localizzato nei ghiareti delle fiumare ed in ambiente di prato-pascolo.

In Sardegna è presente nelle aree pianiziali e collinari dell'isola, soprattutto nei settori occidentali e nord-occidentali (Fig. 7).

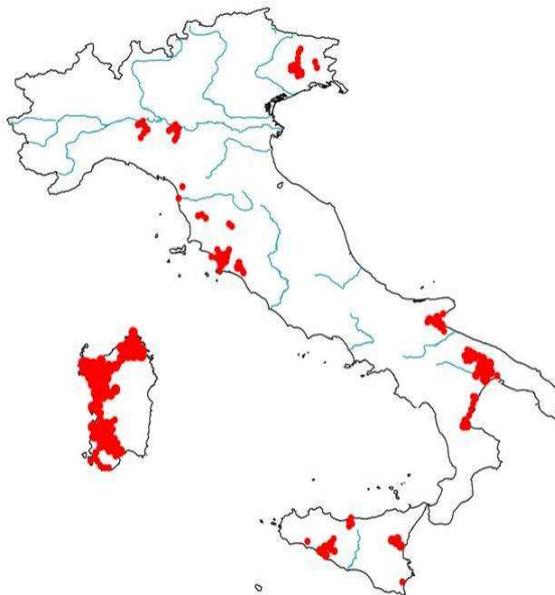


Figura 7 – Distribuzione dell'Occhione nidificante in Italia (Brichetti & Fracasso, 2004, modificata).

Agli inizi degli anni '90 la popolazione italiana veniva stimata attorno alle 200-500 coppie in leggero decremento (SNOW E PERRINS, 1998). Attualmente è impossibile valutare nel complesso la consistenza numerica della popolazione nidificante in Italia, nonostante gli sforzi di rilevamento effettuati in diverse regioni comincino a fornire i primi dati. Nella Giornata di Studio tenutasi a Collecchio (PR) nel 2008, è stato redatto un documento relativo alla consistenza della popolazione in Italia che, considerando il complesso dei dati disponibili, può essere fissato in 1800-3300 coppie (TINARELLI *ET AL.*, 2009) (Fig. 8).

Regione	Coppie nidificanti	Periodo di riferimento	Metodo	Fonte
Piemonte	25-30	2008	stima	Gola e Alessandria
Lombardia	Decine di coppie lungo il Po nelle Province di Pavia, Lodi e Cremona	2004-2008	stima	D. Canziani e B. Riboni pers. com.; Mantovani, 2005
Friuli-Venezia Giulia	140-160	2003-2008	stima e censimento	Parodi, Perco, Taiariol
Emilia-Romagna	320-370	2007-2008	stima e censimento	Tinarelli
Toscana	150-200	2008	stima	Giovacchini
Lazio	40-50	2008	censimento	Meschini
Molise	(ultima nidificazione accertata nel 1986)			Battista et al., 1998
Puglia	> 100 (10-30 cp nella Murgia Tarantina)	1992-1995 2004-2006	stima e censimento	Rizzi et al., 1996 Bellini e Sorace, questo volume
Basilicata	decine di coppie	1992-1995	stima	Rizzi et al., 1996
Calabria	decine di coppie		stima	Rizzi et al., 1996 Nardelli et al., questo volume
Sardegna	500-1.500	2008	stima	Nissardi e Zucca
Sicilia	475-705	2008	stima e censimento	lentile

Figura 8 – Sintesi delle informazioni più aggiornate per la stima della consistenza della popolazione di Occhione nidificante in Italia (TINARELLI ET AL., 2009).

L'incremento del dato rispetto agli anni '90 è dovuto al miglioramento ed alla diffusione delle tecniche di censimento, oltre che ad un incremento effettivo della popolazione in Piemonte, Lombardia, Emilia Romagna e Lazio (MESCHINI, 2010).

L'Italia, con gli altri Paesi mediterranei, è interessata comunque da un trend popolazionistico negativo indotto, tra l'altro, dalle particolari esigenze di habitat che la specie mostra sia in periodo riproduttivo che per lo svernamento (Fig. 9).



Figura 9 – Andamento della popolazione di Occhione nidificante in Europa (da BirdLife International 2004).

Il territorio nazionale sembra ospitare principalmente la sottospecie nominale. Secondo i dati noti fino ad ora in letteratura, non risulta invece essere ben definita l'origine delle popolazioni insulari, che potrebbero essere ascritte alla sottospecie nordafricana *B. o. saharae* (Reichenow, 1894) (CRAMP & SIMMONS, 1983; VAUGHAN & VAUGHAN JENNINGS, 2005). Già VAURIE (1965) indicava la sottospecie *B. o. saharae* come presente nelle piccole isole mediterranee.

In Sicilia la specie risulta relativamente ben distribuita, stanziale e recentemente considerata in forte diminuzione (LO VALVO ET AL., 1993).

Dalle indicazioni desunte dall'“Atlante della biodiversità della Sicilia: Vertebrati terrestri (AA.VV., 2008)”, risulta che “probabilmente le popolazioni più cospicue sono concentrate nelle piane di Gela (MASCARA & SARÀ, 2007) e di Catania e nelle fasce collinari circostanti a queste, in ambienti coltivati e pascolati. Sensibile al disturbo da parte

dell'uomo, è noto un basso successo riproduttivo per alcune aree (GRASSO & IENTILE, 2001). A fine estate ed in autunno sono stati osservati raggruppamenti di centinaia di individui a Vendicari (SR); consistenti concentrazioni invernali (50-100 individui) sono state osservate anche in alcuni invasi artificiali delle province di Enna, Catania e Trapani e potrebbero interessare popolazioni extra-siciliane”.

2.4 Etologia

L'Occhione è una specie gregaria per gran parte dell'anno, con raggruppamenti anche di parecchie decine d'individui. Durante il periodo riproduttivo fa vita di coppia; pur tuttavia nemmeno in questa fase rinuncia a compiere attività di gruppo complesse. Sul terreno cammina furtivo con rapide e brevi corsette ed arresti improvvisi; quando corre per tratti più lunghi tiene il corpo orizzontale, con collo e capo distesi in avanti, mentre quando riposa assume spesso una postura un po' ingobbita oppure si accovaccia sui tarsi.

Fortemente elusivo, timido e riservato, è attivo prevalentemente di notte e al crepuscolo quando diventa vivacissimo.

In volo non è molto rapido, non raggiunge grandi altezze e compie battute piuttosto lente, ma elastiche e potenti (Fig. 10).



Figura 10 – Adulti in volo (penisola Magnisi (SR), 18/06/2009 (Foto: F. Calabrese)).

Il canto dell'Occhione è inconfondibile; le sue vocalizzazioni sono prodotte prevalentemente dal crepuscolo fino all'alba. In Sicilia (penisola Magnisi (SR), Faro Santa Croce-Augusta (SR), Valle dell'Imera meridionale (CL), Grammichele (CT)), durante il periodo riproduttivo, alcune emissioni vocali e diversi *display* di gruppo vengono inscenati anche nelle ore diurne, ma il repertorio vocale inizia in media 20 minuti prima del tramonto.

Nell'adulto sono stati descritti almeno 10 diversi richiami, ma non esiste in letteratura una documentazione sonografica completa. Quelli più usati sono il “*kur-lee*” *call* e il “Galoppo”. Per alcuni sono state evidenziate funzioni precise, mentre altri pare abbiano funzioni multiple e spesso, in circostanze diverse, differenti richiami vengono utilizzati in modo combinato. Il “*kur-lee*” *call* viene utilizzato tutto l'anno, sia nelle aree di svernamento che nelle zone di riproduzione; viene emesso frequentemente e presenta funzioni multiple che potrebbero essere di contatto o territorialità.

Il “Galoppo”, meno frequente durante i *roost* autunnali, viene utilizzato soprattutto nei siti riproduttivi nel periodo primaverile-estivo. Vengono ipotizzate funzioni multiple, presumibilmente di corteggiamento, richiamo territoriale o riproduttivo.

Spesso associato al “Galoppo” ed al “*kur-lee*” *call* è stato registrato il fischio bitonale “*tu-li*”. Questo segnala situazioni di allarme-pericolo ed è stato registrato anche nei territori riproduttivi, a seguito di presenza umana visibile e avvicinamento di automezzi (DRAGONETTI *ET AL.*, 2009).

Caratteristico è il segnale d'allarme “*qu-i qu-i*”, all'approssimarsi di un pericolo, riscontrato in aree riproduttive, che gli adulti danno ai

pulcini inducendoli ad acquattarsi immobili; lo stesso viene ripetuto a pericolo cessato (MESCHINI, 2010).

2.5 Alimentazione

Le prime informazioni, riportate in letteratura, riguardanti la dieta dell'Occhione, sono state ottenute mediante l'analisi del contenuto stomacale. Spesso, infatti, i cacciatori e i collezionisti che uccidevano questi Uccelli esaminavano il contenuto dei loro stomaci. Oggi per studiare la dieta, vengono effettuate la raccolta e l'analisi del contenuto di borre ed escrementi.

Mentre le borre di Occhione raramente vengono rinvenute in grandi quantità, gli escrementi sono relativamente facili da raccogliere, poiché agevolmente individuabili nelle aree di sosta, durante il periodo autunnale ma anche nei siti riproduttivi.

Per identificare quali materiali indigesti vengano rigurgitati e quali invece evacuati attraverso le feci, sono stati effettuati studi su individui allevati in cattività. Nel corso dell'esperimento i soggetti sono stati nutriti con le principali prede che erano state individuate nelle feci degli Occhioni selvatici, inclusi 2 topi (*Mus domesticus* (Rutty, 1772)) e 147 lombrichi (*Lumbricidae*).

Tre borre rigurgitate contenevano i resti di 2 crani, 2 vertebre, 12 denti, la pelliccia di un topo e poi resti di Coleotteri e millepiedi; non erano presenti chete di lombrico e neanche piccoli resti di parti molli. Gli escrementi dell'Occhione in cattività contenevano invece il 60-80% delle parti dure degli Invertebrati mangiati, insieme a 46 vertebre e 6 denti di topo. Solo una piccola percentuale di Isopodi e chete di lombrico è stata recuperata (GREEN & TYLER, 1989).

La ricerca della dieta dell'Occhione tiene conto della probabile scomparsa dei corpi molli, quali per esempio quelli delle lumache.

Le conoscenze attuali non permettono di descrivere in modo soddisfacente la dieta di questo animale; l'alimentazione inoltre varia notevolmente nel tempo, a seconda delle aree e della disponibilità alimentare.

L'Occhione è una specie opportunistica che si nutre probabilmente di tutto ciò che è commestibile, vivo o morto, che può catturare e ingerire, intero o in pezzi dopo smembramento. È in grado di sfruttare qualsiasi preda particolarmente abbondante, anche se solo temporaneamente disponibile. Si nutre principalmente di Invertebrati terrestri e piccoli Vertebrati, che cattura generalmente nelle ore crepuscolari e notturne, quando sono attivi in superficie (WITHERBY *ET AL.*, 1940). Può nutrirsi anche alla luce del giorno soprattutto durante il periodo di cova o di allevamento dei pulcini (MORGAN & SHORTEN, 1974). Si alimenta singolarmente, in coppia o in gruppi di sei individui al massimo (ARCHER & GODMAN, 1937; ALI & RIPLEY, 1969); in URSS fino a 15 (DEMENTIEV & GLADKOV, 1951).

Le prede, viste e sentite da parecchi metri di distanza, vengono raggiunte attraverso un inseguimento rapido e furtivo (SCOTT, 1965; MORGAN & SHORTEN, 1974), a volte battendo le ali e quasi volando per raggiungerle rapidamente e nel caso di piccoli Mammiferi assestando loro potenti beccate. L'Occhione percorre il campo arato dal trattore per beccare gli Invertebrati esposti (MORGAN & SHORTEN, 1974).

La sua dieta è quindi composta quasi interamente da organismi che vivono vicino o sulla superficie del suolo, soprattutto Insetti e larve, in particolare Coleotteri (*Coleoptera*), comprese le specie più grandi di *Carabidae* e *Scarabaeidae* (*Geotrupes* e *Melolontha*); cavallette e grilli (*Orthoptera*), compreso *Ephippiger*; forbicine (*Dermaptera*); bruchi di

falene (*Lepidoptera*); mosche (*Diptera*), compresi *Muscidae* e *Sarcophagidae* (WITHERBY *ET AL.*, 1940).

Nei campi arati i lombrichi (*Lumbricidae*) rappresentano il principale alimento per i pulli (MORGAN & SHORTEN, 1974).

Altri dati includono: chioccioline, ad esempio *Helix nemoralis* L., 1758 a Dungeness, Inghilterra (SCOTT, 1965), e lumache (WITHERBY *ET AL.*, 1940; MORGAN & SHORTEN, 1974); Crostacei (VAN SOMEREN, 1932-3); piccole lucertole, in particolare *Phrynocephalus interscapularis* (Lichtenstein, 1856) in URSS (DEMENTIEV & GLADKOV, 1951); Anfibi (PITMAN, 1958; MORGAN & SHORTEN, 1974); topi (*Muridae*), arvicole (*Microtidae*); uova di Uccelli, ad esempio di Pavoncella *Vanellus vanellus* (L., 1758), Fagiano *Phasianus colchicus* L., 1758, Starna *Perdix perdix* (L., 1758); raramente semi, germogli di brugo *Calluna vulgaris* (L.) Hull., 1808 e altra vegetazione (WITHERBY *ET AL.*, 1940; MORGAN & SHORTEN, 1974).

Piccoli Mammiferi, Uccelli e le loro uova, Anfibi e Rettili, sono moderatamente importanti nella dieta dell'Occhione. I vegetali invece sembrano essere ingeriti più o meno regolarmente in quantità limitata, così come piccoli elementi clastici, probabilmente come aiuto per la digestione.

2.6 Biologia riproduttiva

La specie è essenzialmente monogama e il legame di coppia è probabilmente mantenuto anche per più stagioni. Da uno studio effettuato sul fiume Taro (PR), utilizzando anelli colorati che permettevano il riconoscimento individuale, è emerso che, in genere, le coppie rimangono fedeli per diversi anni: in particolare i partner di una coppia sono stati osservati in nidificazione per sei stagioni riproduttive consecutive (GIUNCHI D. e POLLONARA E., com. pers.).

La cura della prole è a carico della coppia.

Di solito gli Occhioni si dimostrano fedeli al sito di nidificazione, a meno di consistenti cambiamenti ambientali. È stato comunque accertato che in un sito riproduttivo in Sicilia (penisola Magnisi (SR)), anche nel caso di profondi stravolgimenti del territorio dovuti allo sfruttamento industriale, la specie è ritornata a nidificare dopo qualche anno (Fig. 11).



Figura 11 – Penisola Magnisi, 26/06/2009. Pontile ENI, costa sud-ovest. (Foto: M.T. Spena).

I maschi spesso precedono le femmine, per quanto riguarda l'arrivo ai quartieri riproduttivi, anche se sono noti arrivi di coppie già formate. Nelle regioni tirreniche italiane i territori riproduttivi vengono occupati dalle coppie nel periodo che va dalla metà di marzo ai primi dieci giorni di aprile (MESCHINI & FRASCHETTI, 1989; CHECHI, 2001).

Come riportato da POLLONARA *ET AL.* (2001), in Emilia Romagna gli Occhioni fanno ritorno ai territori riproduttivi già alla fine di febbraio e ai primi di marzo.

Per le regioni meridionali ed insulari italiane, dove l'Occhione risulta essere anche residente, non si hanno dati precisi; tuttavia è probabile che contingenti migratori si aggiungano alle popolazioni residenti.

Nella penisola Magnisi (SR) è stata accertata un'anticipazione e un protrarsi della stagione delle cove rispetto a quanto riportato in letteratura per il resto d'Italia (BRICHETTI & FRACASSO, 2004; SPENA & GRASSO, 2009) (cfr. Fenologia riproduttiva).

WESTWOOD (1983) riferisce per l'Inghilterra l'arrivo ai siti di nidificazione a metà aprile e solo in un caso il 16 marzo.

La gran parte degli individui sembra riprodursi per la prima volta a 1-2 anni di età (GREEN & GRIFFITHS, 1994).

Le coppie nidificanti sono tendenzialmente ben spaziate, tuttavia anche nei siti riproduttivi spesso si formano assembramenti nel corso di attività sociali ed alimentari.

Il primo *display* di coppia è lo scavo rituale del nido: inizia così un cerimoniale di corteggiamento molto complesso, strettamente legato alla scelta del sito di nidificazione. Entrambi scavano molte buche (anche se il maschio è più attivo in questa fase), una sola delle quali diventerà il

nido. In meno di un'ora possono scavare più di dieci buche; poi con un basso richiamo il maschio invita la femmina a visitarle.

Non costruiscono un vero e proprio nido, ma posano le uova in una leggera depressione del terreno, sostanzialmente nuda, oppure tra sassolini (10-200 secondo VAUGHAN & VAUGHAN JENNINGS, 2005), piccoli frammenti di conchiglie, sterco di pecora o di coniglio, frammenti di radici, di steli od altro materiale (Fig. 12).



Figura 12 – Penisola Magnisi (SR). Nido 01 2010 (uovo I: 49,91x39,11 mm; uovo II: 50,74x39,44 mm). Sono visibili i resti di Gasteropodi che “abbelliscono” la coppetta nido. (Foto: M.T. Spena).

Non è chiara la funzione del materiale utilizzato nel nido e nel delimitare la coppetta stessa, se abbia solo funzione decorativa o rivesta invece un significato adattativo: in ogni caso è evidente una forte correlazione cromatica e morfologica tra gli “oggetti usati per ornamento” e il territorio immediatamente circostante (Figg. 13-14). Si

potrebbe interpretare come un modello legato al criptismo di una specie fortemente elusiva.



Figura 13 – Penisola Magnisi (SR). Nido 22 2010. (Foto: M.T. Spena).



Figura 14 – Penisola Magnisi (SR). Nido 19 2010. (Foto: M.T. Spena).

Il diametro della coppetta nido varia da 18 a 20 cm, con una profondità che oscilla tra 2 e 5 cm (PAZZUCCONI, 1997).

La posizione del nido ha un ruolo di primo piano nella biologia della riproduzione di questa specie: l'ubicazione della coppetta consente sempre il controllo del territorio circostante e questo grazie alla posizione della stessa rispetto all'andamento del terreno, ma anche in relazione alla copertura vegetazionale (fisionomia e struttura). Sicuramente non trascurabile è la posizione della coppetta sul terreno in riferimento all'andamento del substrato (avvallamenti, salti di quota, *etc.*).

Generalmente depone 2 uova (frequentemente 1, raramente 3) così simili al substrato su cui vengono deposte che è assai difficile scorgerele; il colore e la pigmentazione possono essere spiegati in termini di camuffamento come risposta alla pressione selettiva indirizzata a sfavorirne l'avvistamento da parte dei predatori. Per la Sicilia è nota la presenza di un nido con 4 uova (Ientile R., Baglieri S., Corso A., *com. pers.*, in MESCHINI, 2010). Per il Lazio, su un campione di 47 nidi controllati, è stata rilevata una media di 1,96 uova per nido (D.S. = 0,21) (MESCHINI, 2010).

Le uova misurano in media, secondo ARRIGONI DEGLI ODDI (1929) 53,6 x 38,4 mm. Secondo Pazzucconi (1997) la media è di 51,4 x 37,9 mm (n=17) ed hanno un volume che può variare da un minimo di 31,3 mm³ a un massimo di 40,9 mm³.

I dati relativi ad una ricerca effettuata in Gran Bretagna (Norfolk), indicano il peso medio dell'uovo appena deposto pari a 41,3 g (D.S. 3.7 g) (WESTWOOD, 1983).

Sono “di color ceciato, con un gran numero di macchie, segni e punti di tutte le forme e grandezze sparsi in qua ed in là” (SAVI, 1827-1831) (Fig. 15).



Figura 15 – Penisola Magnisi (SR). Nido A 2008, nido B 2007 e nido 21 2009. (Foto: M.T. Spena).

Nell’ambiente di pseudo-steppa mediterranea, presentano vermicolatura e macchiettatura nocciola, marrone o nera, talora ambrata,

variabili in dimensione e forma, da puntiformi fino ad una superficie di 2 cm² con una disposizione non uniforme, ma maggiormente distribuita ai poli, soprattutto quello inferiore più largo, con numerose eccezioni (Fig. 16).



Figura 16 – Penisola Magnisi (SR). Uova dei nidi: 11 2009, F1 2008 e 20 2009. (Foto: R. Grasso).

La cova è effettuata a turno dai due partner, con cambio circa ogni 2-3 ore (CARPITA, 2006). Ha una durata variabile da 24 a 27 giorni e inizia dopo la deposizione del secondo uovo (CRAMP & SIMMONS, 1983).

Le uova vengono lasciate incustodite solo per periodi di tempo molto brevi e in genere tra l'1,5% e il 9% delle ore diurne (KARAVAEV, 1998), anche se i valori sono suscettibili di variazione a seconda della latitudine e del disturbo a cui è sottoposta l'area di nidificazione.

“...quando i genitori si allontanano dal nido, sogliono correre lontano più che possano prima d'alzarsi a volo e ciò per mascherare la località precisa” (ARRIGONI DEGLI ODDI, 1929).

La schiusa dura dalle 14 alle 41 ore (GLUE & MORGAN, 1974) e le uova possono schiudere insieme o in giorni consecutivi (CRAMP & SIMMONS, 1983).

Subito dopo la schiusa gli adulti rimuovono immediatamente i gusci delle uova.

Alla schiusa i pulcini sono provvisti di piumino che superiormente presenta una colorazione di fondo dal giallo bruno al rosato pallido, finemente macchiettato di grigio chiaro; linee nere sottili attraversano la fronte fino alla nuca e dall'angolo del becco alla parte sottostante l'orecchio. Le parti inferiori sono color sabbia. L'iride si presenta verdastra, così come le zampe, nei primi dieci giorni di vita, ma a partire dalla seconda settimana diventano giallastri (Giunchi D., com. pers.). Il dente del becco è evidente per un periodo temporale che va da una settimana a 11 giorni, per poi diventare vestigiale e scomparire dopo la seconda settimana (Fig. 17).



Figura 17 – Penisola Magnisi (SR). Pulcino del nido F1 2008. (Foto: M.T. Spena).

Il peso dei pulcini, a cinque giorni dalla nascita si aggira intorno ai 40 g (NETHERSOLE-THOMPSON & NETHERSOLE-THOMPSON, 1986); sono nidifughi e si possono allontanare dal nido già dopo poche ore dalla nascita, rimanendo comunque almeno nelle prime sei settimane nel territorio del nido (CRAMP & SIMMONS, 1983). In caso di disturbo arrecato al sito di nidificazione, i pulcini vengono tosto allontanati dai genitori (Fig. 18).



Figura 18 – Penisola Magnisi (SR). Pulcino del nido 04 2009. (Foto: M.T. Spena).

L'involo dei giovani avviene dopo 36-40 giorni (CRAMP & SIMMONS, 1983) e in media dopo 6 settimane (Westwood, 1983). Secondo i dati riferiti da BARROS (1994) la piena capacità di volo viene acquisita attorno al cinquantesimo giorno.

3. Area di studio

Gli ambienti agro-pastorali della Sicilia ospitano specie di alto interesse conservazionistico spesso presenti con popolazioni quantitativamente importanti in riferimento al quadro nazionale e mediterraneo. La localizzazione in agro-ecosistemi trova ragioni differenti da ricercare nel clima, nella natura dei terreni e nelle tradizioni della loro conduzione, senza dimenticare le ragioni biogeografiche generali (SPENA *ET AL.*, 2010). L'Occhione è un buon esempio di questa situazione faunistica in cui gli ambienti cerealicolo-steppici, interessati dalle pratiche di allevamento, ospitano i nuclei nidificanti e svernanti più rilevanti a livello regionale (MASCARA & SARÀ, 2007; TINARELLI *ET AL.*, 2009). Ciò sottolinea lo stretto legame tra Occhione e pratiche agro-pastorali tradizionali.

La situazione siciliana appare più vicina a quella di altre aree sud-mediterranee quali la Tunisia o Creta, dove le popolazioni nidificanti si concentrano spesso in ambienti agricoli o tipicamente pascolativi sottolineandone l'importanza in termini conservazionistici e gestionali certamente maggiore che in altre localizzazioni. Ciò porta spesso i baricentri di popolazione fuori dalle aree protette o di interesse comunitario, verso il territorio produttivo.

L'interesse per queste problematiche ha visto nell'Occhione un esempio paradigmatico generando linee di ricerca che mettano in evidenza scelte di habitat e caratteri popolazionistici ancora non indagati nell'area siciliana (SPENA *ET AL.*, 2010).

Dal 2007, sulla penisola Magnisi (SR), sono stati studiati aspetti della biologia riproduttiva ed analizzati i caratteri di scelta di habitat riproduttivo in un ambiente del tutto particolare.

La penisola è localizzata nella costa sud-orientale della Sicilia che appare particolarmente vocata per l'Occhione, così da vedere presenti popolazioni quantitativamente ristrette ma di elevato valore biologico, come vedremo in seguito (Fig. 19).



Figura 19 – Penisola Magnisi (SR) (da: <http://priolo.altervista.org/notizie/istmo-magnisi/index.html>).

Come riferisce il Fazello nella sua opera “Le due deche dell’Historia di Sicilia” (M.D.LXXIII.) “...*quella parte ch’entra in mare è bassa, e quasi agguaglia l’acqua, con tutto ciò ella è tutta arabile...*”.

Fino al 1953, vi si praticavano sia colture estensive sia l'allevamento bovino e caprino. Il seminativo a grano “Margherito”, dal lato est, veniva protetto dall’aerosol marino da una fascia larga circa 5 m

seminata ad orzo. Le colture si estendevano dal lato nord fino a sud per una superficie di circa 500 m². La restante parte (ca. 200 m²) era destinata al pascolo. Il proprietario della penisola, Sig. Francesco Calvo, possedeva circa 200 capi bovini e caprini (Fig. 20).



Figura 20 – Veduta dalla parte ovest della penisola Magnisi. Cartolina spedita il 12/06/1960.

A partire da tale anno l'area non è stata più interessata da pratiche colturali, ma soltanto dall'attività di pascolo che tuttora permane (sono presenti circa 400 tra ovini e bovini allo stato semi-brado). Contemporaneamente la penisola è stata interessata da un forte sfruttamento industriale per la presenza del polo di Priolo-Augusta; oggi, sulla penisola insistono un pontile dell'ENI ed una discarica di cenere di pirite (SPENA *ET AL.*, 2009) (Figg. 21-22).



Figura 21 – Pontile ENI nella penisola Magnisi (SR) visto da una delle aree interessate dalla nidificazione. (Foto: M.T. Spena).



Figura 22 – Cumuli di cenere di pirite coperti da teloni (penisola Magnisi (SR)). (Foto: R. Grasso).

La penisola rappresenta oggi un'area di inestimabile valore archeologico e naturalistico. Collegata alla terraferma da uno stretto istmo, è situata tra i golfi di Augusta e Siracusa e rappresenta il luogo in cui si sviluppò una delle più importanti culture preistoriche (Cultura di *Thapsos*). La cronologia non è ancora certa ma sembra andare dalla prima età del bronzo fino all'VIII sec. a.C., in coincidenza con la colonizzazione greca della Sicilia orientale. Sulla penisola è stata individuata una necropoli suddivisa in tre settori, due dei quali con tombe a grotticella artificiale con camere sepolcrali a pianta circolare scavate nella roccia (Fig. 23).



Figura 23 – Necropoli della parte sud-occidentale (penisola Magnisi (SR)) (Foto: F. Calabrese).

Sono state rinvenute anche delle sepolture a camera di vaste dimensioni, alzato a forma di *tholos* con cella circolare e vestibolo servito da *dromos* o sepolture a pozzetto con nicchie più o meno

riquadrate e basse panchine perimetrali dove il terreno risulta pianeggiante (Fig. 24).



Figura 24 – Necropoli della parte nord della penisola Magnisi (SR) (Foto: R. Grasso)

Thapsos sembra essere stato un vero e proprio emporio per i commerci nel Mediterraneo, come dimostra anche il ritrovamento di ceramica cipriota, micenea e maltese.

Numerosi esempi di ceramica micenea sono esposti al Museo Archeologico Regionale “Paolo Orsi” di Siracusa.

Ci piace pensare che a *Thapsos* nel periodo che va dal XV al IX sec. a.C., fossero già presenti gli Occhioni, come documenterebbe una coppa d’impasto di produzione locale, a decorazione incisa, risalente alla cultura omonima, conservata al Museo Archeologico Regionale “P.

Orsi” di Siracusa e che raffigura un uccello dalle fattezze simili (SPENA ET AL., 2008) (Fig. 25).



Figura 25 – Coppa d’impasto di produzione locale, a decorazione incisa, risalente alla cultura omonima, conservata al Museo Archeologico Regionale “P. Orsi” di Siracusa. (Foto: R. Grasso, concessione del Museo Archeologico Regionale “P. Orsi” di Siracusa).

Nonostante lo sfruttamento industriale dell’area e la pressione antropica significativa, la tipologia ambientale e l’attività di pascolo favoriscono la presenza dell’Occhione la cui nidificazione è documentata da circa 70 anni (Calvo F., *in verbis*) (Fig. 26).



Figura 26 – Pascolo sulla penisola Magnisi (SR) (Foto: M.T. Spena).

3.1 Aspetti geomorfologici

La stazione di studio ricade nella tavoletta Belvedere (F° 274 II NO) della Carta Topografica d'Italia a scala 1:25000 edita dall'I.G.M. a pochi chilometri a SE dell'abitato di Priolo Gargallo (SR).

La penisola Magnisi è costituita da un affioramento di rocce carbonatiche massive, biocostruite, essenzialmente calcari algali (rodoliti) (Figg. 27-28).



Figura 27 – Particolare di blocco biocostruito, calcareniti algali. (Foto: R. Grasso).

Ha forma rettangolare con i lati lunghi, paralleli alla costa, di circa 2 chilometri e quelli corti, di circa un chilometro.

La sua forma e l'andamento del suo perimetro riflettono un controllo tettonico esercitato da faglie ad andamento NNW-SSE che

fanno parte del grosso sistema, prevalentemente sommerso, della scarpata Ibleo-Maltese.

La penisola è collegata alla terraferma da un sottile tombolo di qualche decina di metri, costituito da sabbie carbonatiche e calcareniti pleistoceniche. I calcari organogeni che la costituiscono fanno parte di un'estesa piattaforma carbonatica di mare basso, di età infra-mediomiocenica che si è instaurata su una vasta area degli Iblei orientali, dalla zona di Noto-Canicattini fino alla zona di Augusta-Brucoli. La sedimentazione organogena si è imposta su un'area che aveva subito in precedenza un'evoluzione tettonico-sedimentaria molto complessa, accompagnata da fasi tettoniche, locali emersioni e vulcanesimo.

La sedimentazione carbonatica, che si è svolta successivamente a queste fasi deformative, ha caratterizzato un periodo (da circa 16 a 8 Ma) di quiescenza tettonica e vulcanica dell'area, omogeneizzando la sedimentazione e le condizioni paleo ambientali dell'area. L'appoggio delle calcareniti algali è discordante su vari termini del substrato. Presso la penisola Magnisi non si vede la base delle calcareniti algali che è invece esposta presso Priolo, dove si vede appunto l'appoggio discordante su vari termini del substrato (GRASSO M., *in verbis*).



Figura 28 – Calcareniti algali (rodoliti) (penisola Magnisi (SR)). (Foto: F. Calabrese).

Dal punto di vista morfologico la penisola Magnisi presenta una superficie piatta che raggiunge la quota massima di 19 m s.l.m.. La morfologia piatta è dovuta principalmente all'abrasione marina cui è stata soggetta l'area durante le variazioni eustatiche succedutesi nell'era Quaternaria e dovute all'alternanza dei periodi glaciali-interglaciali.

Le trasgressioni marine suddette hanno lasciato semplicemente evidenze morfologiche, non depositi, eccezion fatta per alcuni lembi di calcareniti infrapleistoceniche (ca. 1.2 Ma) che si trovano sul lato ovest della penisola in corrispondenza dell'innesto col tombolo.

Conglomerati di spiaggia, in piccoli lembi isolati, sono presenti sulla costa orientale della penisola e sono dubitativamente attribuibili al Tirreniano (ca. 0.8 Ma) (GRASSO *ET AL.*, 1987).

3.2 Aspetti vegetazionali

La vegetazione presente nella penisola Magnisi è stata analizzata in dettaglio utilizzando il metodo della scuola sigmatista di Zurigo-Montpellier (BRAUN-BLANQUET, 1964). Sono state individuate le fitocenosi caratteristiche e raggruppate sulla base delle tipologie ambientali.

Le formazioni vegetali fisionomicamente dominanti possono essere inquadrare all'interno di differenti aspetti con caratteristiche xero-termofile: aspetti di vegetazione alo-rupicola, frammenti di vegetazione psammofila, fitocenosi ad erbe perennanti (praterie steppiche), aspetti di vegetazione terofitica, formazioni a gariga e comunità con caratteristiche nitrofile e sub-nitrofile.

Dei diversi tipi di vegetazione rilevati, alcuni interessano ampi tratti della penisola, mentre altri risultano più localizzati o addirittura puntiformi.

Le tipologie vegetali individuate si inquadrano all'interno di diversi *sintaxa*.

Lungo la costa rocciosa, interessata dall'aerosol marino, si rinviene una vegetazione caratterizzata da *Crithmum maritimum* L. e *Limonium syracusanum* Brullo (interessante endemismo il cui areale gravita fra Pachino (SR) e Brucoli (SR)), ascrivibile ai *Crithmo-Limonietaea* (Fig. 29).



Figura 29 – Vegetazione caratterizzata da *Limonium syracusanum* Brullo (penisola Magnisi).
(Foto: M.T. Spena).

Gli aspetti di vegetazione annuale contengono entità degli *Stipo-Trachynietea distachyae* (vegetazione termo-xerofila a carattere basifilo o neutrofilo, insediata su substrati calcarei, arenacei e sabbiosi). Si tratta di praticelli a ciclo invernale-primaverile, fisionomicamente caratterizzati dalla dominanza di un ricco contingente di terofite, cui si accompagnano talora piccole geofite. È un tipo di vegetazione che riveste un ruolo pioniero e si localizza su superfici rocciose con suoli superficiali o comunque poco evoluti. Questi praticelli, di chiara origine secondaria, si riscontrano in stazioni caratterizzate da marcata xericità edafica, indotta dalla insufficiente riserva idrica del suolo. Ne risultano aspetti floristicamente eterogenei e sovente frammentari nello spazio, localizzati a mosaico nell'ambito di altre tipologie. Essi si caratterizzano per la prevalenza di specie a breve ciclo vegetativo, in grado di evitare lo stress idrico mediante una strategia di sfuggita fenologica. Un tipico

aspetto sono i praticelli caratterizzati da una abbondante copertura di *Stipa capensis* Thunb. (*Stipo-Trachynietea distachyae*), cui si accompagnano numerose altre terofite, aventi in genere bassi valori di copertura. Alla stessa classe viene riferita la vegetazione annuale termo-xerofila, subalofila, a logliarello comune: *Plantagini-Catapodion marini*. Questa alleanza riunisce i praticelli effimeri termo-xerofili di tipo subalofilo, caratterizzati da microfite precoci a breve ciclo vegetativo. Si tratta di aspetti pionieri diffusi soprattutto in ambienti costieri termomediterranei, indifferenti alla natura del substrato.

Nelle aree con estesi affioramenti rocciosi, in tasche di suolo più profondo, si rinvengono degli aspetti di vegetazione a dominanza di erbe perenni, della classe *Lygeo-Stipetea*, con *Dactylis glomerata* L. subsp. *hispanica* (Roth) Nyman, *Hyparrhenia hirta* (L.) Stapf., *Thapsia garganica* L., *Convolvulus althaeoides* L.. Questo tipo di vegetazione si è affermata in conseguenza del lungo abbandono colturale (Fig. 30).



Figura 30 – Vegetazione a dominanza di erbe perenni della classe *Lygeo-Stipetea*. (Foto: M.T. Spena).

Nei siti in cui l'erosione del suolo ha portato all'affioramento del substrato roccioso, a questi aspetti si sostituiscono frammenti di gariga a *Corydanthus capitatus* (L.) Rchb. (Fig. 31). Questi lembi di gariga presenti sulla penisola sono caratterizzati da un alto "indice di sassosità", con roccia affiorante e suoli scarsi costituiti da sottili tasche di terra.



Figura 31 – Frammenti di gariga a *Corydanthus capitatus* (L.) Rchb.. Penisola Magnisi (SR), nido 04 2009.
(Foto: M.T. Spena).

Nella precoce primavera, in ampi tratti della penisola, si afferma una vegetazione termofila di tipo subnitrofilo (*Thero-Brometalia* della classe *Stellarietea mediae*) tipica delle aree incolte. Nello specifico, si tratta di cenosi a fenologia invernale-primaverile prettamente terofitiche, legate a condizioni edafiche più o meno xeriche che, nel dinamismo

naturale, tendono ad essere sostituite da praterie dei *Lygeo-Stipetea* o da praticelli effimeri degli *Stipo-Trachynietea distachyae*. Questa vegetazione subnitrofila è caratterizzata da un ricco contingente di terofite, legate ad una debole nitrificazione del substrato. Le specie più rappresentative sono: *Galactites elegans* (All.) Soldano, *Carduus corymbosus* Ten. (o *C. argyrea*), *Trifolium nigrescens* Viv., *Stipa capensis* Thunb., *Anisantha madritensis* (L.) Nevski, *Hordeum murinum* subsp. *leporinum* (Link) Arcang. (Fig. 32).



Figura 32 – Vegetazione subnitrofila. Penisola Magnisi (SR). (Foto: R. Grasso).

A queste comunità si succede una vegetazione nitrofila, ad optimum tardo primaverile-estivo, la cui fisionomia è conferita dalla dominanza di composite spinose a taglia medio-alta, di suoli profondi e ben nitrificati, come *Carlina hispanica* Lam., *Carthamus lanatus* L., *Carlina lanata* L., *Notobasis syriaca* (L.) Cass., *Onopordum illyricum* L., *Scolymus*

grandiflorus Desf., *Scolymus hispanicus* L., *Scolymus maculatus* L., *Eryngium campestre* L.. La prevalenza di queste specie denota una forte pressione antropica che, nello specifico contesto, è da collegare allo stazionamento degli animali (bovini ed ovini) ed al costante pascolamento.

Ove il suolo è più o meno esiguo si insediano peculiari praticelli terofitici a rapido ciclo di sviluppo. Si è in presenza di un livello di degradazione estrema, in cui straterelli di suolo, al massimo di 4-5 cm di spessore, in corrispondenza di incavi della roccia stessa, coprono i punti protetti dal dilavamento. In queste tazze di erosione dei litosuoli calcarei, si rilevano cenosi a microfite effimere del *Trachynion distachyae*, dalla fisionomia peculiare per il colore rosso-violaceo del *Sedum caeruleum* L. (Fig. 33).



Figura 33 – Cenosi a microfite effimere del *Trachynion distachyae*. Penisola Magnisi (SR).
(Foto: M.T. Spena).

Altre crassulacee annuali sono il *S. caespitosum* (Cav.) DC. a cui si accompagnano altre microfite xerofile a fioritura primaverile quali *Trifolium scabrum* L. subsp. *scabrum*. Sono inoltre presenti espressioni di vegetazione terofitica pioniera a carattere più o meno basifilo, xerico (su suoli a forte disseccamento estivo, di tipo sabbioso) e a fenologia invernale-primaverile, improntate da *Aira caryophylla* L..

Tali formazioni costituiscono ulteriori tessere del mosaico vegetazionale che disegna il biotopo della penisola.

4. Mappaggio dei siti di nidificazione nella penisola Magnisi

L'Occhione “di giorno è uccello silenzioso, per questo e per il suo colore protettivo sfugge facilmente alla vista” (ARRIGONI DEGLI ODDI, 1929). Da ciò scaturiscono le difficoltà di monitorare la specie (Fig. 34).



Figura 34 – Penisola Magnisi (SR). Giovane di Occhione. (Foto: M.T. Spena).

Inoltre, il nido dell'Occhione è assai difficile da localizzare ed anche nel momento in cui se ne conosce l'ubicazione, risulta arduo distinguere le uova, leggermente diverse dal contesto e fortemente criptiche. Le difficoltà della localizzazione del nido vengono amplificate dai comportamenti e dalle strategie antipredatorie degli adulti. La scelta di zone aperte per la nidificazione, se da un lato aumenta il pericolo di

essere scorti, dall'altro permette all'Occhione di avvistare da lontano ogni predatore e di adottare le opportune strategie difensive.

Dal 2007 al 2010 sono state condotte ricerche scrupolose per individuare i nidi nell'area di studio, già dalla metà di febbraio e fino alla fine di agosto. I monitoraggi sono stati effettuati principalmente durante i picchi di attività diurna dell'Occhione. I siti di nidificazione sono stati individuati grazie alle osservazioni condotte con un binocolo "Leica 10x42 BN" e con un cannocchiale "Swarovski STS 80HD 20/60", al fine di ridurre al minimo il disturbo agli animali.

Dal 2007 al 2010 sono state rinvenute e censite 100 nidificazioni (cfr. cap. 6, Fenologia riproduttiva).

5. Analisi di dettaglio dell'area di studio e dei siti di nidificazione mediante l'utilizzo delle tecnologie GIS

Un GIS (Geographic Information System) è un sistema informativo che permette l'acquisizione, la registrazione, l'analisi, la visualizzazione e la restituzione di informazioni derivanti da dati geografici (geo-riferiti).

Le componenti essenziali del sistema sono rappresentate dalla tecnologia, dai dati e dalle risorse umane.

La tecnologia è composta da una serie di strumenti hardware e *software* capaci di acquisire, memorizzare, estrarre, trasformare e visualizzare dati spaziali dal mondo reale (BURROUGH, 1986).

I dati sono l'insieme di descrizioni elementari che caratterizzano ogni singolo elemento del mondo reale (il dato territoriale georiferito) e connesso direttamente all'elemento geografico.

Il dato essenziale di ogni elemento in un sistema GIS è quello geometrico. Esso fa parte della struttura stessa dell'elemento grafico e ne memorizza la posizione impiegando un sistema di proiezione reale che definisce la posizione geografica dell'oggetto.

Le risorse umane, infine, svolgono l'attività di strutturazione e progettazione del GIS, di *input* ragionato dei dati e di validazione e interpretazione delle informazioni ottenute. Chi opera in ambiente GIS deve avere profonda conoscenza dei temi trattati per poter dare il giusto significato alle elaborazioni effettuate.

Si evince pertanto che un Sistema Informativo Geografico ha la capacità di:

- elaborare dati spaziali e non spaziali;
- trasformare i dati in informazioni;

- integrare differenti tipi di dati;
- analizzare e modellare i fenomeni che interessano l'intera superficie terrestre o porzione di essa, riuscendo a trarre l'origine e le motivazioni di tali fenomeni;
- fornire supporto alle decisioni.

I GIS possono essere applicati quindi in maniera trasversale a tutte le discipline che in qualche modo studiano il territorio in tutte le sue componenti.

5.1 Materiali e metodi

Le applicazioni eseguite riguardano il sito di nidificazione (microarea) nelle sue componenti morfologico/vegetazionali e l'intero territorio della penisola Magnisi (macroarea). Nel caso specifico, l'approccio multi scalare è diretto ad individuare le eventuali scelte operate a priori dalle coppie nidificanti. Lo stesso percorso a ritroso viene fatto mediante le elaborazioni GIS tenendo in considerazione le componenti biotiche ed abiotiche che concorrono alla caratterizzazione del sito.

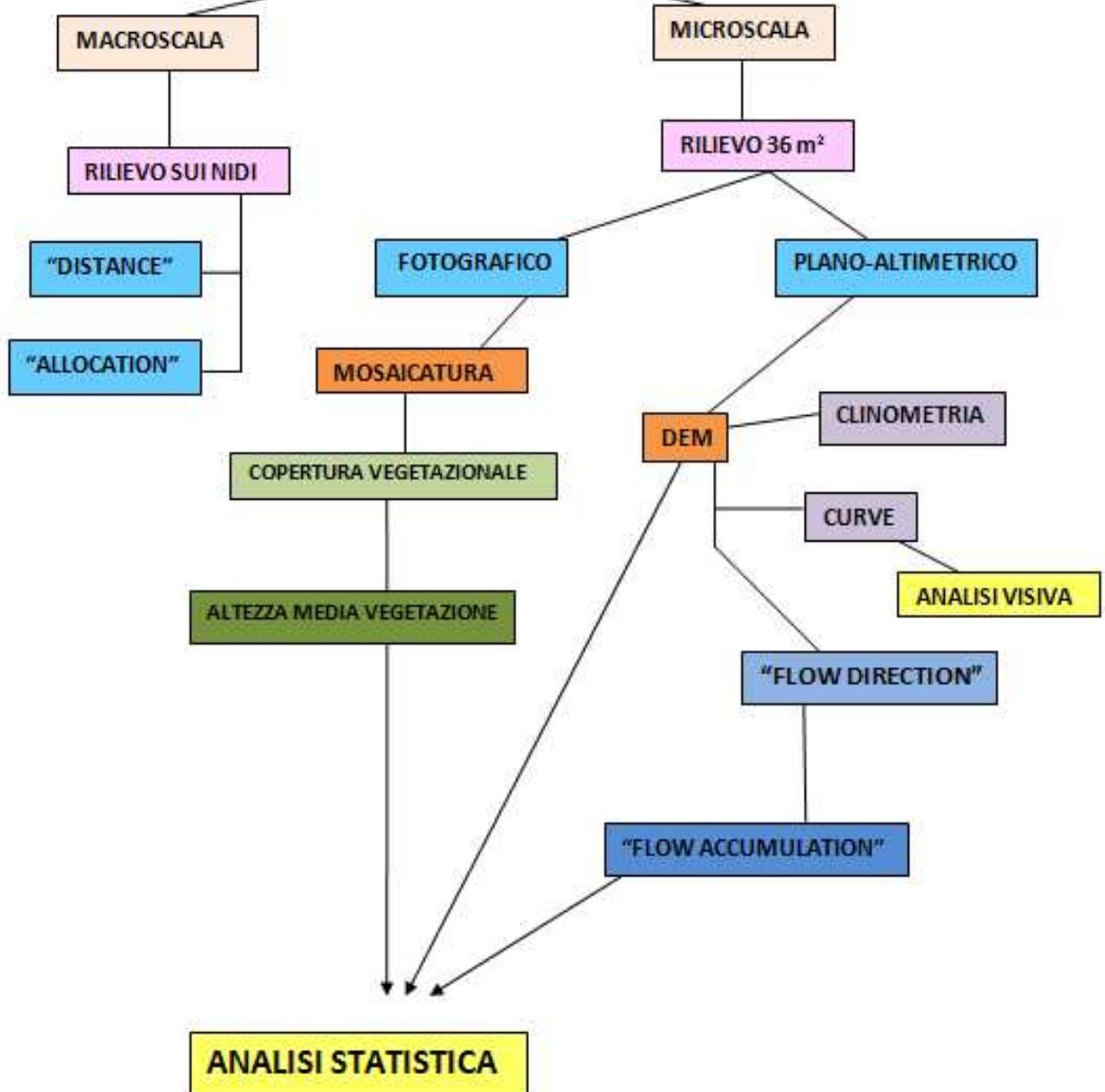
La visione generale della penisola è stata riprodotta tramite elaborazioni nella macroscale; quella di dettaglio relativa alla coppetta nido e all'area immediatamente circostante, rientra nelle elaborazioni a livello di microscale.

Il trattamento di dati in ambiente GIS non può prescindere dalla georeferenziazione dei dati stessi.

La rappresentazione dei dati geografici è stata eseguita secondo il sistema di proiezione Gauss Boaga (fuso est) con cui è stata redatta la cartografia disponibile: sia la Regione Sicilia che gli enti locali dispongono infatti di cartografia digitale proiettata nel sistema Gauss Boaga.

È stata quindi analizzata l'ubicazione del nido in relazione all'orografia immediatamente circostante (inclinazione dei micro versanti ed andamento morfologico), studiandone in dettaglio le componenti plano-altimetriche. Inoltre è stata rilevata la copertura del suolo.

Le due tipologie di approccio nella macroscale e nella microscale sono di seguito rappresentate in un diagramma dei flussi di metodo.



Macroscala

Il dominio spaziale rappresenta lo spazio geografico su cui vengono effettuate le elaborazioni.

La macroarea presenta le seguenti caratteristiche:

- Nord = 4112796
- Ovest = 2539950
- Est = 2541951
- Sud = 4110795
- Altitudine massima = 19,4 m s.l.m.
- Altitudine minima = 0 m s.l.m.

I valori numerici corrispondenti ai punti cardinali rappresentano le coordinate del dominio spaziale nel sistema di riferimento Gauss Boaga (fuso Est).

Per le elaborazioni e le rappresentazioni relative alla macroarea sono state utilizzate le seguenti basi cartografiche:

- Cartografia dell'Istituto Geografico Militare in scala 1:25000 F⁰ 274 II N.O. Belvedere;
- Carta Tecnica Regionale in scala nominale 1:10000, tavole 646030 e 646070;
- Ortofoto da satellite Quickbird risoluzione 60 cm al suolo;
- Ortofoto Regione Siciliana, risoluzione 50 cm al suolo.

Le coordinate geografiche di ogni coppetta nido sono state determinate mediante l'utilizzo di un ricevitore GPS (Garmin eTrex Summit). Tutte le informazioni di tipo geografico (acquisite in WGS 84) sono state georeferenziate nel sistema di coordinate Gauss Boaga.

Sono state inoltre effettuate analisi sull'intero territorio della penisola tenendo conto dell'ubicazione di ogni coppetta nido in funzione

della posizione degli altri nidi, e quindi della loro distanza, e in rapporto al periodo di deposizione.

Sulla base delle coordinate rilevate con il GPS, è stato realizzato uno *shapefile* che rappresenta le coppette nido. Una elaborazione significativa è effettuata attraverso strumenti di distanza, cioè da operazioni di distanza euclidea che hanno permesso di acquisire due importanti informazioni: “*Distance*” e “*Allocation*” (vedi 6.2.1).

Microscala

Le tecnologie GIS hanno permesso di interpolare i dati plano-altimetrici per la creazione del modello digitale del terreno, base per ulteriori analisi.

Le elaborazioni sulla microarea sono state eseguite su una superficie di 36 m² nell’intorno del nido. In questo caso le coordinate del dominio spaziale cambiano per ogni sito preso in considerazione.

Sono stati realizzati rilievi fotografici e plano altimetrici.

Dal rilievo fotografico è stata creata, tramite georeferenziazione, la mosaicatura al fine di avere una visione globale del sito (vedi cap. 4). La mosaicatura è stata anche di supporto per la digitalizzazione della copertura del suolo e l’individuazione delle altezze medie della vegetazione.

Sono state utilizzate le restituzioni dei rilievi plano-altimetrici eseguiti sul campo ed effettuate le elaborazioni sui dati rilevati.

Dal rilievo plano-altimetrico è stato generato il modello digitale del terreno (DEM) dal quale sono state derivate le curve di livello, la clinometria (carta delle pendenze), la “*Flow direction*” (direzione dei

flussi delle acque meteoriche) e da quest'ultima è stata derivata la “*Flow accumulation*” (flussi di accumulo delle acque meteoriche).

La creazione delle curve di livello, realizzata tramite il software GIS ArcGis, mediante interpolazione dei punti quotati, ha fornito una base utilizzata di fatto come base cartografica; infatti se consideriamo la tipologia e l'entità delle informazioni presenti all'interno dell'area di 36 m², non esistono altri elementi che quelli naturali. La morfologia quindi e le curve di livello nello specifico sono sicuramente elementi che possono fornire una base cartografica valida a supporto delle elaborazioni effettuate.

Le curve di livello sono state utilizzate anche per l'individuazione di concavità oggetto di possibili accumuli di acque meteoriche.

I risultati delle analisi del sito nella microscala concorrono alla elaborazione di ulteriori analisi statistiche mediante una trasformazione in formato matriciale dei valori delle analisi.

In particolare sono state analizzate la clinometria, la “*Flow accumulation*”, le quote (DEM) e l'altezza media della vegetazione.

L'acquisizione dei dati in campo ha reso necessario l'utilizzo di strumenti, in alcuni casi appositamente costruiti.

Una volta individuato il nido, si è proceduto al rilevamento delle coordinate geografiche, mediante il GPS.

Per ciascun sito sono stati effettuati: il rilievo fotografico, quello fitosociologico ed il plano-altimetrico, per una superficie di 36 m² nell'intorno della coppetta nido (Fig. 35).



Figura 35 – Penisola Magnisi. Quadrato di 36 m² collocato sul nido per i rilievi (nido 10 2009).
(Foto: M.T. Spena).

Dopo essere stati localizzati, tutti i nidi sono stati caratterizzati da un punto di vista ambientale.

Tra i 100 nidi rinvenuti ne sono stati presi in esame 24 e più precisamente:

- 6 nidi per il 2007;
- 9 nidi per il 2008;
- 9 nidi per il 2009.

Per ciascun anno sono stati scelti nidi deposti in tre momenti stagionali caratterizzati da differenti condizioni climatiche, da una copertura vegetale a diversi stadi di evoluzione e ubicati in differenti zone della penisola soggette a diverse pressioni antropiche.

Nella tabella 1 vengono indicati i nidi per ciascun anno e nei differenti periodi.

	marzo-aprile	maggio	giugno-luglio
Nidi 2007	A - C	E - I	L - P
Nidi 2008	C - H - I	O - R - Z	A1 - E1 - F1
Nidi 2009	5 - 6 - 11	12 - 18 - 19	23 - 27 - 28

Tabella 1 - Nidi analizzati.

In ogni periodo la scelta dei nidi è stata casuale.

In concomitanza col rinvenimento di un nido si è proceduto alla scelta random di un falso sito di nidificazione (“falso nido”). Esso è stato trattato con le stesse metodologie applicate ai nidi, in modo da confrontare i risultati ottenuti e verificare l’ipotesi di base del lavoro, ovvero il fatto che la scelta del sito di nidificazione, da parte della coppia, non sia casuale, ma piuttosto opera di una “valutazione accurata”, in base a ben precise caratteristiche geomorfologiche e vegetazionali dell’area.

È stata impostata una griglia con quadrati aventi lato di 50 m a partire dal punto individuato dalla coppia di coordinate $x=2540051$; $y=4112558$. Questo rappresenta il punto del quadrato in alto a sinistra del dominio spaziale della penisola, arrotondato al metro. Tale scelta di metodo scaturisce dall’orientamento della penisola posizionata in direzione nord-ovest sud-est. Al fine di mappare con i quadrati tutta la penisola, per la costruzione della griglia, sono stati presi in considerazione i punti estremi.

Con tale metodo sono stati creati, per coprire l’intero dominio (il rettangolo minimo utile a coprire l’intero territorio), 1020 quadrati di 50x50 m (matrice di 34 colonne per 30 righe).

Con la funzione GIS “*select by location*” sono stati eliminati i quadrati che non ricadono all’interno del territorio della penisola e quelli che, pur ricadendovi, si trovano in aree interessate da opere di bonifica, delimitate ad ovest dalla curva di livello dei 10 m, in corrispondenza del tombolo di collegamento (istmo). Dopo questa elaborazione, la griglia risulta formata da 482 quadrati (Fig. 36).

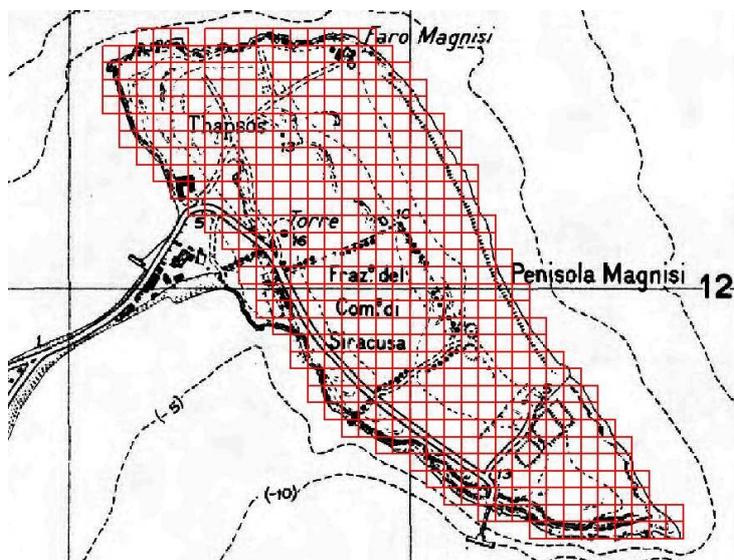


Figura 36 – Griglia per la scelta random dei “falsi nidi”.

Ad ogni quadrato è stato quindi assegnato un identificativo sequenziale (da 0 a 481). Tramite una funzione di randomizzazione lineare in ambiente *vba* (“*Visual Basic for Applications*”), è stato estratto un valore casuale compreso tra gli estremi dati dal minimo e dal massimo id; è stato così ottenuto un solo quadrato per ciascuna elaborazione *random*.

Le coordinate del centroide di ciascun quadrato preso in esame, individuato sulla carta, sono state quindi identificate sul territorio attraverso l’utilizzo del GPS.

5.1.1 Rilievo fotografico

Per effettuare il rilievo fotografico, sia sui nidi che sui “falsi nidi”, è stato costruito, con 12 aste di legno unite da connettori in ferro, un quadrato di 6m di lato, all'interno del quale sono stati collocati 14 fili, in modo da dividerlo in una griglia di dieci colonne per sei righe, per un totale di 60 rettangoli uguali di lato 60x100 cm, dimensionati in funzione dell'obiettivo della fotocamera.

Ogni rettangolo è stato fotografato con un apparecchio Nikon D200, con obiettivo fisso 18 mm, posizionato orizzontalmente alla superficie del suolo e ad un'altezza di 1,30 m ca. (Fig. 37).



Figura 37 – Penisola Magnisi. Nido 2 2009. Quadrato di 36 m² e particolare del rettangolo 60x100 cm.
(Foto: R. Grasso).

5.1.2 Rilievo fitosociologico

L'indagine è stata condotta a scale differenti; ha interessato sia i siti di nidificazione e i “falsi nidi” (microhabitat), che tutta la penisola Magnisi (macrohabitat).

Per la caratterizzazione del macrohabitat si è proceduto all'analisi delle tipologie di vegetazione in relazione agli aspetti geo-morfologici, pedologici e al campo d'influenza dell'aerosol marino, dalla costa verso le aree più interne.

Il rilievo della vegetazione presente nei differenti microhabitat ha previsto l'utilizzo di una struttura in legno di 1 m² suddivisa in 9 subquadrati di 33,3 cm (Fig. 38).



Figura 38 – Penisola Magnisi. Rilievo fitosociologico sul nido 4 2009. (Foto: M.T. Spena).

È stato di volta in volta posizionato in modo tale che la coppetta nido fosse al centro. Il rilievo della vegetazione è stato eseguito

utilizzando sia il metodo fitosociologico classico (BRAUN-BLANQUET, 1964), volto alla descrizione delle fitocenosi presenti, sia il sistema di rilevamento mediante transetto lineare, per la determinazione della distribuzione dei tipi di vegetazione in funzione delle variazioni morfologiche plano-altimetriche del terreno.

Il campionamento ha fornito informazioni sulla flora (elenco delle specie), sull'altezza media della vegetazione e sul ricoprimento delle singole specie, espresso come copertura, utilizzando una scala a 6 valori (+ = < 1%, 1 = 1-10%, 2 = 11-25%, 3 = 26-50%, 4 = 51-75%, 5 = 76-100%).

Il ricoprimento, inteso come espressione percentuale della porzione di superficie occupata dalle singole specie, consente di evidenziare l'importanza relativa dei singoli componenti della vegetazione. E' stato valutato inoltre l'indice di copertura degli elementi litici e del suolo nudo.

I rilievi mediante transetti lineari (7 m), realizzati partendo dalla coppetta nido lungo le direttrici N, NE, E, SE, S, SO, O, NO, hanno consentito una migliore lettura della copertura vegetale, durante la fase di foto interpretazione, permettendo così di descrivere in maniera più puntuale la sequenza spaziale delle comunità, allontanandosi dalla coppetta nido (Fig. 39).

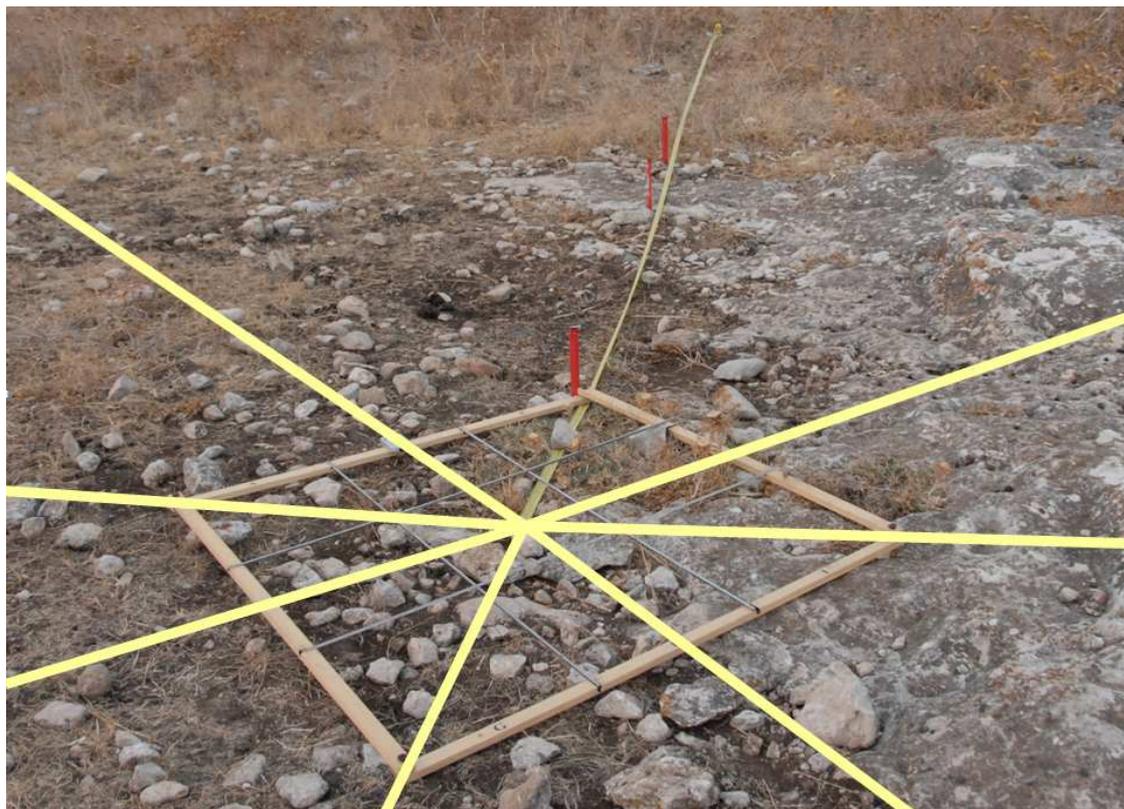


Figura 39 – Rilievo mediante transetto lineare. (Foto: M.T. Spena).

5.1.3 Rilievo plano-altimetrico

Per ciascun microhabitat è stato effettuato, sulla superficie di 36 m², il rilievo plano-altimetrico, acquisendo dei punti nel numero necessario a rappresentare il terreno e gli elementi significativi per la restituzione grafica e l'elaborazione (tramite algoritmi di interpolazione) dei dati rilevati per la produzione del modello digitale del terreno (DTM).

Per il rilievo plano-altimetrico sono stati utilizzati:

- una rotella metrica,
- un clinometro “Suunto PM-5” (Fig. 40),
- un puntatore laser con livella,
- una bussola “Suunto KB-14-360” (Fig. 41),

- un'asta metrica di 200 cm con suddivisione in mm e segno zero a 137,5 cm;
- un'asta da 135,5 cm su cui è posizionato un puntatore laser fornito di clinometro (lunghezza totale 137,5 cm).



Figura 40 – Clinometro “Suunto PM-5”.



Figura 41 – Bussola “Suunto KB-14-360”.

Il clinometro, montato sul puntatore laser con livella, è stato utilizzato per stabilire la corretta orizzontalità della misurazione.

L'asta metrica è stata posta al centro della coppetta e l'asta con il clinometro sul terreno per rilevare i punti significativi.

Per facilitare il rilevamento dei punti è stato posizionato il quadrato di 6 m di lato con al centro la coppetta nido, orientandolo secondo i punti cardinali.

Una volta sistemata la rotella metrica con origine nella coppetta nido, la stessa è stata distesa fino al lato del quadrato. Utilizzando la bussola, sono stati misurati i gradi radianti e sul terreno stimati i punti significativi.

Sono stati presi in considerazione tutti quei punti morfologicamente rilevanti (depressioni, salti di quota, *etc.*), così da restituire la superficie esaminata nel modo più accurato possibile.

Abbiamo misurato i punti significativi lungo le direzioni cardinali (N, N-E, E, S-E, S, S-O, O, N-O) e nelle aree meritevoli di una analisi più dettagliata, come rilievi, avvallamenti, canali, *etc.*, in modo da individuare tutte le zone con maggiore caratterizzazione.

Quando la coppetta nido ed il punto rilevato sul terreno si trovano alla stessa altezza, il puntatore laser segna lo "0" sull'asta metrica. Nel caso in cui il punto rilevato sul terreno si trova ad una altezza superiore alla coppetta, il puntatore segna un valore sopra lo "0" nell'asta.

Il metodo delle aste graduate ha permesso di effettuare le misurazioni con una immediata lettura e anche di rilevare i valori, in caso di variazioni di livello, a distanza di pochi centimetri dalla coppetta.

Tutti i dati annotati, indicando i gradi radianti, la distanza dal nido e la quota di ogni punto, successivamente sono stati riportati in tabella.

Il rilievo piano-altimetrico, per non arrecare disturbo alcuno alla nidificazione, è stato effettuato quando il nido non era più attivo.

5.1.4 Restituzione ed elaborazione fotografica e grafica

Il *software* utilizzato per la gestione e le elaborazioni dei dati territoriali (*Software GIS*) è ArcGIS, che è la suite di prodotti *software* di ESRI per la creazione di sistemi GIS completi. Questa architettura, unita al *geodatabase*, fornisce gli strumenti per implementare Sistemi Informativi Geografici evoluti.

ArcGIS fornisce strumenti per l'*editing*, l'analisi dei dati geospaziali e la produzione di cartografia, nonché per la creazione e la gestione di modelli di dati e di elaborazione molto sofisticati.

All'interno del *software* sono sviluppate delle procedure applicative, con specifiche funzioni, per l'acquisizione dei dati e la relativa restituzione, per la gestione e l'aggiornamento dei *dataset*.

Attraverso l'utilizzo delle tecnologie GIS, è stato possibile mettere in relazione tra loro dati diversi, a partire dalla loro collocazione geografica, in maniera da costruire nuove informazioni desunte dai dati esistenti.

I dati territoriali sono costituiti da dati spaziali (componente grafica), in formato *raster* e vettoriale, e da dati attributo (componente tematica) in formato alfanumerico.

In particolare sono state effettuate elaborazioni di analisi spaziale, ovvero di trasformazione ed elaborazione degli elementi geografici e degli attributi, quali:

- Georeferenziazione: gli oggetti e le entità grafiche sono stati posizionati secondo il sistema di coordinate Gauss Boaga;
- *Overlay* topologico: sono state effettuate sovrapposizioni tra gli elementi per creare nuovi tematismi;
- *Query* spaziali, ovvero interrogazioni di basi di dati a partire da criteri spaziali (vicinanza, inclusione, sovrapposizione, *etc.*)
- *Spatial analysis*: a partire da modelli di dati *raster* sono state effettuate analisi spaziali di varia tipologia;
- Analisi geostatistiche: è stata analizzata la correlazione spaziale delle variabili georiferite;
- Riclassificazioni ed aggregazioni dei dati.

Le operazioni di analisi ed elaborazione di dettaglio svolte possono essere riassunte nelle seguenti fasi:

- ✓ Mosaicatura e georeferenziazione dei singoli fotogrammi;
- ✓ Digitalizzazione della copertura del suolo con associazione dell'attributo relativo all'altezza media della vegetazione;
- ✓ Restituzione grafica del rilievo plano-altimetrico;
- ✓ Definizione della morfologia ed elaborazione 3D;
- ✓ Costruzione della carta altimetrica;
- ✓ Individuazione dei flussi di direzione delle acque meteoriche ("*Flow Direction*");
- ✓ Individuazione dei flussi di scorrimento delle acque ("*Flow Accumulation*");
- ✓ Individuazione delle concavità di accumulo delle acque;

- ✓ Trasformazione in formato matriciale dei valori delle analisi;
- ✓ Analisi statistica.

Ciascuna elaborazione produce un risultato parziale che necessita di una lettura integrata per potere effettuare delle valutazioni complete.

Mosaicatura e georeferenziazione dei singoli fotogrammi

La struttura a griglia del quadrato di 6 m è stata riprodotta in formato digitale per avere la massima elasticità nella scelta della mosaicatura e per individuare in modo più veloce i punti di appoggio.

Grazie alle sessanta fotografie scattate sul quadrato, per ogni nido e “falso nido” è stato possibile riprodurre, con una unica foto ad alta risoluzione, la superficie tramite mosaicatura dei singoli fotogrammi, facendo coincidere i bordi uguali di fotogrammi consecutivi.

Le foto sono state georeferenziate sulle coordinate della coppetta nido (proiettate dal sistema WGS84 utilizzato dal GPS al sistema Gauss Boaga). Ciò ha permesso la sovrapposizione alle elaborazioni successive.

Il risultato finale è un'immagine che racchiude i 36m², come se fosse stata scattata un'unica fotografia dall'alto (Fig. 42).



Figura 42 – Falso nido C08. Mosaicatura dei singoli fotogrammi dopo la georeferenziazione.

L'immagine ottenuta, delle dimensioni di ca. 7200 x 7200 *pixel*, ha una risoluzione di 1200 x 1200 *dpi* con una profondità di 24 *bit*. Ciò permette di applicare vari livelli di zoom digitali senza alcun effetto di “sfocatura” dell'immagine.

Digitalizzazione della copertura del suolo

Per l'analisi e la restituzione grafica ed alfanumerica dei dati riferiti alla copertura del suolo, si è proceduto alla foto-interpretazione e digitalizzazione delle immagini relative ai nidi, precedentemente mosaicate e georeferenziate. L'interpretazione fotografica, integrata da precedenti indagini analitiche della vegetazione in campo, ha consentito

l'estrapolazione di informazioni dettagliate relative alla morfologia/fisionomia del manto vegetale, ma anche riguardanti la componente litica ed edafica.

La caratterizzazione e tematizzazione delle comunità vegetali, rappresentate cartograficamente, sono state effettuate mediante l'analisi della composizione floristica e delle dominanze, ma si basano anche su analisi di tipo ecologico, mirate a sottolineare le relazioni esistenti tra i fattori ambientali e le comunità vegetali. Nel caso specifico sono stati indagati: profondità, nitrofilia e grado di erosione del suolo, tipo di substrato, grado di sassosità, periodo stagionale e disturbo antropico.

Le superfici sono state digitalizzate all'interno di uno *shapefile* di poligoni seguendo sulla foto i contorni delle aree a copertura fisionomicamente omogenea.

Nella digitalizzazione si è inoltre tenuto conto del grado di copertura, di rappresentatività ed omogeneità delle singole specie costituenti le fitocenosi al fine di contornare e quindi evidenziare quelle fisionomicamente dominanti. Ciascuna superficie riproduce in dettaglio le relazioni spaziali fra i tipi di vegetazione ed i contenuti mediante specifici attributi (Fig. 43).

Tali dati sono stati inseriti all'interno di una tabella (tabella degli attributi) avente due campi: il primo, di tipo testo, relativo alla tipologia di copertura del suolo; il secondo, di tipo numerico, relativo all'altezza media della vegetazione (Tab. 2).

ATTRIBUTI	TIPOLOGIA DI COPERTURA	ALTEZZA MEDIA VEGETAZIONE (cm)
R	Roccia affiorante	0
S	Suolo nudo	0
L	Elementi litici	0
Vsed	Vegetazione discontinua a microfite effimere (<i>Thero-Sedetum caerulei</i> degli <i>Stipo-Trachynietea distachyae</i>)	da 2 a 5 *
Vsed-s	Vegetazione discontinua a microfite effimere (<i>Thero-Sedetum caerulei</i> degli <i>Stipo-Trachynietea distachyae</i>), secco	3
Vtgr	Vegetazione annuale termo-xerofila a ciclo invernale-primaverile (<i>Stipo-Trachynietea distachyae</i>): - a dominanza di <i>Stipa capensis</i> o di <i>Aira caryophyllea</i> - a prevalenza di <i>Parapholis incurva</i> e <i>Plantago coronopus</i>	da 4 a 6*
Vtgr_1	Elementi degli <i>Stipo-Trachynietea</i> e <i>Stipo-Bupleuretalia</i> prevalenti e qualche subnitrofila	da 8 a 10*
Vtgr-s	Vegetazione annuale termo-xerofila a ciclo invernale-primaverile (<i>Stipo-Trachynietea distachyae</i>), secco: - a dominanza di <i>Stipa capensis</i> o di <i>Aira caryophyllea</i> - a prevalenza di <i>Parapholis incurva</i> e <i>Plantago coronopus</i>	da 3 a 20 *
Vsubn	Vegetazione erbacea termofila di tipo subnitrofilo ad elevata biomassa (<i>Thero-Brometalia</i>): - a dominanza di <i>Hordeum leporinum</i>	da 8 a 20 *
Vsubn-s	Vegetazione erbacea termofila di tipo subnitrofilo (<i>Thero-Brometalia</i>), secco: - a dominanza di <i>Hordeum leporinum</i>	da 8 a 25 *
Vsubn-sp	Vegetazione erbacea termofila di tipo subnitrofilo ad elevata biomassa (<i>Thero-Brometalia</i>): - a prevalenza di spinose	da 15 a 40 *
Vsubn-sp-s	Vegetazione erbacea termofila di tipo subnitrofilo ad elevata biomassa (<i>Thero-Brometalia</i>), secco: - a prevalenza di spinose	da 20 a 30*
Verbp	Vegetazione a dominanza di erbe perenni (<i>Lygeo-Stipetea</i>)	da 15 a 20*
Verbp-s	Vegetazione a dominanza di erbe perenni (<i>Lygeo-Stipetea</i>), secco	da 15 a 20*
VThy	Frammenti di gariga a <i>Corydorthymus capitatus</i>	da 15 a 20 *
Vr	Residui vegetali	da 1 a 8 *

(*) variabile a seconda del momento stagionale

Tabella 2 – Tabella degli attributi.

Nella fase di “ricalco digitale” è stata posta particolare attenzione alla congruenza geometrica tra i poligoni, in modo da far coincidere perfettamente i contorni tra loro. Ciò ha escluso la formazione di “vuoti”

tra i poligoni stessi e quindi ha permesso di ottenere un file topologicamente corretto, evitando imprecisioni nelle successive elaborazioni. Una volta digitalizzate le aree si è proceduto con la stampa del risultato e quindi alla validazione dei dati inseriti (Fig. 43).

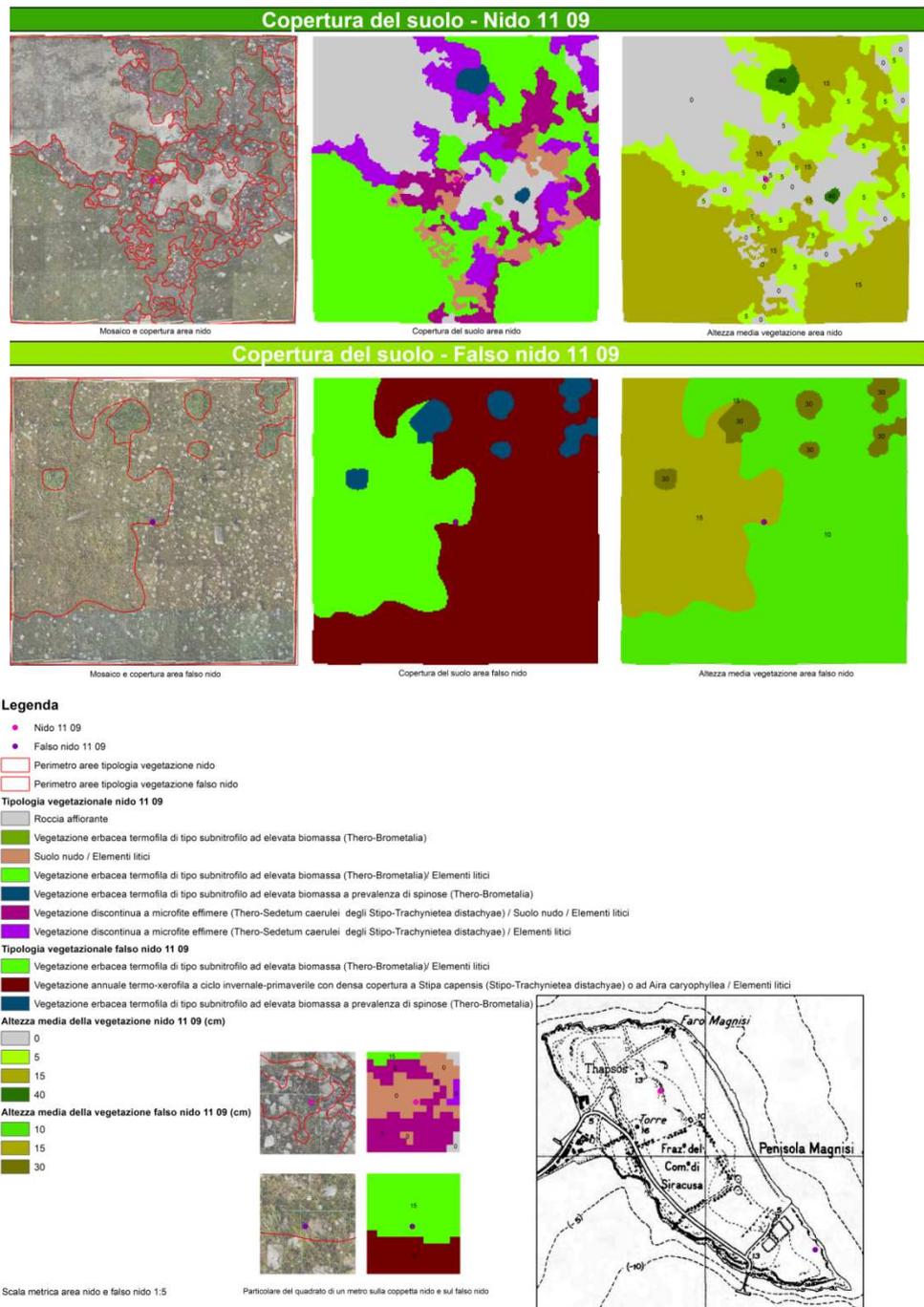


Figura 43 – Carte della copertura del suolo. Nido e falso nido 11 09.

Sono state realizzate 48 carte tematiche, 24 relative ai nidi e 24 ai “falsi nidi”. Le carte relative alla copertura del suolo riportano una legenda con le tipologie di vegetazione rinvenute. Sono state altresì realizzate delle carte tematiche che esprimono l’altezza media delle comunità presenti nel microhabitat (vedi Allegato).

Restituzione grafica del rilievo plano-altimetrico

Tutti i valori (coordinate polari) corrispondenti alla posizione dei punti rilevati in campo sono stati elaborati con un foglio di lavoro di *Microsoft Office Excel*; i dati inseriti nel foglio elettronico, tramite calcoli trigonometrici, sono stati convertiti da coordinate polari a coordinate cartesiane nel sistema Gauss Boaga e cartografati con centro nella coppetta nido.

Con il comando “*Add XY Data*” del *software* ArcGis sono stati rappresentati i punti quotati. Successivamente tramite il comando “*Calculate Geometry*” si è proceduto con l’estrazione dei dati geometrici strutturali appartenenti ad ogni singolo elemento; sono state ottenute le 3 coordinate x, y e z. Le prime due danno un’informazione di tipo planimetrico sulla posizione dei punti rispetto alla coppetta nido (basandosi sulle coordinate Nord ed Est); mentre la terza fornisce un’informazione sulla quota, espressa in centimetri, dei punti rispetto al punto zero (coppetta nido).

Tramite il programma *Microsoft Office Access Database*, le coordinate sono state convertite in formato “.*dbase*”, per poter essere elaborate con ArcGis.

In riferimento al quadrato di 36 m² circostante la coppetta nido, è stato realizzato uno *shapefile* di punti mediante l'inserimento delle coordinate x, y e z di ogni punto rilevato lungo le direzioni cardinali (Fig. 44).

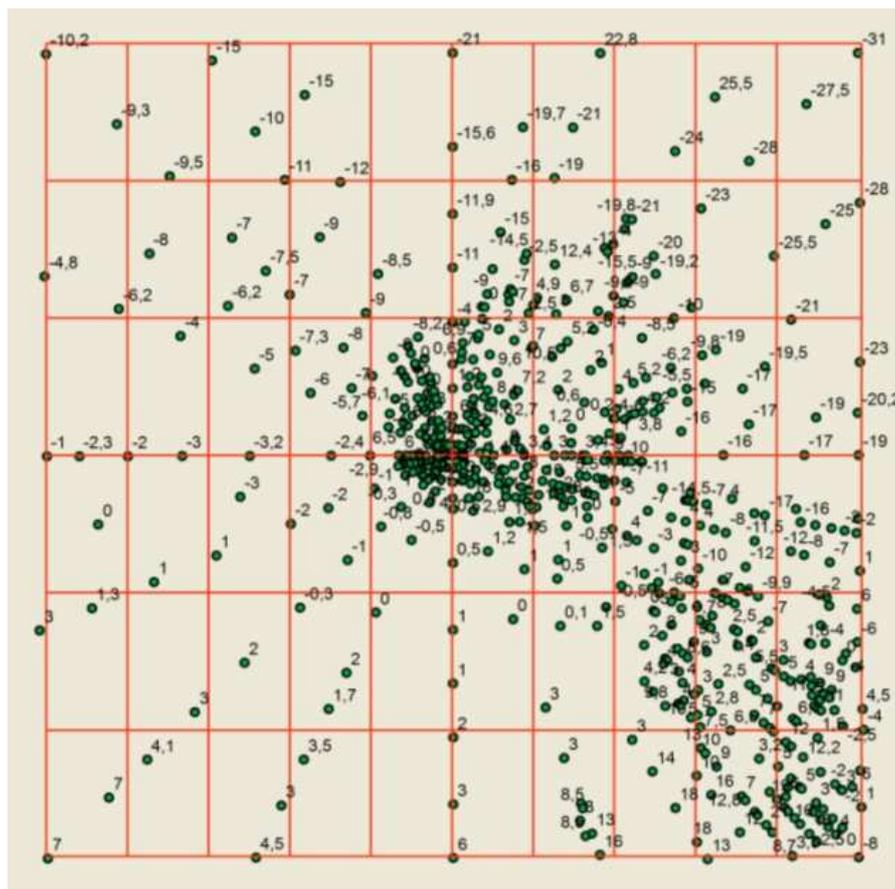


Figura 44 – Nido 18 2009. *Shapefile* di punti.

Morfologia ed elaborazione 3D

A partire dalle quote, è stato generato un modello tridimensionale del terreno, ovvero un modello digitale di elevazione (anche noto come DEM, da *Digital Elevation Model*), tale da consentire l'analisi sulla morfologia della superficie delle aree di studio. *Il Modello Digitale di Elevazione è la rappresentazione dei valori continui di elevazione sopra*

una superficie topografica con un array regolare di valori di quota, riferiti ad uno stesso Datum (ESRI).

Le operazioni sono effettuate sulle informazioni altimetriche riferite alla loro posizione nello spazio, ottenendo un set di dati georiferiti. Il modello generato contiene quindi una nuova informazione relativa alla quota che, correlata alla localizzazione spaziale, consente di effettuare un'analisi morfologica di dettaglio.

Sul DEM è stato possibile individuare immediatamente tutte quelle depressioni superficiali in grado di determinare un accumulo di acque meteoriche; particolare attenzione è posta ovviamente alle conche, nei pressi della coppetta nido, localizzate a quote immediatamente inferiori o allo stesso livello, e che quindi avrebbero potuto provocare il danneggiamento delle uova.

Su questo modello si basano le ulteriori elaborazioni effettuate, descritte di seguito, che hanno consentito di calcolare gli altri principali parametri.

L'elaborazione per ottenere il DEM è stata eseguita mediante l'interpolatore "*Topo to raster*". L'interpolazione spaziale è un'operazione molto diffusa in ambiente GIS come ad esempio l'elaborazione di punti quotati per ottenere le curve di livello di una porzione di territorio. È un processo che fornisce una stima ragionevole di un valore in un sito in cui non è effettivamente conosciuto. Questo interpolatore, basato su una ricerca condotta da HUTCHINSON (1988), interpola una superficie idrologicamente corretta a partire da punti, linee e poligoni che hanno attributi di elevazione. Si parte quindi dal presupposto che l'acqua è la forza erosiva primaria, poichè influenza e determina più di ogni altra forza l'andamento morfologico dei terreni,

che risultano essere delle strutture di drenaggio connesse con massimi locali (cime) e minimi locali (fessure “*Sink*”). Vengono quindi inserite nel processo di interpolazione delle regole basate su queste conoscenze che in fase di elaborazione sono imposte come vincoli.

Per questo motivo il metodo di interpolazione “*Topo to raster*” in fase di stima restituisce nel punto campionato un valore differente da quello misurato.

Carta altimetrica

La carta altimetrica è stata redatta tematizzando il DEM (“*Topo to raster*”). La classificazione è relativa ad ogni nido ed in funzione dei valori associati ad ogni *pixel*. Si è scelto di classificare i valori ottenuti dall’interpolazione secondo il criterio degli “intervalli naturali di Jenks” (Fig. 45). Le classi sono basate su raggruppamenti naturali inerenti i dati. ArcMap identifica gli intervalli con i punti di rottura massimizzando le differenze tra le classi. I limiti delle classi, quindi, sono fissati dove ci sono salti di valori relativamente grandi. I valori degli intervalli variano ovviamente per ogni sito esaminato.

Questa scelta ha consentito di rappresentare al meglio l’andamento del terreno, considerato che l’obiettivo non è quello di stabilire a quale quota si trovi la coppetta, ma in quale contesto morfologico l’Occhione tende a deporre le uova.

Nella tematizzazione, che è generata attraverso il DEM, sono state considerate 5 classi di valori. Per una migliore valutazione della morfologia, alla carta altimetrica, sono state sovrapposte le curve di livello con un intervallo di 1 cm. Le quote rilevate sul campo non sono quote assolute. A causa dell’elevato grado di dettaglio, come già detto in

L'elaborazione si basa infatti sui valori d'altezza di ogni *pixel* con i *pixel* direttamente adiacenti. Il flusso dell'acqua si sposta da un *pixel* all'altro in base alle differenze d'altezza e per ogni *pixel* sono individuate 8 possibili direzioni poiché sono 8 i *pixel* adiacenti; in base alla direzione, il *pixel* assume un valore convenzionale di 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 o 128 (Fig. 46).

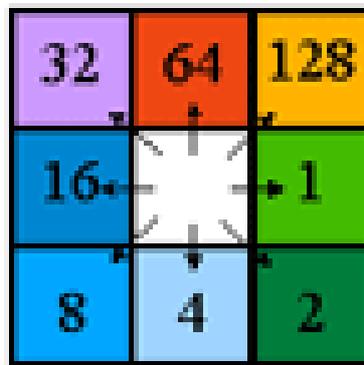


Figura 46 – *Direction coding*. Da ArcGis (ESRI).

Attraverso le operazioni sopra citate è stato quindi possibile ottenere, a partire dal DEM (*input*), un *raster* del “*Flow Direction*” (*output*) (Fig. 47).

La determinazione delle direzioni dei flussi delle acque è necessaria per definire l'elaborazione relativa ai flussi di accumulo, infatti in base alla direzione di scorrimento si può determinare l'accumulo nelle celle.

Nella figura 47 le frecce rappresentano le direzioni di scorrimento dell'acqua in ogni singola cella. Le aree rappresentano invece le superfici di scorrimento e sono caratterizzate da un flusso unidirezionale. Tanto più piccole sono le aree, tanto minore sarà il flusso di scorrimento all'interno delle stesse. Si può notare come

nell'immediato intorno della coppetta nido presa in esame siano presenti aree con piccole superfici e con direzioni di flusso tra loro divergenti.

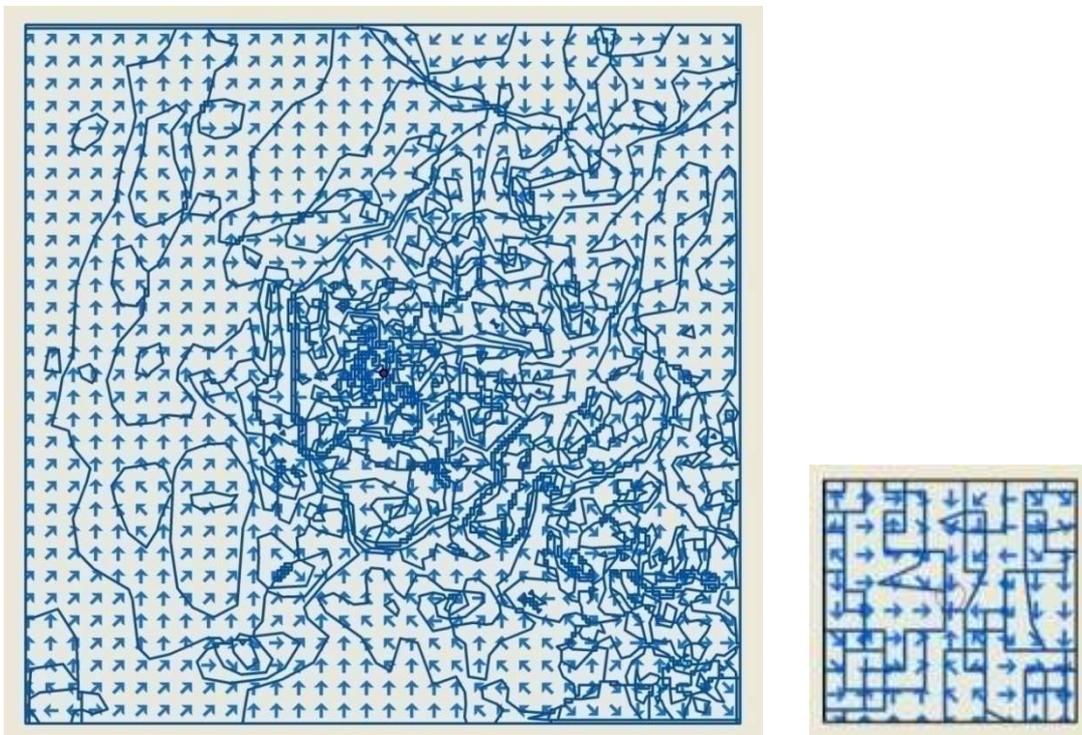


Figura 47 – Nido 18 2009. Elaborazione “*Flow Direction*” e particolare sulla coppetta dell’elaborazione. L’indicatore rosso identifica la posizione della coppetta nido.

Zone di accumulo delle acque

L’elaborazione successiva è dunque quella della funzione “*Flow Accumulation*” attraverso la quale è stato possibile definire le quantità di accumulo di acqua nelle celle (*pixel*). Sulla base del *raster* “*Flow Direction*” (*input*) calcolato, si costruisce il *raster* “*Flow Accumulation*” (*output*), nel quale sono evidenti i percorsi preferenziali di scorrimento dell’acqua (Fig. 48).

La funzione “*Flow Accumulation*” calcola il numero di celle che scorrono in ogni cella successiva, individuata in base alla curva di

massima pendenza. Alla singola cella viene quindi assegnato un peso pari al numero di celle che scorrono su di essa. Se non è individuato alcuno scorrimento viene applicato un peso pari a 1 (il peso della cella stessa). Celle con un alto flusso di accumulo rappresentano zone ad elevata concentrazione di acqua; ciò viene utilizzato per identificare i canali. Viceversa, celle con un accumulo di flusso pari a zero (celle dalle quali l'acqua scorre in direzione di altre ma che non ricevono flussi) sono localizzate in aree topograficamente alte e possono essere utilizzate per identificare le creste.

Tale elaborazione tuttavia non restituisce la rete dei flussi effettiva, dato che questa non è determinata esclusivamente dalle caratteristiche topografiche e morfologiche (derivanti dal DEM), ma dipende anche dalle caratteristiche pedologiche, del substrato geologico, *etc.*

Atteso che il livello di analisi è di grande dettaglio e considerata la situazione di relativa omogeneità delle condizioni pedo-geologiche, tale elaborazione appare comunque più che sufficiente a descrivere i probabili percorsi preferenziali di deflusso e quindi anche di accumulo delle acque meteoriche.

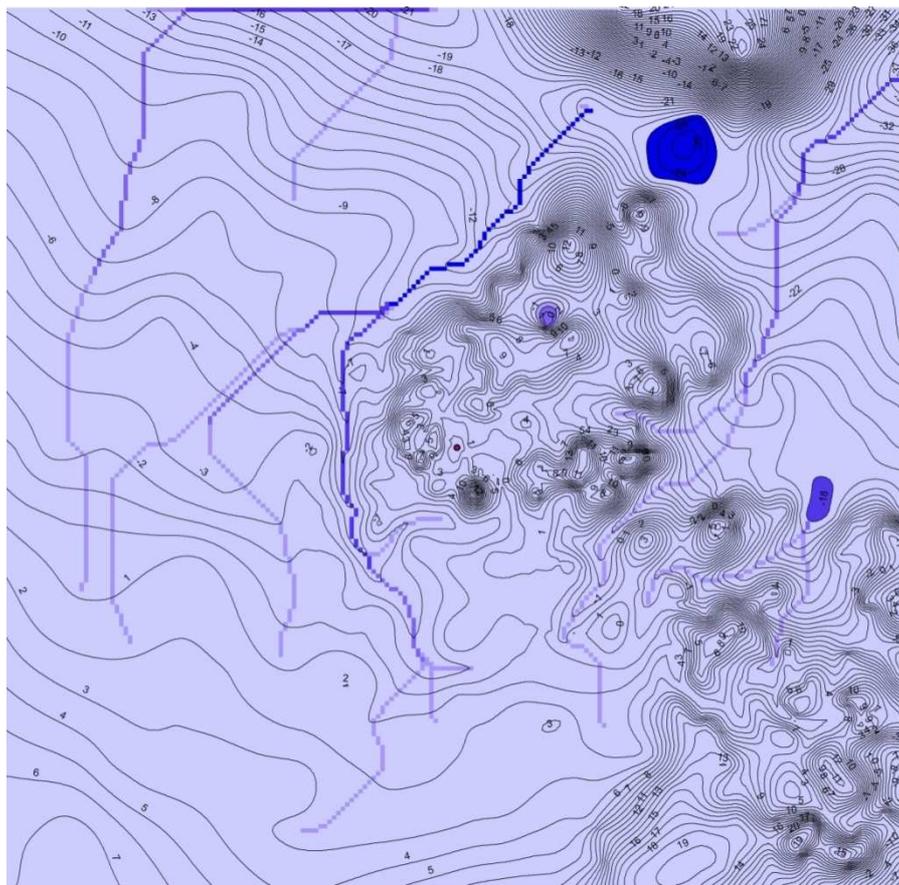


Figura 48 – Nido 18 2009 - Elaborazione “*Flow Accumulation*”.
L’indicatore rosso identifica la posizione della coppetta nido.

Trasformazione in formato matriciale dei valori delle analisi

Le analisi effettuate per ottenere il DEM e successivamente “*Flow Accumulation*” e “*Slope*” (pendenze) sono state eseguite su formato dati di tipo *raster*. Nel formato *raster* non c’è il concetto di oggetto, ma di *pixel* che utilizza la primitiva geometrica *pixel* (*picture element*), definita come la minima unità di informazione all’interno di una griglia di elementi. Il formato *raster* permette quindi una migliore rappresentazione di dati continui cioè di quei dati che devono raffigurare un fenomeno che copre, con valori eterogenei, tutto il territorio preso in considerazione; inoltre permette una maggiore elasticità nella

classificazione dei dati. La precisione dei valori all'interno di un *raster* dipende dalla risoluzione.

I dati *raster* sono stati generati con un *pixel* di 3 x 3 cm². In ogni elaborazione sono presenti 40000 *pixel* divisi in 200 righe e 200 colonne. Ad ogni *pixel* è associato il valore della rispettiva elaborazione: nel *raster* della pendenza al *pixel* è associato il valore, in quel preciso punto, della pendenza espresso in gradi; nella “*Flow Accumulation*” ad ogni *pixel* è associato il valore pari al numero delle celle che scorrono in quel determinato punto; per il “*Topo to raster*” al *pixel* è associato il valore della quota ottenuta tramite interpolazione; per la copertura del suolo è associato il valore (simbolo) relativo al tipo di copertura in quel *pixel*.

Il software ArcGis, tramite lo strumento di conversione “*Raster to ASCII*”, permette la trasformazione delle elaborazioni ottenute dal formato *raster* al formato testo. Il *file* ottenuto ha una intestazione “*header*” contenente informazioni sull'immagine *raster* di origine. Dopo l'“*header*” sono riportati i valori dei singoli *pixel* delimitati da uno spazio e ordinati per riga e colonna nella stessa posizione del *raster* di origine. Il file ottenuto viene depurato dall'“*header*” e importato nel foglio elettronico *Excel* (Fig. 49).

Figura 49 – Particolare del foglio di lavoro Excel riferito alla “Flow Accumulation” del nido R 2008.

Sono stati quindi selezionati 5 quadrati campione di 99 x 99 celle, 4 agli angoli e uno al centro in corrispondenza della coppetta nido. Per ciascun quadrato sono stati estratti i seguenti parametri: media, mediana, deviazione standard, somma delle celle. I risultati sono stati utilizzati per l’analisi statistica.

5.2 Risultati e discussione

I risultati sull'analisi fitosociologica e geomorfologica, a livello di microhabitat, sono stati utili per la comprensione delle scelte operate dalla coppia in termini di aree idonee e non alla nidificazione, anche in funzione dell'espletamento delle attività biologiche dei pulcini nelle prime ore di vita.

Sono stati messi a confronto nidi veri (n=24) e falsi (n=24). Si è pervenuti alla realizzazione grafica della distribuzione dei nidi sulla penisola, alla evidenziazione delle corrispondenze tra siti di nidificazione ed eterogeneità ecologica e strutturale del territorio, nonché alla definizione delle potenziali nicchie utilizzabili dalla specie ai fini riproduttivi.

In particolare, la sovrapposizione di dati geomorfologici e vegetazionali e la parallela elaborazione, hanno consentito di pervenire alla formulazione di una prima definizione delle variabili che condizionano le scelte dei siti di nidificazione in relazione alle variazioni degli aspetti fisionomico-strutturali della vegetazione legate al succedersi delle stagioni.

La spiccata mosaicizzazione della vegetazione, connessa alla presenza di micro-nicchie ecologicamente differenti, fa sì che all'interno del metro quadrato, rilevato attorno alla coppetta nido, si annotino insiemi di *taxa* riferibili a *sintaxa* diversi.

La tipologia di vegetazione più ricorrente, nell'immediato intorno della coppetta nido, è quella contrassegata da specie del genere *Sedum*. Questo aspetto, descritto da BRULLO (1975) per il territorio ibleo *sub Thero-Sedetum caerulei*, è rappresentato nella penisola dalla

subassociazione *Sedetum caespitosi* Brullo. La fitocenosi, date le speciali condizioni ambientali, si presenta piuttosto povera floristicamente e differenziata da xerofite di piccola taglia tipiche dell'ambiente costiero, quali *Sedum caeruleum* L. e *S. caespitosum* (Cav.) DC.. Questa cenosi è inquadrabile nel *Trachynion distachyae* (ordine *Trachynietalia distachyae*, classe *Stipo-Trachynietea distachyae*). La copertura è estremamente ridotta e l'altezza media della vegetazione è di pochi centimetri (2-5 cm) (Figg. 50-51) (Tab. 3).



Figura 50 – Penisola Magnisi (SR). Nido 11 09. (Foto: M.T. Spena).



Figura 51 – Penisola Magnisi (SR). Particolare coppetta nido 11 09. (Foto: M.T. Spena).

Anno	2007	2008	2008	2008	2008	2007	2007	2007	2007	2008	2008	2009	2007
Nidi	A	I	R	O	Z	P	C	E	L	H	EI	II	I
superficie rilevata	1 mq												
Cop. veget. %	16%	22%	-	17%	-	-	-	-	-	11%	-	28%	-
Cop. veg. secca e residui vegetali %	-	-	28%	-	12%	17%	28%	28%	33%	-	5%	-	6%
Altezza vegetazione cm	5	10	2	8	8	6	5	6	4	8	2	15	10
Roccia %	34%	45%	72%	27%	-	61%	-	-	45%	45%	-	22%	-
Clasti %	34%	28%	-	39%	44%	-	28%	50%	-	22%	56%	28%	55%
Suolo %	16%	5%	-	17%	44%	22%	44%	22%	22%	22%	39%	22%	39%
Data rilievo	23/4	23/4	28/5	28/5	21/6	18/3	18/3	28/5	18/3	23/4	30/7	5/5	20/5
Vegetazione a microfite effimere Thero-Sedetum caerulei													
<i>Sedum caeruleum</i> L.	2	1	1	2	+	2	+	1	1	1	+	2	+
Subass. a <i>Sedum caespitosum</i>													
<i>Sedum caespitosum</i> (Cav.) DC.						+	+	r	+	+	1		
<i>Plantago weldenii</i> Rchb. var. <i>commutata</i> (Guss.) Gamisans						1	1	+	+	+	+	+	+
<i>Catapodium balearicum</i> (Willk.) H. Scholz						+		+	+	+	+	+	+
<i>Parapholis incurva</i> (L.) C.E. Hubbard								+	+	+	+	+	+
<i>Moraea sisyrrinchium</i> (L.) Ker-Gawl.	+	+					1						
Trachynion distachyae e Trachynietalia distachyae													
<i>Trifolium scabrum</i> L. subsp. <i>scabrum</i>	+	+	1	+		+	+	+	1		+	+	
<i>Catapodium rigidum</i> (L.) C.E. Hubbard ex Dony subsp. <i>rigidum</i>							+	+					+
<i>Trachynia distachya</i> (L.) Link	+												+
Süpo-Trachynietea distachyae													
<i>Stipa capensis</i> Thunb.	+	+	+	1	+	1		+	+	1	+	1	
<i>Hypochoeris achyrophorus</i> L.	+	+	+	+			r	+	1	+			+
<i>Medicago minima</i> (L.) L. var. <i>recta</i> (Desf.) Burmat		1	2		1		+	+			+	1	
<i>Sideritis romana</i> L. var. <i>romana</i>	+	+	+	+		+		+	+				
<i>Filago pygmaea</i> L.					+	+	r	+	+	+			
<i>Hyoseris scabra</i> L.	+				+			1	1	+			
<i>Euphorbia exigua</i> L. subsp. <i>exigua</i>		+						+	+				
<i>Ononis reclinata</i> L. subsp. <i>reclinata</i>		+						+	+				
<i>Echium parviflorum</i> Moench	+												+
<i>Hedypnois rhagadioloides</i> (L.) F. W. Schmidt									+				
<i>Medicago truncatula</i> Gaertn.										+			
<i>Valantia muralis</i> L.									+				
Trasgr. Tuberarietea guttatae													
<i>Aira caryophyllaea</i> L. ssp. <i>caryophyllaea</i>		+	1	1	+	2	2	1	1	+	+	+	
<i>Rumex bucephalophorus</i> L. subsp. <i>bucephalophorus</i>		1							+	1	+		
<i>Trifolium cherleri</i> L.													+
<i>Trifolium glomeratum</i> L.												+	
Elementi della vegetazione annuale subnitrofila dell'Echio plantaginei-Galactition tomentosae (Thero-Brometalia, Stellarietea mediae)													
<i>Trifolium nigrescens</i> Viv.		+	+					1	+	1	+		1
<i>Carlina lanata</i> L. Ten.	+	+			+			r	+	+			
<i>Lotus orithopodioides</i> L.				+				+	+				
<i>Hordeum murinum</i> L. subsp. <i>leporinum</i> (Link) Arcang.	+											+	+
<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr.-Foss.					+					+			
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L.Hér.		+				+							
<i>Geranium molle</i> L.		+								+			
<i>Urospermum picroides</i> (L.) Schmidt													+
<i>Anisantha madritensis</i> (L.) Nevski								r					
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.		+											
Altre specie													
<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv. subsp. <i>maritima</i>	+	+		+	+	+		+	+	+		+	+
<i>Anthemis arvensis</i> L. ssp. <i>incrassata</i> (Loisel.) Nyman	+		+		+	+	+	+	+	+		+	+
<i>Silene colorata</i> Poir.	+	+	+				+	+	+	1	+	1	
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.		1	+		1				+	2			
<i>Trifolium suffocatum</i> L.		+				1	1			2			
<i>Salvia verbenaca</i> L.			+			+				1			
<i>Trifolium resupinatum</i> L.						1	1			+			
<i>Carlina hispanica</i> Lam. ssp. <i>globosa</i> (Arcang.) Meusel & Kästner	+		+										
<i>Lagurus ovatus</i> L. subsp. <i>ovatus</i>		+								+			
<i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth						1			+				
<i>Hypericum triquetrifolium</i> Turra										+			+

Tabella 3 – *Thero-Sedetum caerulei*.

Altra espressione di vegetazione terofitica a carattere xerico ed a fenologia invernale-primaverile, ma più ricca floristicamente, da inquadrare sempre nell'ordine *Trachynietalia distachyae*, che si afferma nei tratti dove lo spessore dello strato di terriccio aumenta, è differenziata dalla dominanza di *Stipa capensis* Thunb. a cui seguono *Bromus fasciculatus* C. Presl, *Lotus edulis* L., *Hedypnois cretica* (L.) Dum.-Cours., *Trachynia distachya* (L.) Link, *Moraea sisyrrinchium* (L.) Ker-Gawl. (= *Iris sisyrrinchium* L.), *Trifolium scabrum* L., *T. stellatum*

L., Bupleurum semicompositum L., Astragalus sesameus L., Trigonella monspeliaca L., etc. (Tab. 4).

Anno	2008	2009	2009	2009	2009	2009	2008	2009	2008	2009
Nidi	C	18	5	6	23	19	F1	28	A1	12
superficie rilevata	1 mq	1 mq	1 mq	1 mq	1mq	1 mq	1 mq	1mq	1 mq	1 mq
Cop. veget. %	16%	22%	55%	67%	8%	-	-	-	-	-
Cop. veg. secca e residui vegetali %	-	-	-	-	-	72%	44%	44%	72%	11%
Altezza vegetazione cm	10	10	10	15	12	10	2/40	0,5/20	2	6
Roccia %	31%	45%	-	33%	56%	-	22%	-	-	72%
Clasti %	31%	11%	28%	1	14%	17%	28%	12%	28%	6%
Suolo %	22%	-	17%	1	22%	11%	5%	44%	-	11%
Data rilievo	23/4	19/5	17/4	17/4	18/6	26/5	21/8	15/07	25/7	21/5
Aggr. a <i>Stipa capensis</i>										
<i>Stipa capensis</i> Thunb.	1	1	+	+	1	2	1	+	+	1
Trachynion distachae e Trachynietalia distachae										
<i>Trifolium scabrum</i> L. subsp. <i>scabrum</i>	+	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Catapodium rigidum</i> (L.) C.E. Hubbard ex Dony subsp. <i>rigidum</i>			+	+	+	+	+	+	+	+
Stipo-Trachynietea distachae										
<i>Hypochoeris achyrophorus</i> L.	+	+	+	2		+	+	+	+	
<i>Hyoseris scabra</i> L.		+	+	+	+		+	+		
<i>Sideritis romana</i> L. var. <i>romana</i>	+	+		+	+		+			
<i>Filago pygmaea</i> L.	+	+			+	+	+			
<i>Medicago minima</i> (L.) L. var. <i>recta</i> (Desf.) Burnat			+	+	+		1			
<i>Plantago weldenii</i> Rchb. var. <i>commutata</i> (Guss.) Gamisans	1	+					+			+
<i>Bromus fasciculatus</i> Presl			+	1		+				
<i>Ononis reclinata</i> L. subsp. <i>reclinata</i>		+		+						
<i>Moraea sisyrinchium</i> (L.) Ker-Gawl.	+			+						
<i>Euphorbia exigua</i> L. subsp. <i>exigua</i>				+						
<i>Hedynois rhagadioloides</i> (L.) F. W. Schmidt				+						
<i>Trifolium stellatum</i> L. var. <i>stellatum</i>			+							
<i>Valantia muralis</i> L.				+						
<i>Bupleurum semicompositum</i> L.		+								
Trasgr. Tuberarietea guttatae										
<i>Aira caryophyllea</i> L. ssp. <i>caryophyllea</i>	+	2	2		+	1	+	+		+
<i>Trifolium glomeratum</i> L.		+	+	+		+			+	
<i>Trifolium campestre</i> Schreber		+		+				+		+
<i>Rumex bucephalophorus</i> L. subsp. <i>bucephalophorus</i>	+									
Elementi della vegetazione annuale subnitrofila dell'Echio plantaginei-Galactition tomentosae (Thero-Brometalia, Stellarietea mediae)										
<i>Carlina lanata</i> L.Ten.	+	1		+	+			+		
<i>Trifolium nigrescens</i> Viv.	1	+	+					+		1
<i>Carlina hispanica</i> Lam. ssp. <i>globosa</i> (Arcang.) Meusel & Kästner				+	+		2			
<i>Eryngium campestre</i> L.				+	1			+		
<i>Hordeum murinum</i> L. subsp. <i>leporinum</i> (Link) Arcang.			+					+		
<i>Carduus argyroa</i> Biv.	+			+				+		
<i>Cichorium intybus</i> L.		+	+						+	
<i>Urospermum dalechampii</i> (L.) Schmidt		+		+						
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	+		+							
<i>Anisantha madritensis</i> (L.) Nevski			+	1						
<i>Galactites elegans</i> (All.) Soldano			+	1						
<i>Hirschfeldia incana</i> (L.) Lagr.-Foss.	+		+							
<i>Notobasis syriaca</i> (L.) Cass.			+			+				
<i>Avena barbata</i> Potter ex Link subsp. <i>barbata</i>				+						
<i>Tordylium apulum</i> L.				+						
<i>Urospermum picroides</i> (L.) Schmidt	+									
<i>Geranium molle</i> L.				+						
<i>Oxalis pes-caprae</i> L.				+						
<i>Aegilops geniculata</i> Roth				+						
<i>Lotus edulis</i> L.								+		
Altre specie										
<i>Anthemis arvensis</i> L. ssp. <i>incrassata</i> (Loisel.) Nyman	1	+	+	1	+	+	1	+	+	
<i>Silene colorata</i> Poir.	1	+	+		+	+	+	+	+	+
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.		+		+	+		+			
<i>Trifolium tomentosum</i> L.		+	+						+	+
<i>Crepis bursifolia</i> L.			+	+				+		+
<i>Lobularia maritima</i> (L.) Desv. subsp. <i>maritima</i>	+			+						+
<i>Lagurus ovatus</i> L. subsp. <i>ovatus</i>		1		+				+		
<i>Reichardia picroides</i> (L.) Roth		+	+	+						
<i>Salvia verbenaca</i> L.				+	+					
<i>Scorpiurus muricatus</i> L. ssp. <i>subvillosus</i> (L.) Thell.				1						

Tabella 4 – Aggruppamento a *Stipa capensis*.

Intercalata ai praticelli del *Trachynion distachyae*, è frequente, su piccole superfici, una vegetazione termo-xerofila effimera di tipo subalofilo da riferire al *Plantagini-Catapodion marini* (ordine *Stipo-Bupleretalia semicompositi*, classe *Stipo-Trachynietea distachyae*). Questi aspetti erbacei sono caratterizzati da *Catapodium balearicum* (Willk.) H. Scholz e *Plantago coronopus* L..

Le fitocenosi sopra descritte sono presenti nei nidi in cui la deposizione delle uova avviene all'inizio della stagione primaverile (fine marzo-aprile). Nei nidi con deposizione tardo primaverile-estiva la copertura vegetale si riduce o scompare, e prevale nettamente il suolo nudo o un suolo coperto da residui secchi della vegetazione preesistente.

All'interno del microhabitat, oltre alle tipologie sopra descritte, sono stati evidenziati:

- frammenti o elementi di comunità ad erbe perennanti (praterie pseudo-steppiche) della classe *Lygeo-Stipetea*. Questi aspetti colonizzano le piccole tasche di suolo tra gli anfratti rocciosi, nell'ambito di aspetti erbacei dei *Thero-Brometalia*. Alla composizione floristica di queste cenosi partecipano diverse emicriptofite della classe quali *Hyparrhenia hirta* (L.) Stapf., *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica* (Roth) Nyman, *Asphodelus microcarpus* Salzm. et Viv., *Charybdis pancration* (Steinh.) Speta, *Verbascum sinuatum* L., *Reichardia picroides* (L.) Roth.;
- frammenti o elementi di fitocenosi subnitrofile e nitrofile. Si tratta di aspetti con elevato grado di copertura (> 80%) e altezza media della vegetazione compresa fra 12 e 40 cm. Queste formazioni sono riconducibili a 2 diversi *syntaxa*: *Stellarietea mediae* e *Onopordetea acanthi*, legati all'abbandono colturale e allo stazionamento degli

animali al pascolo. Gli aspetti di vegetazione riconducibili agli *Stellarietea mediae* (ordine *Thero-Brometalia*) annoverano prevalentemente terofite quali, *Galactites elegans* (All.) Soldano, *Carduus argyrea* Biv., *Trifolium nigrescens* Viv., e numerose graminacee fra cui *Stipa capensis* Thunb., *Anisantha madritensis* (L.) Nevski, *Hordeum murinum* L. subsp. *leporinum* (Link) Arcang., nonché molte crucifere e leguminose.

Gli aspetti nitrofilo della classe *Onopordetea acanthi* si caratterizzano per la dominanza di diverse composite spinose a taglia medio-alta, a ciclo tardo primaverile-estivo, appartenenti ai generi *Carduus*, *Carlina*, *Carthamus*, *Notobasis*, *Onopordum*, *Scolymus* e rappresentati da: *Carlina gummifera* (L.) Less., *Carlina hispanica* Lam. subsp. *globosa* (Arcang.) Meusel & Kästner, *Carthamus lanatus* L. subsp. *lanatus*, *Notobasis syriaca* (L.) Cass., *Onopordum illyricum* L. subsp. *illyricum*, *Scolymus grandiflorus* Desf., *S. hispanicus* L., etc.. Le cenosi di questa classe sono dinamicamente collegate agli aspetti erbacei annuali subnitrofilo dei *Thero-Brometalia* e si sostituiscono ad essi unicamente per un arricchimento del suolo in sostanza organica.

Dall'analisi complessiva dei dati vegetazionali e dalla lettura dei 48 documenti cartografici (vedi Allegato) si evidenzia che gli habitat con aspetti a microfite effimere sono quelli che, prevalentemente, insistono nell'immediato intorno della coppetta nido e, quindi, corrisponderebbero agli aspetti eletti dall'Occhione per la nidificazione: praticelli terofitici, a rapido ciclo di sviluppo, o aspetti di gariga a *Coridothymus capitatus* (L.) Rchb., a copertura discontinua e distribuiti in siti rocciosi che si

alternano ad affioramenti del tavolato calcareo e a corridoi di suolo nudo con elementi litici sparsi.

A partire dal mese di giugno, le aree non utilizzate precedentemente, poiché coperte, divengono idonee alla nidificazione, anche grazie al calpestio di ovini e bovini (SPENA *ET AL.*, 2008) (Fig. 52).



Figura 52 – Penisola Magnisi (SR), nido A1, 13/06/2008. (Foto: M.T. Spena).

Inoltre, frammenti di vegetazione a più alto sviluppo, rinvenibili a pochi metri dal nido o entità isolate sulla coppetta stessa rappresentano aree di rifugio e protezione (Fig. 53).



Figura 53 – Nido F1 2008 (Fotogramma di un video di M.T. Spena).

Confrontando le caratteristiche della vegetazione (copertura e altezza media) dei nidi con gli aspetti che contraddistinguono i “falsi nidi”, si rileva che i primi sono ubicati generalmente in ambiente aperto, su suolo nudo o con vegetazione bassa. Diversamente i “falsi nidi” possono essere discriminati dalla prevalenza di tipologie di vegetazione ad elevato ricoprimento e altezza (Fig. 54).



Figura 54 – Penisola Magnisi (SR). Falso nido E 07. (Foto: R. Grasso).

Gli aspetti e le situazioni sopra descritti sono comunque presenti anche nei nidi, ma occupano superfici limitate nell'intorno di 36 m².

L'elaborazione “*Flow Accumulation*” ha messo in evidenza che, rispetto all'area complessiva analizzata di 36 m², in prossimità della coppetta nido si verifica un accumulo nullo o minimo delle acque meteoriche (vedi Allegato).

Per quanto riguarda i 24 nidi presi in considerazione, si evince che:

- nelle nidificazioni del 2007, dei sei nidi esaminati, soltanto uno (nido P) presenta una lieve depressione che interessa la coppetta nido marginalmente. Potenzialmente in tale depressione potrebbe esserci accumulo di acque meteoriche ma, in considerazione del periodo stagionale (deposizione a fine giugno), questo evento risulta alquanto improbabile.

L'esito della nidificazione è stato positivo. Delle altre cinque nidificazioni, soltanto nei pressi di due (A 07 ed E 07) ci sono zone di “*Flow Accumulation*” che in ogni caso non interessano la coppetta. I nidi C 07, I 07 ed L 07 sono posti in microaree pianeggianti e non presentano accumulo né ruscellamento (vedi Allegato);

- nel 2008 sono state esaminate nove nidificazioni. Soltanto il nido H presenta una piccola pozza di accumulo, che non interessa però la coppetta in quanto dista 10 cm dalla stessa. La coppetta del nido R 08 coincide con una conca naturale scavata su una roccia, avente andamento pianeggiante. La sua profondità rientra nei limiti dimensionali delle coppette nido. In questo caso non sarebbe stato possibile alcun tipo di drenaggio in caso di pioggia, ma la nidificazione (deposizione 14/05/2008 e schiusa 09/06/2008) ha avuto esito positivo. Dalle elaborazioni relative ai rimanenti nidi si evidenzia che non sono presenti accumuli e scorrimento d'acqua; inoltre le coppette sono ubicate in microaree pianeggianti (vedi Allegato);
- anche i nidi del 2009 analizzati si trovano in microaree pianeggianti non interessate da accumulo e/o scorrimento delle acque meteoriche. Soltanto il nido 27 09 presenta una depressione nei pressi della coppetta, senza interessarla direttamente. È un nido deposto nel mese di luglio che ha avuto esito negativo in quanto predato (vedi Allegato).

I dati ottenuti grazie alle elaborazioni effettuate, che hanno consentito un'analisi di dettaglio su scale dell'ordine dei centimetri,

hanno permesso una lettura delle caratteristiche non solo vegetazionali, ma anche della geomorfologia fine. In tutti i casi si evidenzia come le singole coppette rappresentino delle realtà “strutturali” che soddisfano perfettamente non solo le necessità della cova, ma anche quelle legate a tutti gli aspetti della biologia riproduttiva.

Dall’analisi dei 24 “falsi nidi” sono stati evidenziati non solo aspetti geomorfologici non idonei a poter accogliere la coppetta nido, ma anche aspetti vegetazionali che non avrebbero permesso la nidificazione (vedi Allegato).

I “falsi nidi” ricadono infatti:

- in aree con accumulo di acqua;
- in aree interessate da scorrimento d’acqua;
- in aree con copertura vegetale molto fitta;
- su piano inclinato;
- su spuntoni di roccia.

In particolare in quattro di essi (falso I 08, falso R 8, falso 18 09, falso 19 09) la “falsa coppetta nido” è ubicata in corrispondenza di un’area con accumulo di acqua (vedi Allegato).

In altri due (falso 06 09, falso 12 09) è presente scorrimento di acqua in corrispondenza della coppetta (vedi Allegato).

Quindici ricadono su piani inclinati (tavolato calcareo, rocce o terreno), in cui la pendenza è tale da non permettere la nidificazione.

In altri undici “falsi nidi”, tutta la microarea è ricoperta da fitta vegetazione (vedi Allegato).

Altri cinque “falsi nidi” (falso Z 08, falso E1 08, falso F1 08, falso 05 09, falso 28 09) si trovano su spuntoni di roccia dove sarebbe impossibile la ovideposizione (vedi Allegato).

Sono stati inoltre messi a confronto i nidi (n=24) ed i falsi (n=24) analizzando le variabili: “*Flow Accumulation*” (FLOW), “*Topo to raster*” (TOPOTOR), “*Slope*” (PEND) e l’altezza media della vegetazione (HMEDVEG).

L’analisi è stata condotta utilizzando i modelli lineari generalizzati (GLM) (McCULLAGH & NELDER, 1989), considerando come variabile dipendente la presenza/assenza del nido nel quadrato campione (trasformata secondo la trasformazione “*logit*”) e una distribuzione degli errori di tipo binomiale. Allo scopo di evitare problemi di collinearità, in una fase preliminare è stata esaminata la correlazione (coefficiente di correlazione di Pearson) tra le variabili indipendenti. Le variabili che sono risultate correlate in maniera rilevabile ($r \geq 0.3$ in valore assoluto) non sono state introdotte contemporaneamente nei modelli. Al contrario, sono stati saggiati separatamente i modelli che includevano solo una delle due variabili, in modo da valutarne il peso in maniera indipendente.

Allo scopo di migliorare la lettura dei risultati, tutte le variabili sono state standardizzate prima dell’analisi, in modo da rendere i coefficienti paragonabili.

Tutte le analisi sono state condotte mediante il programma statistico R 2.11.1 (*R Development Core Team* 2010).

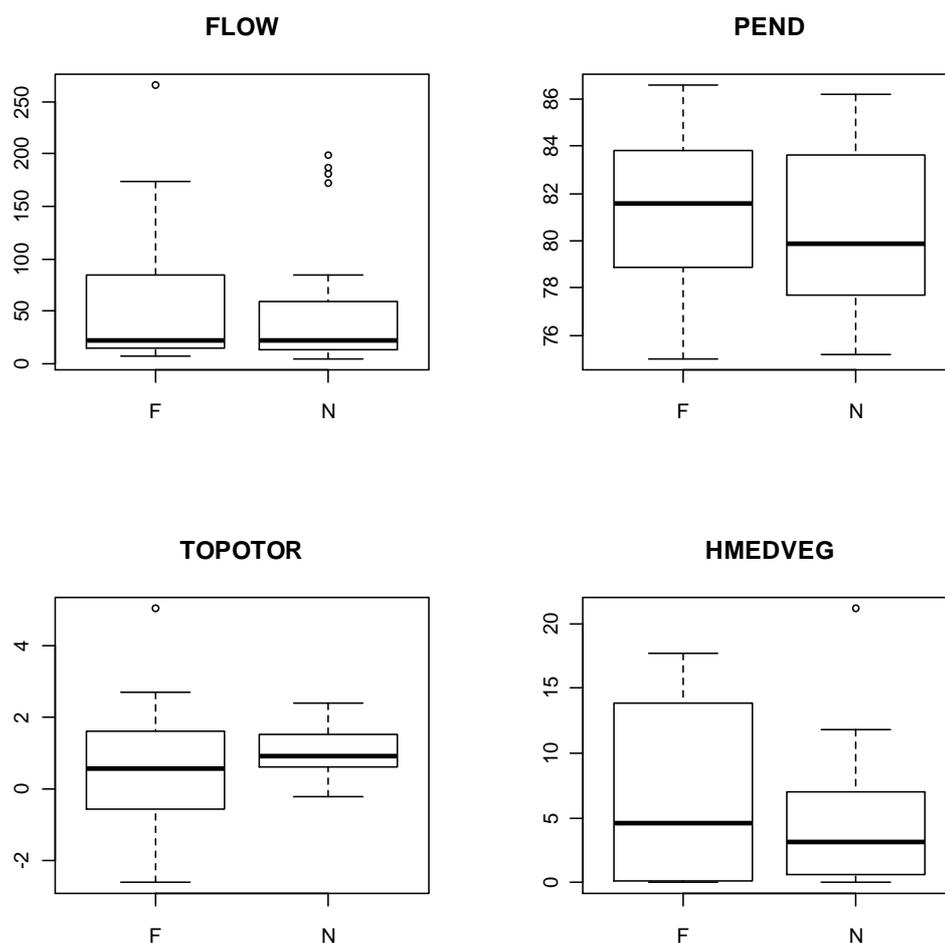


Figura 55 – Boxplot delle variabili “Flow Accumulation” (FLOW), “Topo to raster” (TOPOTOR), “Slope” (PEND) e altezza media della vegetazione (HMEDVEG) nei siti di nidificazione (N) e nei “falsi nidi” (F).

Macroarea

Il confronto tra i valori delle quattro variabili misurate nei nidi e nei “falsi nidi” è riportato nella figura 55. Si può notare come per nessuna delle variabili si registri una discrepanza rilevante tra i due gruppi di siti. Questo risultato viene confermato dall’analisi logistica. Poiché il coefficiente di correlazione delle variabili Topotor e Hmedveg è risultato pari a -0,3, questa analisi è stata condotta evitando di introdurre nel medesimo modello le due variabili sopra menzionate. Il

modello calcolato senza la variabile Hmedveg ha prodotto i risultati riportati nella tabella 5. Il modello si adatta ai dati in maniera insoddisfacente ($p = 0,03$, test della bontà dell'adattamento) e nessuna delle variabili considerate raggiunge la significatività statistica. Un risultato analogo si ottiene considerando Topotor e escludendo dal modello Hmedveg (test della bontà dell'adattamento, $p = 0,03$; tabella xyz)

	Stima	Errore standard	z	p
Senza Hmedveg				
Intercetta	-0,015	0,302	-0,049	0,96
Flow	-0,140	0,312	-0,448	0,65
Pend	-0,385	0,321	-1,200	0,23
Topotor	0,551	0,342	1,609	0,11
Senza Topotor				
Intercetta	-0.006	0.296	-0.020	0.98
Flow	-0.093	0.318	-0.293	0.77
Pend	-0.246	0.313	-0.788	0.43
Hmedveg	-0.356	0.313	-1.136	0.26

Tabella 5 – Macrohabitat: risultati ottenuti dalla regressione logistica.

Microarea

Il confronto tra i valori delle quattro variabili misurate nei nidi e nei “falsi nidi” è riportato nella figura 56. Risulta evidente che le variabili PEND e HMEDVEG tendono a differire nei due gruppi: nel primo caso, i nidi fanno registrare valori maggiori, mentre nel secondo accade esattamente il contrario.

Poiché il coefficiente di correlazione tra le variabili FLOW e TOPOTOR è risultato elevato (-0,46), l'analisi logistica successiva è stata condotta evitando di introdurre nel medesimo modello le due variabili sopra

menzionate. Il modello calcolato senza la variabile FLOW ha prodotto i risultati riportati nella tabella 6. Il modello si adatta bene ai dati (test della bontà dell'adattamento, $p = 0,94$) e due delle variabili considerate (PEND e HMEDVEG) sono risultate altamente significative. Sostituendo a FLOW, TOPOTOR non si ottiene alcun cambiamento significativo. Ancora l'adattamento del modello risulta buono (test della bontà dell'adattamento, $p = 0,93$) e le variabili significative sono le medesime individuate in precedenza.

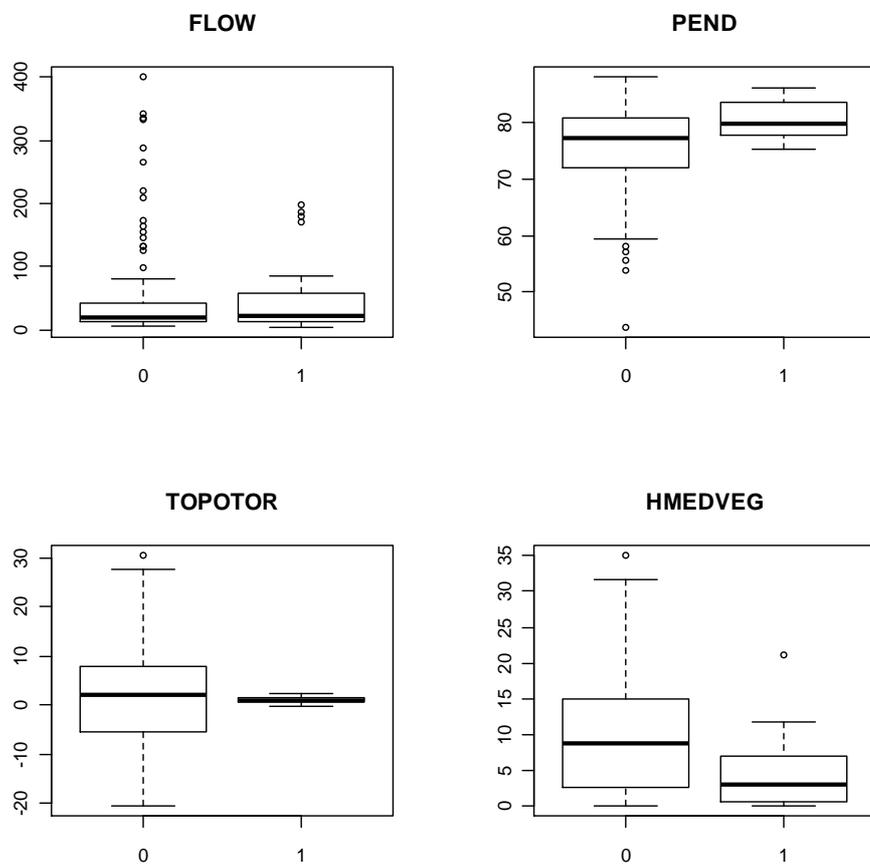


Figura 56 – Boxplot delle variabili considerate nei siti di nificazione (1) e nel loro intorno (0).

	Stima	Errore standard	z	p
Senza Flow				
Intercetta	-2.148	0.410	-5.233	<<0.001
Hmedveg	-1.297	0.412	-3.150	0.002
Pend	1.320	0.458	2.886	0.004
Topotor	-0.248	0.263	-0.942	0.35
Senza Topotor				
Intercetta	-2.130	0.407	-5.236	<<0.001
Hmedveg	-1.291	0.413	-3.130	0.002
Pend	1.293	0.452	2.860	0.004
Flow	0.116	0.304	0.382	0.70

Tabella 6 – Microhabitat: risultati ottenuti dalla regressione logistica.

Nel complesso si nota chiaramente che i nidi vengono collocati in un'area caratterizzata da un'altezza della vegetazione minore rispetto all'intorno e con pendenze maggiori.

Dalle analisi statistiche effettuate risulta che i nidi presi in considerazione (n=24) e raffrontati con i “falsi nidi” (n=24) dovranno essere incrementati. Quindi i dati ottenuti sono suscettibili di revisioni future.

6. Biologia riproduttiva dell'Occhione nella penisola Magnisi (SR)

“Nel mese di febbrajo presso le spiagge del mare nelle vicinanze di Messina tra’ rari cespugli s’incontra quest’uccello; è di passo periodico; in diversi luoghi della Sicilia però vi si trova in tutte le stagioni”. Così BENOIT nel 1840 descriveva le abitudini della specie.

In generale, ad oggi, mancano studi e monitoraggi sistematici sulle popolazioni nidificanti in territorio siciliano.

Nella penisola Magnisi l’Occhione è presente tutto l’anno e la popolazione stimata è di 15-20 coppie in una superficie di 1,13 km², con apparente tendenza all’incremento (SPENA ET AL., 2008). Al di fuori della stagione riproduttiva gli individui formano *roost* comunitari in luoghi in genere protetti dal vento.

La biologia riproduttiva dell’Occhione è condizionata fortemente da esigenze di criptismo, soprattutto nella delicata fase della cova, quando il rischio della predazione è alto.

Sembra che gli Occhioni siano fedeli alle microaree utilizzate per la nidificazione sia per quanto riguarda la distribuzione spaziale che per quella temporale. In tal senso sono state avviate delle ricerche che hanno permesso di confermare tali osservazioni.

Nell’area di studio le coppette nido sono collocate in diverse tipologie di substrato:

- ✓ sul terreno, in aree aperte caratterizzate da suolo nudo o con piccoli elementi litici sparsi e con una profondità del suolo superiore a 10 cm (Fig. 57);

- ✓ sul terreno, in tasche di suolo più o meno ampie e con una profondità variabile da 1 a 5 cm (Fig. 58);
- ✓ direttamente sulla roccia calcarea che presenta concavità naturali (Fig. 59);
- ✓ su substrato roccioso, in depressioni ricoperte da un sottilissimo accumulo di terriccio minore di 1 cm (Fig. 60).

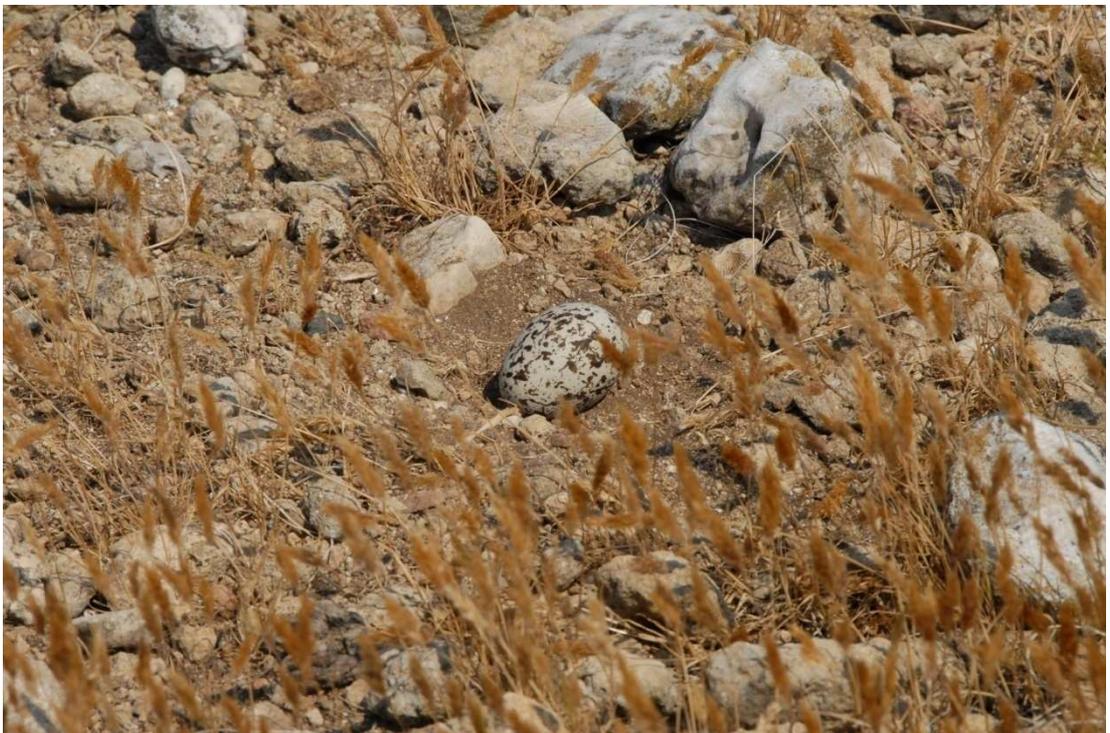


Figura 57 – Penisola Magnisi (SR). Nido C 2007. (Foto: M.T. Spena).



Figura 58 – Penisola Magnisi (SR). Nido 13 2009. (Foto: M.T. Spena).



Figura 59 – Penisola Magnisi (SR). Nido 07 2009. (Foto: M.T. Spena).



Figura 60 – Penisola Magnisi (SR). Nido 03 2010. (Foto: M.T. Spena).

Le dimensioni della coppetta nido non sono confrontabili con quelle note in letteratura che indicano il diametro variabile da 16 a 22 cm, con una profondità che oscilla tra 5 e 7 cm (CRAMP & SIMMONS, 1983). I valori registrati nell'area di studio risultano essere più vicini a quelli riportati da PAZZUCCONI (1997) (diametro 18-20 cm e profondità 2-5 cm, misurati al margine esterno della coppetta) e sono in media di 8 cm, con un massimo di 15 cm (diametro), mentre la profondità oscilla tra 1 e 4 cm (n=100) (Figg. 61-62).



Figura 61 – Penisola Magnisi (SR). Nido 02 2010 (uovo 1: 56,23x37,80 mm; uovo 2: 54,26x37,63 mm). (Foto: R. Grasso).



Figura 62 – Penisola Magnisi (SR). Nido 11 2010 (uovo 1: 54,43x37,25 mm). (Foto: M.T. Spena).

La forma della coppetta risulta spesso irregolare perché circondata da elementi litici di medie e grandi dimensioni o situata in depressioni della roccia (Fig. 63).



Figura 63 – Penisola Magnisi (SR). Nido 03 2010 (uovo 1: 50,79x37,21 mm; uovo 2: 46,76x37,28 mm).
(Foto: R. Grasso).

Inoltre sono state accertate nidificazioni in cui le uova sono deposte in una leggera depressione (profondità massima 1 cm) avente per diametro la dimensione stessa delle uova e circondata da vegetazione erbacea. I bordi della coppetta possono essere arricchiti con piccoli elementi litici disposti in modo ordinato come le tessere di un mosaico (Fig. 64).



Figura 64 – Penisola Magnisi (SR). Nido 05 2010. (Foto: M.T. Spena).

A volte le uova vengono deposte sul terreno, al riparo di vegetazione spinosa che può raggiungere anche i 40 cm d'altezza (Fig. 65), accanto ad elementi litici di medie dimensioni (Fig. 66) o sotto spuntoni di roccia alti anche 30 cm (Fig. 67).



Figura 65 – Penisola Magnisi (SR). Nido 26 2010. (Foto: M.T. Spena).



Figura 66 – Penisola Magnisi (SR). Nido 17 2009. (Foto: R. Grasso).



Figura 67 – Penisola Magnisi (SR). Nido S 2008. (Foto: R. Grasso).

Posizionamento del nido e comportamento della coppia rivestono un ruolo importante nella biologia dell'Occhione.

Nella fase dell'incubazione, i genitori presentano un comportamento assai prudente, evitando attività canore e voli in prossimità del nido. In questo periodo si muovono poco. Mentre uno dei due partner è sul nido, l'altro fa da "sentinella" e controlla che non vi siano pericoli nelle vicinanze, ponendosi ad una distanza che varia da 5-10 metri sino a 20-40 metri. In caso di pericolo, la "sentinella" avverte il partner con un caratteristico verso di allarme e corre velocemente tra la vegetazione, per poi involarsi ad una distanza variabile da 50 a 200 metri, distraendo così il potenziale predatore e consentendo al partner di "sgattaiolare" inosservato.

In ogni caso gli uccelli non si levano mai in volo dal nido e solo quando uno dei partner è sorpreso mentre si trova in fase di cova, si invola repentinamente: questo evento difficilmente si verifica a Magnisi in quanto la penisola è pianeggiante ed è facile essere scorti a centinaia di metri di distanza.

Le strategie antipredatorie variano anche in dipendenza del periodo stagionale. Oltre al comportamento di allontanamento del soggetto in cova e del partner "sentinella", è stata osservata una "strategia passiva" che varia durante l'arco della stagione riproduttiva. All'inizio del periodo di nidificazione (febbraio) e fino alla metà di maggio, i due partner si alzano in volo e si allontanano anche per centinaia di metri.

Invece con l'avanzare della stagione riproduttiva e probabilmente in concomitanza con l'aumento della temperatura, nel periodo giugno-agosto, su un campione di 49 nidi (dal 2008 al 2010), si è potuto constatare un differente modulo comportamentale: la coppia si allontana

in volo per un raggio di circa 100 metri per poi ritornare indietro descrivendo un semicerchio. Un altro comportamento di distrazione adottato, sempre in questo periodo, consiste nell'alzarsi dalla coppetta e procedere velocemente sul terreno rimanendo ad osservare: le teste "preoccupate" spiano da dietro la vegetazione.

A prescindere dal periodo stagionale, a pericolo scampato, fanno ritorno al nido dopo un intervallo che varia dai 4 ai 20 minuti (SPENA M.T., oss. pers., dati originali su 34 nidi monitorati nel 2009 e 2010).

Tra i moduli antipredatori attivi, a differenza di quanto riportato da VAUGHAN & VAUGHAN JENNINGS (2005), che descrivono vere e proprie picchiate aeree nei confronti di pecore e mucche che si avvicinano troppo al nido, nel 2009 è stato osservato un diverso *display* aggressivo nei confronti del gregge che sulla penisola è allo stato semi-brado (nido 17): l'Occhione in cova si alzava, all'avvicinarsi di una pecora, e con la coda abbassata, le ali aperte, il becco spalancato e il collo disteso, riusciva a deviarne il percorso.

Nell'area di studio il cambio al nido avviene ogni 1-1,5 ore ca., dato che si discosta da quello fornito da CARPITA (2006) (circa ogni 2-3 ore). Non è ancora del tutto chiaro se attribuire questa anticipazione alle differenti situazioni climatiche, soprattutto nella tarda primavera.

I dati relativi ai giorni di incubazione sono confrontabili con quelli riportati in letteratura: 25-27 giorni (WITHERBY, 1940); 24-27 giorni (VAUGHAN & VAUGHAN JENNINGS, 2005).

Interessante è stato il riscontro di casi di territorialismo eterospecifico in fase riproduttiva nella penisola Magnisi. Nel 2009 e 2010, ad una distanza media di 20 metri sono state osservate 3

nidificazioni contemporanee di Occhione e Fratino (*Charadrius alexandrinus* L., 1758) (Fig. 68).



Figura 68 – Penisola Magnisi (SR). Nido di *Charadrius alexandrinus*, 01/06/2010. (Foto: M.T. Spena).

6.1 Stima dell'età della covata

La determinazione della data di schiusa e di conseguenza dell'età della covata riveste un'importanza rilevante negli studi avifaunistici. Conoscere in anticipo la data della schiusa è utile per effettuare studi sui pulcini (cattura, marcatura e rilievi morfologici) che, nel caso dell'Occhione, abbandonano il nido dopo poche ore dalla nascita. A tal proposito non mancano importanti contributi dedicati ad altri *taxa* quali quello di GALBRAITH & GREEN (1985) e YALDEN & YALDEN (1989).

La conoscenza dell'età della covata consente anche di avere informazioni riguardanti il periodo di deposizione delle uova e l'eventuale sincronia con altre nidificazioni, in tutti quei casi in cui non è possibile rilevare la data di deposizione grazie ad osservazioni dirette (GASTON *ET AL.*, 1983; COLLINS & GASTON, 1987).

Infine, come dimostrato da CARPITA (2006) la possibilità di stimare accuratamente l'età della covata, consente di analizzare anche il tasso di sopravvivenza in modo raffinato.

La stima della data di schiusa in base alla densità delle uova appare una tecnica particolarmente adatta alla specie in esame, infatti l'errore medio associato risulta ridotto e attestato su valori inferiori ad 1 giorno (CARPITA, 2006). L'entità di questo errore è stata confrontata in maniera positiva con i dati rilevati su nidi campione dell'area di studio di cui era noto il giorno della schiusa.

La metodologia utilizzata per stimare l'età della covata, si basa sulla perdita di peso delle uova a partire dalla deposizione e per tutto il periodo dell'incubazione, causata in gran parte dall'evaporazione dell'acqua contenuta al loro interno e che avviene ad un tasso

relativamente costante (RAHN & AR, 1974; DRENT, 1975). La perdita di peso si traduce in una riduzione della densità durante il procedere della cova.

La previsione della data di schiusa consente di determinare la data di deposizione sottraendo a questa 26 giorni.

Il volume delle uova, espresso in cm^3 (V_u), è stato stimato in accordo a quanto riportato da DOUGLAS (1990) (CARPITA, 2006) come :

$$V_u = K_v \cdot L \cdot W^2$$

dove:

- L = lunghezza dell'uovo (cm)
- W = larghezza massima dell'uovo (cm)
- K_v è una costante che tiene conto della variazione nella forma ed è data da:

$$K_v = 0,5236 - \left[\frac{0,5236 \cdot 2 \cdot \left(\frac{L}{W}\right)}{100} \right]$$

Dal peso delle uova è stata ricavata la densità espressa in mg/cm^3 .

Rilevata la presenza del nido, le uova sono state fotografate per consentirne il riconoscimento nelle visite successive (Fig. 69).

Nel caso di covate con un solo uovo, il nido veniva nuovamente visitato a pochi giorni di distanza per verificare l'eventuale deposizione di altre uova.

Sono state quindi misurate tutte le uova rinvenute dal 2007 al 2010, utilizzando un calibro digitale Mitutoyo (mod. CD-15D) (± 0.01 mm) e una bilancia digitale Kern (mod. CM 150-1) (max=150 g, d=0.1 g).



Figura 69 – Penisola Magnisi (SR). Nido 20 2009. Foto identificativa e peso uovo 1 e 2. (Foto: M.T. Spena).

Il metodo utilizzato per calcolare la data di schiusa è basato sullo studio di CARPITA (2006).

6.2 Fenologia riproduttiva

Nell'area di studio i dati evidenziano un'anticipazione ed un protrarsi della stagione delle cove rispetto a quanto riportato in letteratura per il resto d'Italia (BRICHETTI & FRACASSO, 2004; SPENA E GRASSO, 2009).

Dal 2007 al 2010 è stata riscontrata un'omogeneità nei dati: i primi nidi sono stati infatti rinvenuti nella seconda metà di marzo e la stagione riproduttiva si è protratta fino al mese di agosto.

Sulla penisola gli Occhioni, non solo hanno deposto nel medesimo territorio degli anni precedenti, ma è stato possibile evidenziare come nelle 4 stagioni riproduttive la distanza interannuale dei nidi deposti nello stesso periodo è variata soltanto da 10 a 40 m. Inoltre non si è verificato un significativo sfasamento temporale nel periodo di deposizione della prima covata (Tab. 7).

ANNO	PRIMA DEPOSIZIONE
2007	28 MARZO
2008	22 MARZO
2009	27 MARZO
2010	22 MARZO

Tabella 7.

Nella stagione riproduttiva 2010 il limite inferiore della prima deposizione si è abbassato: il 16 aprile è stato rinvenuto un pulcino dell'età di ca. 20 giorni (Figg. 70-71); quindi presumibilmente la data di deposizione può essere fatta risalire intorno ai primi di marzo. Ulteriori

studi e ricerche più accurate potrebbero confermare che le prime nidificazioni sulla penisola avvengano già a partire dalla fine di febbraio.



Figura 70 – Penisola Magnisi, 20/04/2010. Pulcino di circa 15-20 giorni. (Foto: M.T. Spena).



Figura 71 – Penisola Magnisi, 20/04/2010. Pulcino di circa 15-20 giorni. (Foto: R. Grasso).

I dati raccolti nell'area di studio mostrano due picchi di deposizione (aprile e maggio) dovuti probabilmente alla deposizione delle prime covate insieme ad alcune di rimpiazzo (Fig. 72).

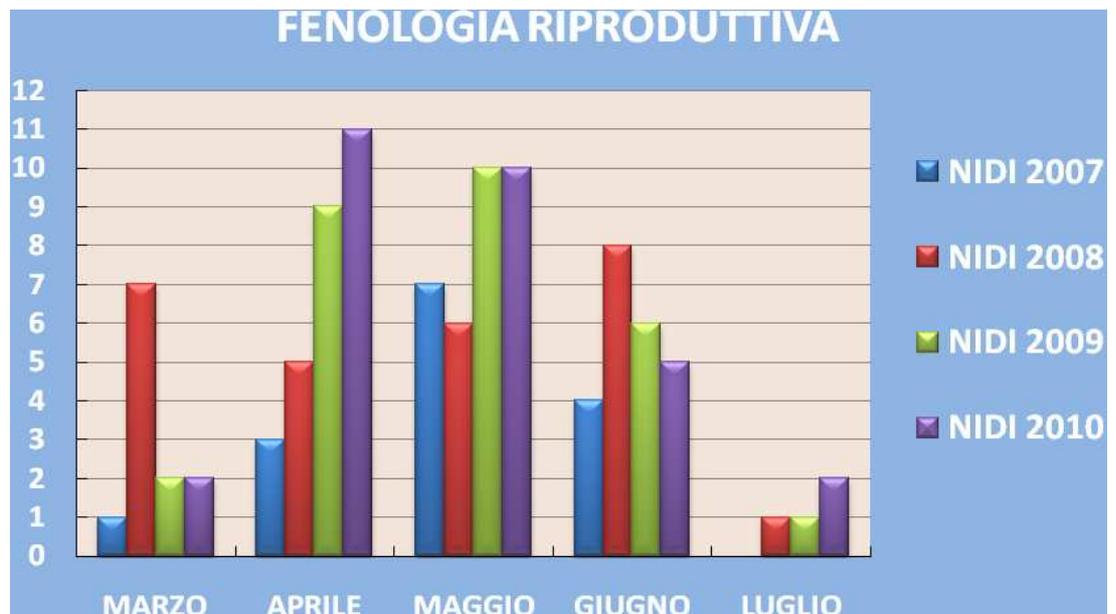


Figura 72 – Fenologia riproduttiva (anni 2007-2010).

Sono nidificazioni e dati riguardanti individui non marcati e quindi senza la possibilità di distinguere, con relativa certezza, le prime covate da quelle di sostituzione. Tale problematica è stata evidenziata da diversi autori (MALVAUD, 1996; BARROS & DE JUANA, 1997), tanto che BEALEY *ET AL.* (1999) hanno considerato nella stima della data media di deposizione delle prime covate solamente la distribuzione delle deposizioni entro il 30 aprile, ipotizzando che questa scelta possa rimuovere gran parte della covate di rimpiazzo. Il limite imposto da BEALEY *ET AL.* (1999) può portare però ad eliminare una parte consistente

di prime covate deposte a maggio e quindi anticipare in modo significativo la stima del picco di deposizione delle prime covate.

Dal 2007 al 2010 sono stati individuati e localizzati 100 nidi:

- 15 nel 2007;
- 27 nel 2008;
- 28 nel 2009;
- 30 nel 2010.

La localizzazione e distribuzione delle coppette nido sulla penisola è riportata nelle Figg. 73-74-75-76.



Figura 73 – Distribuzione dei nidi del 2007 georeferenziati nel sistema di coordinate Gauss Boaga.



Figura 74 – Distribuzione dei nidi del 2008 georeferenziati nel sistema di coordinate Gauss Boaga.



Figura 75 – Distribuzione dei nidi del 2009 georeferenziati nel sistema di coordinate Gauss Boaga.



Figura 76 – Distribuzione dei nidi del 2010 georeferenziati nel sistema di coordinate Gauss Boaga.

6.2.1 “Distance” e “Allocation”

Solitamente il territorio dell’Occhione ha dimensioni modeste e comprende l’area nido e le immediate vicinanze.

Il valore di densità della popolazione registrato nell’area di studio (13,3-17,7 coppie/km²) (SPENA *ET AL.*, 2008) si discosta notevolmente dai dati noti in letteratura che stimano, per le regioni meridionali, una densità di 0,14-0,48 coppie/km² (BRICHETTI & FRACASSO, 2004).

Grazie all’utilizzo delle tecnologie GIS sono state effettuate analisi sull’intero territorio della penisola, tenendo conto della posizione di ogni nido in relazione al periodo di deposizione ed alla ubicazione delle altre coppette.

Sulla base delle coordinate rilevate con il GPS, è stato realizzato uno *shapefile* che rappresenta i nidi. Una elaborazione significativa è stata effettuata attraverso strumenti di distanza, cioè operazioni di distanza euclidea che hanno permesso di acquisire due importanti informazioni:

- “*Distance*” - la distanza in linea retta tra i nidi (dal centro di una cella al centro della cella sorgente, cioè la coppetta nido più vicina), tematizzata in modo da avere un quadro globale in funzione soprattutto della vegetazione e delle pressioni antropiche.
- “*Allocation*” - la definizione del territorio di “pertinenza” di ogni nido (ad ogni cella è stato assegnato l’identificativo della cella sorgente più vicina), in funzione dell’ubicazione degli altri nidi e quindi della loro distanza.

Grazie alla “*Distance*” si è pervenuti all’identificazione della distanza minima tra i nidi ed è stato rilevato che due nidificazioni contemporanee (stagione riproduttiva 2007) erano distanti tra loro 39 m, in un’area di 736 m² (rettangolo minimo che comprende le coppette nido) (DIMARTINO *ET AL.*, 2009) (Fig. 77).



Figura 77 – “Distance” nidi E 07 ed F 07.

Nel 2008 in un’area di 828 m², sono state individuate 3 nidificazioni contemporanee (nidi C, D ed E) (Fig. 78) alla distanza di:

- 27 m tra E e D
- 29 m tra E e C
- 34 m tra D e C



Figura 78 – “Distance” nidi C 08, D 08 ed E 08.

Nel 2009 tra le 10 nidificazioni contemporanee, tre ricadono in un'area di 2737 m² (nidi 3, 9 e 11) (Fig. 79) e distano tra loro:

- 92 m tra nido 3 e 11
- 139 m tra nido 9 e 11
- 231 m tra nido 3 e 9

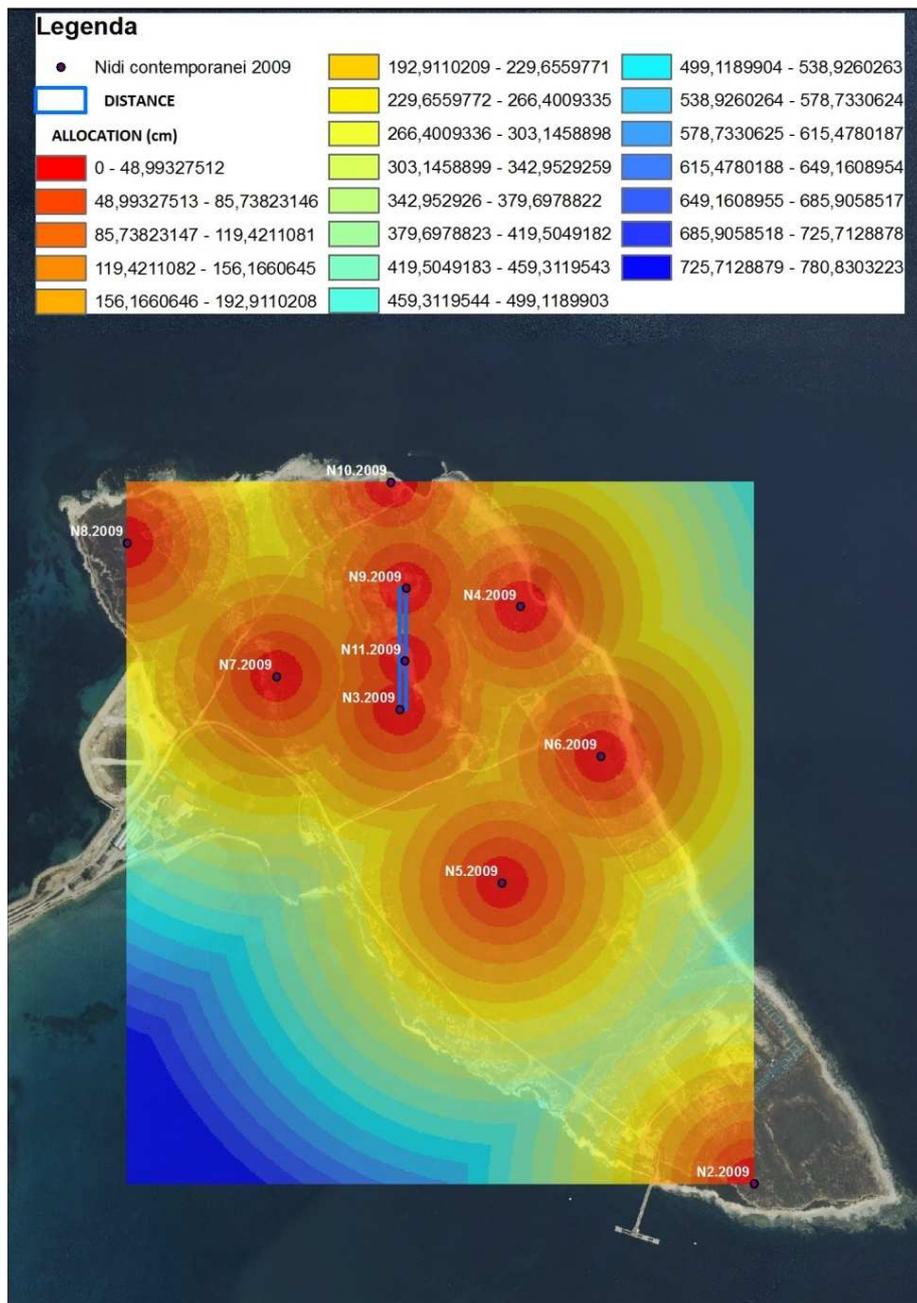


Figura 79 – “Distance” e “Allocation” nidi 2009.

Nel 2010, sono state individuate 9 nidificazioni contemporanee (nidi 1, 3, 6, 7, 8, 10, 11, 12 e 13) (Fig. 80). In particolare 4 nidi, in un'area di 23699 m², sono ad una distanza di:

- 77 m tra nidi 8 e 12
- 92 m tra nidi 1 e 8
- 115 m tra nidi 7 e 8
- 140 m tra nidi 1 e 12
- 177 m tra nidi 1 e 7

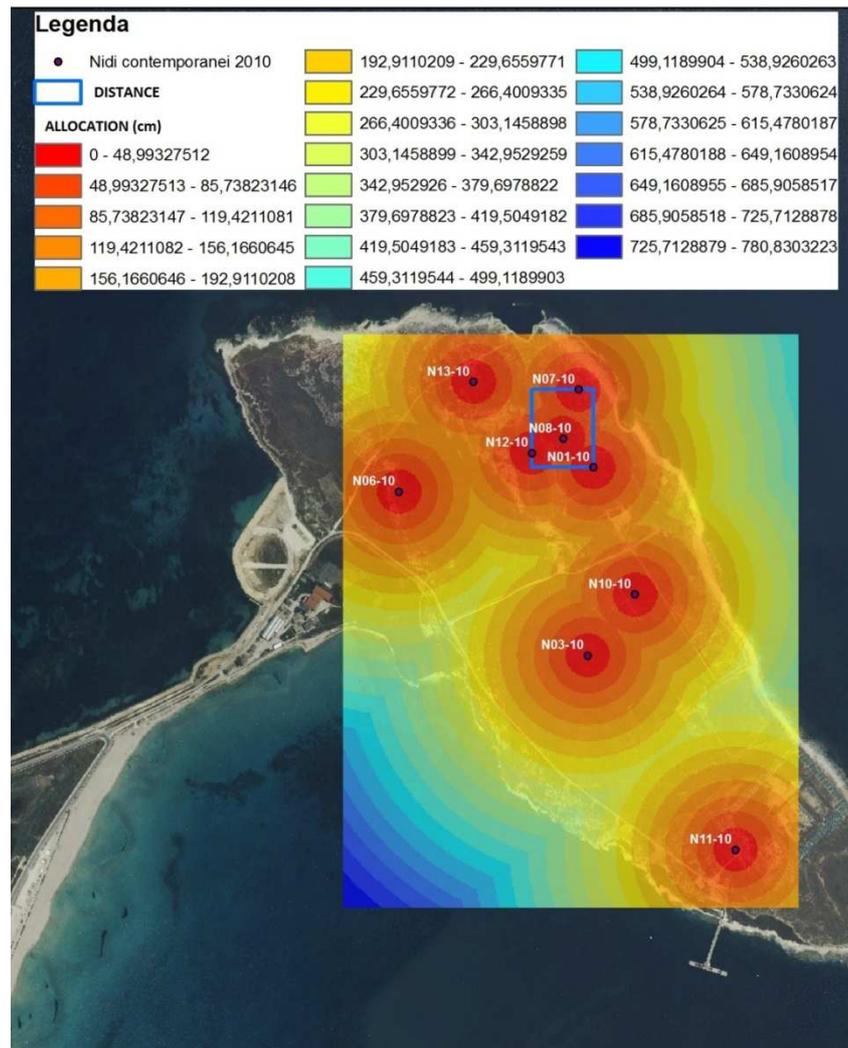


Figura 80 – “Distance” e “Allocation” nidi 2010.

Grazie alla “Allocation” si è evidenziato come la densità dei siti di nidificazione è ben diversa dai dati riportati in letteratura che, di contro, riportano valori di 1 coppia/km² e nei casi di habitat più favorevoli di 70-80 coppie/60 km² (Francia) (CRAMP & SIMMONS, 1983; DIMARTINO *ET AL.*, 2009) (Figg. 79-80-81-82).

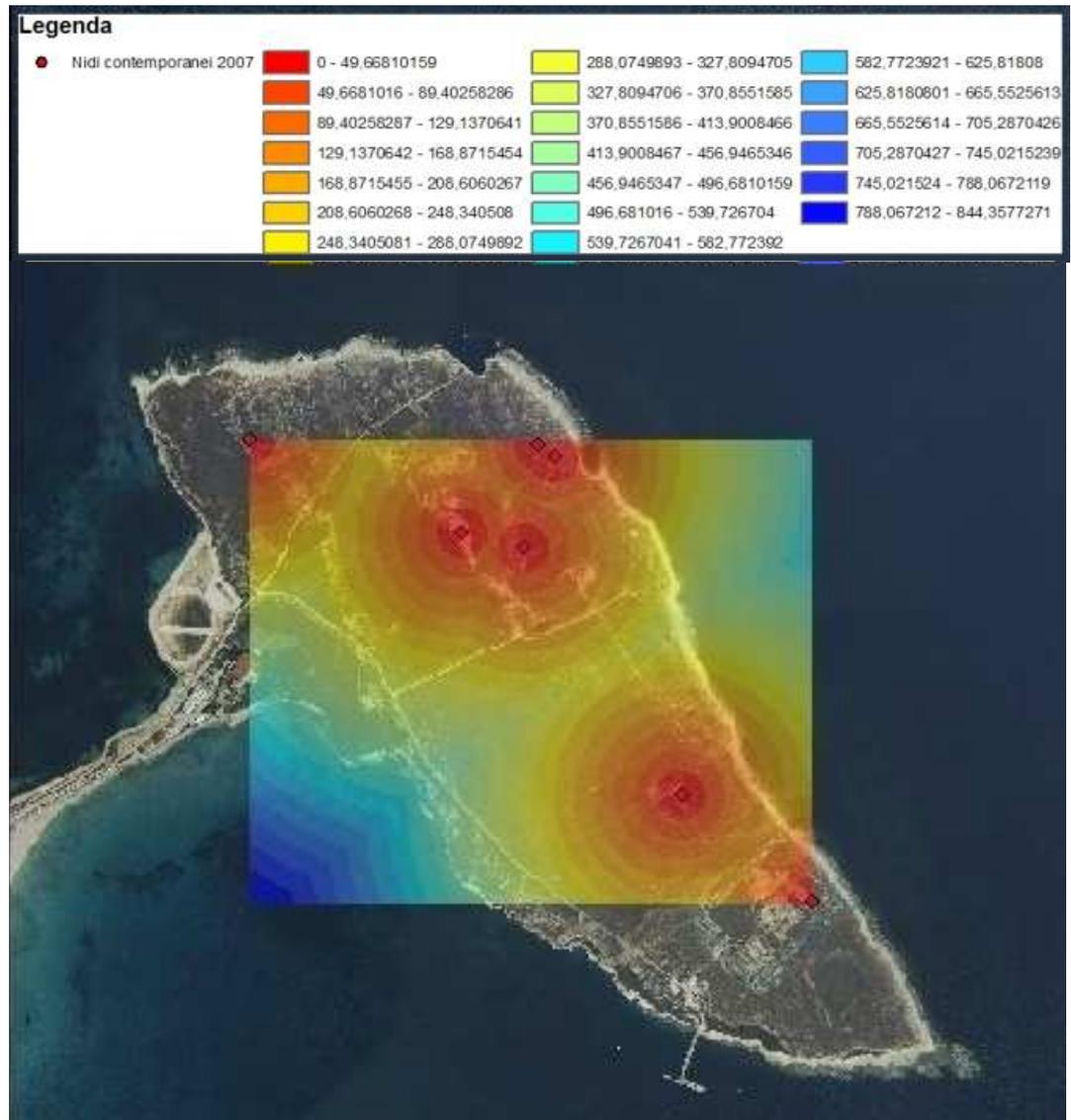


Figura 81 – “Allocation” nidi 2007.

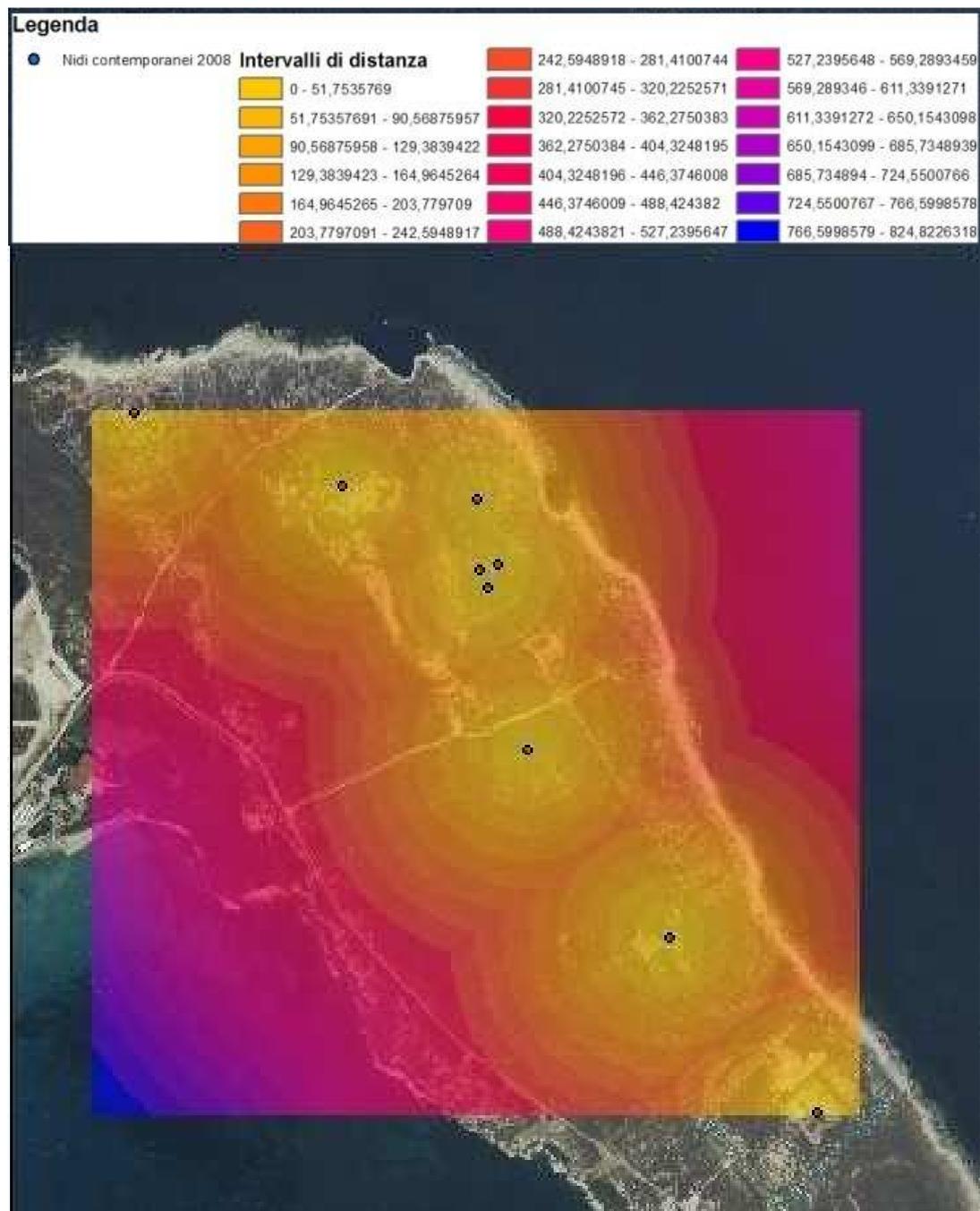


Figura 82 – “Allocation” nidi 2008.

6.3 Dimensionione della covata

All'interno della Famiglia *Burhinidae*, soltanto *Esacus magnirostris* depone normalmente un solo uovo. La dimensione della covata di due uova rappresenta invece la norma nella Famiglia (DEL HOYO *ET AL.*, 1996).

I dati riportati in letteratura e relativi a differenti aree di nidificazione della specie *Burhinus oedicnemus* (GLUE & MORGAN, 1974; CRAMP & SIMMONS, 1983; NETHERSOLE-THOMPSON & NETHERSOLE-THOMPSON, 1986; URBAN *ET AL.*, 1986; SOLIS & DE LOPE, 1995; MALVAUD, 1996; BARROS & DE JUANA, 1997; VAUGHAN E VAUGHAN JENNINGS, 2005) non si discostano da quelli riportati per il Parco del Taro (PR) (POLLONARA *ET AL.*, 2000, 2001; GIUNCHI *ET AL.*, 2004; CARPITA, 2006) che indicano come la proporzione di covate costituite da un solo uovo risulti estremamente ridotta (ca. il 10%).

I dati rilevati sulla penisola Magnisi confermano che la covata composta da 2 uova, rappresenta il caso decisamente più frequente (Fig. 83).

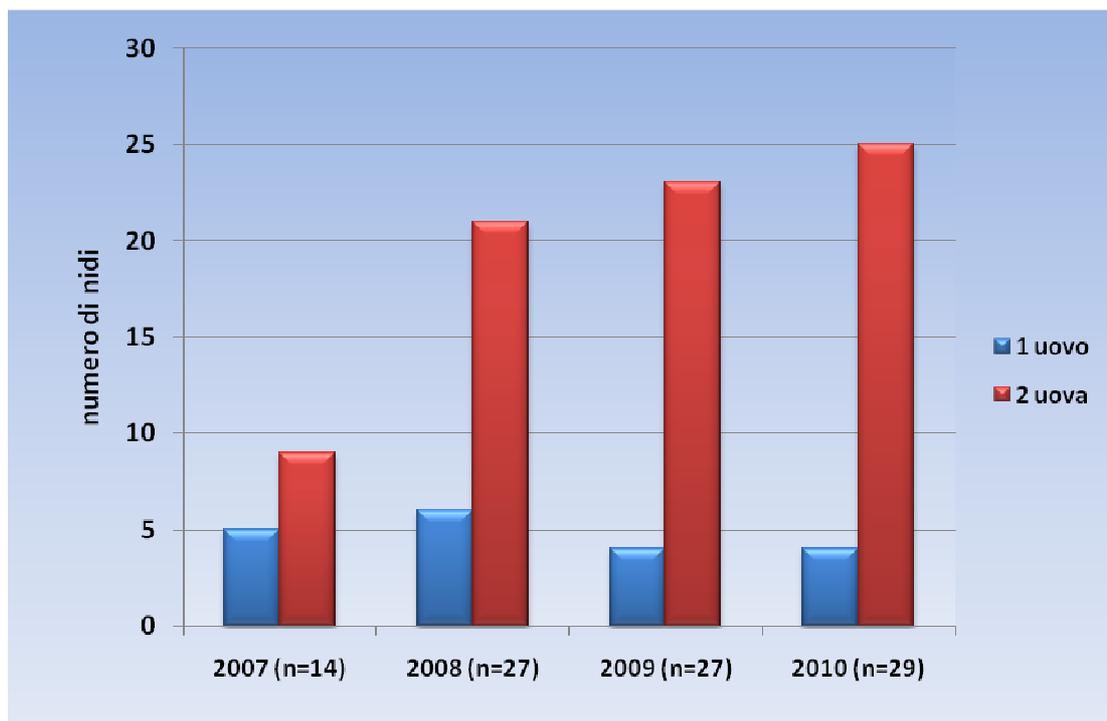


Figura 83 – Dimensione della covata nella penisola Magnisi (SR). Anni 2007-2010.

Aree geografiche, anche piuttosto lontane tra loro, presentano una sostanziale omogeneità della dimensione della covata; ciò mostra come questo carattere sia estremamente conservativo.

Nella penisola Magnisi, su un campione di 97 nidi, la media è di 1,78 uova per nido (D.S.= 0,41) (Fig. 84).

Anche questi dati sono sostanzialmente comparabili con quanto riportato per il Parco del Taro (1,9 uova \pm 0,31 D.S.) (POLLONARA *ET AL.*, 2000, 2001; GIUNCHI *ET AL.*, 2004; CARPITA, 2006) (cfr. paragrafo 2.6).

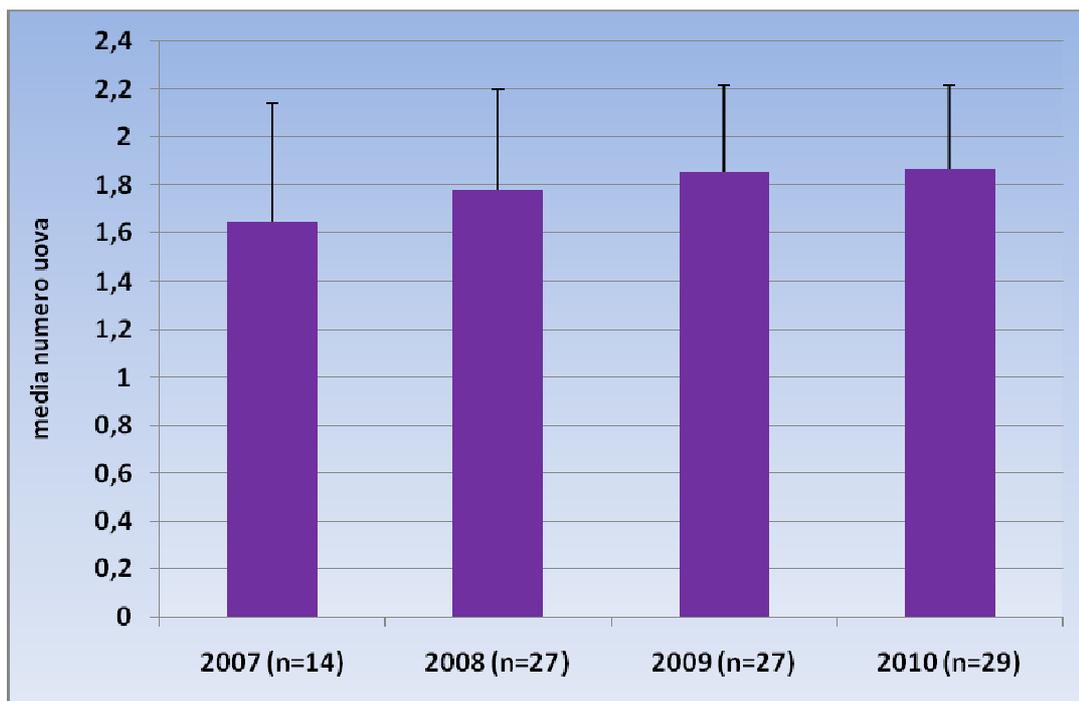


Figura 84 – Penisola Magnisi. Media numero di uova per anno.

6.4 Dimensione delle uova

Il confronto fra il volume delle uova della popolazione di Magnisi (calcolato secondo DOUGLAS (1990)) e i dati disponibili per il territorio nazionale (PAZZUCCONI, 1997), mostra come gli Occhioni dell'area di studio tendono a deporre uova in media leggermente più grandi (SPENA *ET AL.*, 2008) (Fig. 85).

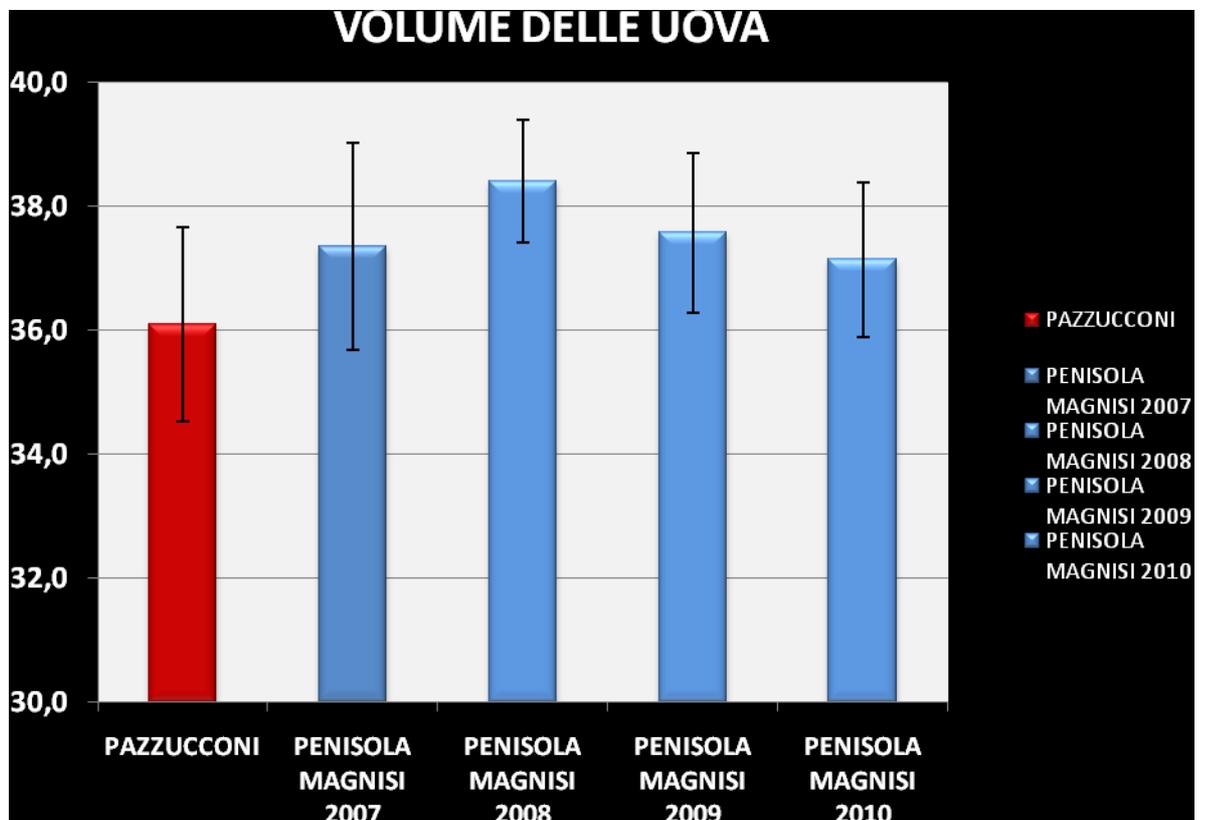


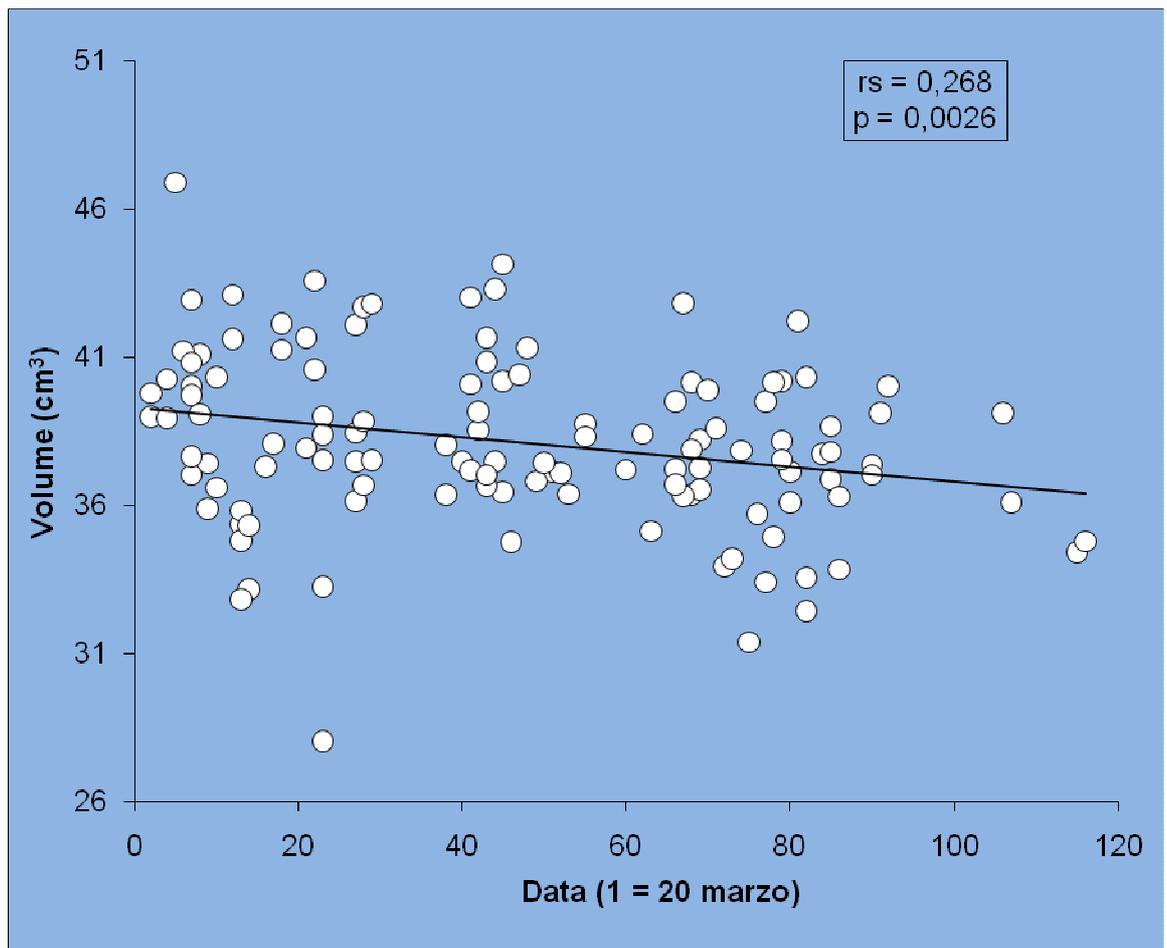
Figura 85 – Confronto fra il volume delle uova (calcolato secondo DOUGLAS, 1990) della popolazione della penisola Magnisi (SR) con le misure disponibili per il territorio nazionale (PAZZUCCONI, 1997).

Il volume medio delle uova si è dimostrato omogeneo negli anni, ad eccezione del 2008. Probabilmente ciò è dovuto alle migliori condizioni climatiche di quell'anno, caratterizzato da precipitazioni scarse,

temperature estive non eccessive e da un probabile effetto della maggiore disponibilità di cibo.

Tuttavia, l'effetto dell'abbondanza di cibo sulle dimensioni delle uova, anche se confermato per alcuni *taxa* quali i Laridi (MILLS, 1979; WINKLER & WALTERS, 1983; BOLTON *ET AL.*, 1992), non lo è stato per altri quali le Beccacce di mare (JAGER *ET AL.*, 2000).

Sembrerebbe che anche il periodo di deposizione possa esercitare un effetto, seppur debole, sul volume delle uova (Fig. 86). Infatti il volume medio delle prime covate risulta essere correlato in maniera negativa con la data di deposizione.



rs = coefficiente di correlazione di Spearman.

Figura 86 – Relazione tra il volume medio delle uova e la data di deposizione.

6.5 Successo riproduttivo

I dati relativi al territorio italiano risultano ancora frammentari nonostante le ricerche e le attenzioni per questa specie siano cresciuti negli ultimi anni. Importante in tal senso è il contributo per il fiume Taro (PR) di POLLONARA *ET AL.*, 2000, 2001; GIUNCHI *ET AL.*, 2004; CARPITA, 2006.

Per stimare il tasso di sopravvivenza delle covate nell'area di studio è stato utilizzato il metodo di MAYFIELD (1975). Questa metodologia, anche se migliore rispetto alla semplice valutazione del tasso di sopravvivenza apparente, che non tiene conto della diversa probabilità di trovare i nidi con il progredire dell'incubazione, ha diverse limitazioni. Per ulteriori approfondimenti circa le problematiche del metodo si veda CARPITA (2006).

L'esito delle nidificazioni è stato determinato con controlli periodici (ogni 4 giorni circa) e mediante l'utilizzo di strumenti ottici che consentivano di controllare senza arrecare disturbo.

L'analisi è stata condotta in due fasi successive: in un primo tempo sono state considerate tutte le nidificazioni dal 2007 al 2010, calcolando la sopravvivenza giornaliera (probabilità che un nido possa sopravvivere per un giorno o più). Il successo riproduttivo ottenuto è pari al 49% ca. (n=96); il dato è quasi costante (Fig. 87).

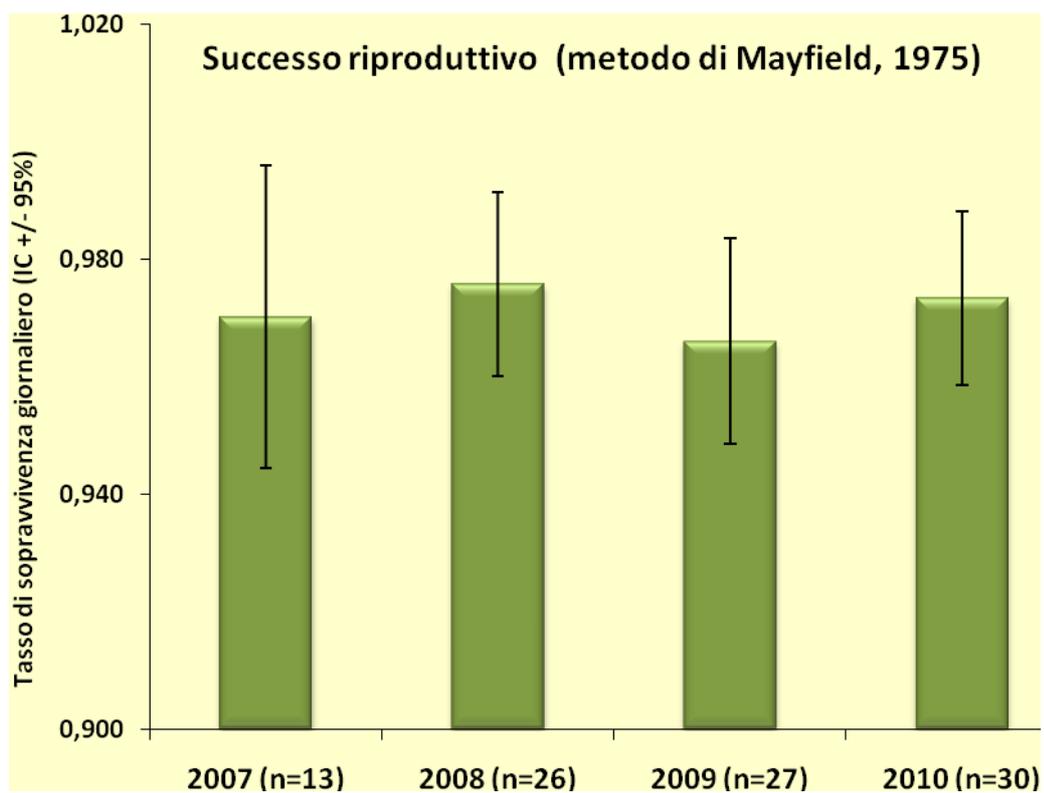


Figura 87 – Sopravvivenza giornaliera calcolata per i 4 anni di studio.

Nella seconda fase è stato calcolato il successo giornaliero per mesi. Dai dati ottenuti si può notare come la maggiore probabilità di sopravvivenza si abbia nel mese di maggio (Fig. 88).

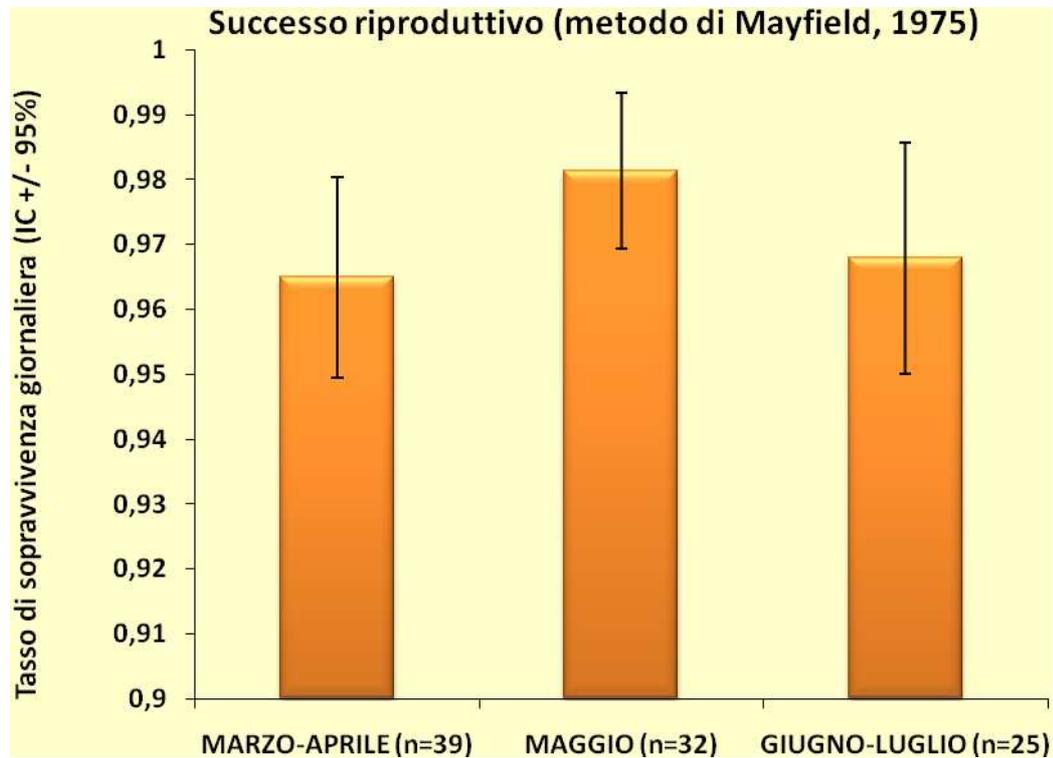


Figura 88 – Sopravvivenza giornaliera calcolata per mesi.

I dati relativi al successo di schiusa mostrano un quadro non troppo dissimile da quanto registrato per altre popolazioni, dimostrando come gli Occhioni riescano ad adattarsi piuttosto bene al disturbo antropico, registrato nell'area, nel periodo riproduttivo (SPENA *ET AL.*, 2008). Nel caso in cui non venga arrecato disturbo alcuno al nido e nei pressi dello stesso, è noto e documentato il caso di una nidiata che è rimasta nell'area di nidificazione, in un intorno di ca. 30 metri, fino al momento dell'involto (nido F 2008).

Ciò è anche da attribuire alla disponibilità trofica presente in quest'area (Fig. 89).



Figura 89 – Penisola Magnisi (SR). Escrementi a pochi metri dal nido 22 2010 (cerchio rosso). (Foto: R. Grasso).

Il pascolo presente nella penisola allo stato semi-brado sembra inoltre non arrecare disturbo alla popolazione nidificante. Al contrario gli escrementi prodotti rappresentano una sicura fonte alimentare per la ricca artropodofauna in essi presente (vedi Cap. 7), contribuendo probabilmente a spiegare l'elevata densità di coppie registrata nell'area (SPENA M.T. *ET AL.*, 2008).

7. Determinazione mediante analisi fecale della dieta dell'Occhione nidificante nella penisola Magnisi

7.1 Materiali e metodi

Raccolta e conservazione dei campioni

La raccolta delle feci è stata condotta in modo sistematico, settimanalmente, dal 24/04/2007 al 13/12/2007. A partire dal mese di dicembre e per tutto il 2009 sono state effettuate raccolte mensili.

La penisola Magnisi è stata suddivisa in 9 aree che corrispondono alle zone di maggiore concentrazione di *roost* invernali (area 2 e 6), di nidificazioni e di assembramenti post-riproduttivi (area 2 e 6) (Fig. 90).



Figura 90 – Penisola Magnisi (SR). In rosso i confini delle aree di raccolta.

Per facilitare il riconoscimento dei resti presenti nelle feci è stato operato un raffronto con la fauna raccolta nello stesso periodo da 20 trappole a caduta, opportunamente posizionate all'interno delle 9 aree.

Anche nel caso delle 20 pitfall-traps, il controllo ed il prelievo sono stati effettuati mensilmente (Fig. 91).



Figura 91 – Trappola a caduta n°13 posizionata nell'area 5 (Foto: M.T. Spena).

Ciascun campione, contrassegnato da un codice alfanumerico, è stato pesato e conservato all'interno di un tubo in polipropilene da 50 ml.

Protocollo di analisi dei campioni di feci

Il protocollo si articola nelle seguenti 3 fasi:

a. Dissoluzione del campione in acqua distillata in vaschetta di vetro.

Dopo la schedatura, ogni campione è stato disciolto in acqua distillata calda, all'interno di una vaschetta di vetro di 300 ml, per un tempo variabile in dipendenza della consistenza (1 h ca.); per favorire la disgregazione delle feci è stato utilizzato un pennellino a setole morbide.

Sono stati studiati 32 campioni.

b. Preparazione del campione diluito per l'osservazione.

Ogni campione diluito (Fig. 92) è stato prelevato in piccole quantità per volta e trasferito in una capsula di Petri in vetro ($\varnothing = 8-10$ cm) per diluirlo ulteriormente, al fine di ottenere una soluzione con una torbidità tale da poter essere agevolmente osservata allo stereo microscopio.



Figura 92 – Campione disciolto.

Il campione può contenere frammenti di esoscheletro di Artropodi (Insetti, Aracnidi, Crostacei), frammenti ossei, chete di Lumbricidi, frammenti di conchiglie di Gasteropodi e altro materiale di non facile e immediata identificazione.

c. Analisi del campione e catalogazione del materiale pulito.

Il materiale pulito e smistato è stato conservato all'interno di provette *ependorf* in polipropilene riempite con alcool etilico (70%) e

contrassegnate da una sigla sulla superficie esterna che ne identifica il contenuto; su ciascuna provetta sono state inoltre riportate data, luogo e area di raccolta.

È stato scelto di separare i resti rinvenuti secondo le sottoelencate tipologie:

- A: Ali;
- Ac: Acari;
- Ad: Addome;
- C: Capo;
- Ch: Chete di Lumbricidi;
- En: Endocuticola;
- G: Gasteropodi;
- Iso: Isopodi;
- LI: Larve Insetto;
- M1: Morfotipo 1 (Coleotteri);
- M2: Morfotipo 2 (Coleotteri);
- M3: Morfotipo 3 (Coleotteri);
- Os: Resti ossei;
- Pe: Pelle;
- Ra: Ragno;
- T+Z: Torace+zampe;
- V: Varie;
- Vc: Varie Coleotteri;
- Ve: Vegetali.

7.2 Discussione

Il numero di campioni raccolti sottolinea che gli Occhioni utilizzano le aree monitorate in maniera non omogenea e questo in dipendenza dalla stagione e dalle disponibilità trofiche.

La tipologia ambientale e l'attività di pascolo favoriscono la permanenza degli Occhioni: infatti, gli escrementi prodotti dal bestiame rappresentano per gli Occhioni una sicura fonte alimentare grazie alla ricca artropodofauna in essi presente e per le complesse reti trofiche che si instaurano, contribuendo probabilmente a spiegare la presenza e la elevata densità di coppie registrata nell'area (SPENA *ET AL.*, 2008).

I risultati ottenuti mostrano un significativo utilizzo delle aree non coperte da vegetazione, dove l'Occhione può individuare a vista le prede (principalmente Insetti) senza impedimenti. Di seguito vengono elencati i campioni esaminati e i *taxa* riscontrati (Tab. 8).

DATA	AREA	CAMPIONE	<i>Taxa</i>
14/05/2007	2	F1A2140507	resti di <i>Insecta</i> : <i>Laemostenus a. algerinus</i> (Gory, 1833) e altri <i>Carabidae</i> ; <i>Gastropoda</i> ; <i>Aracnida</i> ; <i>Isopoda</i> .
15/05/2007	8	F1A8140507	resti di <i>Insecta</i> : <i>Carabus morbillosus alternans</i> (Palliard, 1825), <i>Laemostenus a. algerinus</i> (Gory, 1833) (<i>Carabidae</i>); <i>Gastropoda</i> ; <i>Aracnida</i> ; <i>Isopoda</i> ; resti vegetali
16/05/2007	5	F1A5160507	<i>Scaurus striatus</i> (Fabricius, 1792)
16/05/2007	5	F2A5160507	resti di <i>Insecta</i> ; <i>Gastropoda</i> ; <i>Aracnida</i> ; <i>Isopoda</i> ; resti vegetali
21/05/2007	2	F2A8210507	numerosi piccoli <i>Carabidae</i>
05/06/2007	2	F2A2050607	resti di <i>Insecta</i> : <i>Tschitscherinellus cordatus</i> (Dejean, 1825), <i>Scaurus striatus</i> (Fabricius, 1792) (<i>Tenebrionidae</i>), <i>Aphodidae</i> ed <i>Onthophagus</i> sp. (<i>Carabidae</i>) e altre 2 specie di <i>Carabidae</i> ; <i>Gastropoda</i> ; <i>Aracnida</i> ; <i>Isopoda</i> ; resti vegetali
22/06/2007	7	F1A7220607	diversi <i>Carabidae</i> (<i>Carterus</i> sp.)
24/06/2007	3	F1A3240607	diversi <i>Carabidae</i> e <i>Tschitscherinellus cordatus</i> (Dejean, 1825)
05/07/2007	3	F2A3050707	<i>Broscus politus</i> (Dejean, 1828) e piccoli <i>Carabidae</i>

14/07/2007	9	F2A9140707	<i>Otiorhynchus</i> sp. (<i>Curculionidae</i>) e piccoli <i>Carabidae</i>
17/07/2007	6	F1A6170707	resti di <i>Insecta</i> : <i>Broscus politus</i> (Dejean, 1828), <i>Laemostenus a. algerinus</i> (Gory, 1833), <i>Acinopus</i> sp., <i>Tschitscherinellus cordatus cordatus</i> (Dejean, 1825) (<i>Carabidae</i>); <i>Onthophagus</i> sp. (<i>Scarabaeidae</i>); altri <i>Carabidae</i> ?; <i>Gastropoda</i> ; <i>Aracnida</i> ; <i>Isopoda</i> ; resti vegetali
12/08/2007	6	F2A6120807	<i>Carterus</i> sp. e piccoli <i>Carabidae</i>
12/08/2007	7	F3A7120807	<i>Carterus</i> sp. e piccoli <i>Carabidae</i>
28/08/2007	7	F2A7280807	<i>Carabus morbillosus alternans</i> (Palliard, 1825) e <i>Copris hispanus cavolinii</i> Petagna, 1792 (<i>Scarabeidae</i>)
05/09/2007	4	F1A4050907	resti di <i>Insecta</i> ; <i>Gastropoda</i> ; <i>Aracnida</i> ; <i>Isopoda</i> ; resti vegetali
05/09/2007	2	F2A40050907	piccoli <i>Carabidae</i> e <i>Tenebrionidae</i>
12/09/2007	9	F1A9120907	diversi esemplari di <i>Otiorhynchus</i> sp. (<i>Curculionidae</i>)
13/12/2007	5	F3A5131207	<i>Thorectes intermedius</i> (<i>Geotrupidae</i>) e <i>Carabidae</i>
13/12/2007	5	F4A5131207	resti di <i>Insecta</i> ; <i>Gastropoda</i> ; <i>Aracnida</i> ; <i>Isopoda</i> ; resti vegetali
13/12/2007	6	F5A6131207	resti di <i>Insecta</i> ; <i>Gastropoda</i> ; <i>Aracnida</i> ; <i>Isopoda</i> ; resti vegetali
18/01/2008	5	F5A5180108	<i>Bubas bison</i> (L., 1767) (<i>Scarabeidae</i>)
18/01/2008	5	F6A5180108	resti di <i>Insecta</i> ; <i>Gastropoda</i> ; <i>Aracnida</i> ; <i>Isopoda</i> ; resti vegetali
18/01/2008	5	F7A5180108	<i>Bubas bison</i> (L., 1767), <i>Copris hispanus cavolinii</i> Petagna, 1792 (<i>Scarabeidae</i>)
19/02/2008	6	F9A6190208	<i>Copris hispanus cavolinii</i> Petagna, 1792 (<i>Scarabeidae</i>)
19/02/2008	6	F10A6190208	<i>Bubas bison</i> (L., 1767), <i>Copris hispanus cavolinii</i> Petagna, 1792 (<i>Scarabeidae</i>)
19/02/2008	6	F11A6190208	resti di <i>Insecta</i> ; <i>Gastropoda</i> ; <i>Aracnida</i> ; <i>Isopoda</i> ; resti vegetali
03/03/2008	4	F3A4030308	resti di <i>Insecta</i> ; <i>Gastropoda</i> ; <i>Aracnida</i> ; <i>Isopoda</i> ; resti vegetali
18/03/2008	6	F4A6180308	<i>Copris hispanus cavolinii</i> Petagna, 1792 (<i>Scarabeidae</i>)
18/03/2008	6	F7A6180308	resti di <i>Insecta</i> ; <i>Gastropoda</i> ; <i>Aracnida</i> ; <i>Isopoda</i> ; resti vegetali
02/04/2008	6	F8A6020408	resti di <i>Insecta</i> ; <i>Gastropoda</i> ; <i>Aracnida</i> ; <i>Isopoda</i> ; resti vegetali
29/04/2008	2	F3A2290408	<i>Carabus morbillosus alternans</i> (Palliard, 1825), <i>Otiorhynchus</i> sp. e altri <i>Carabidae</i>
30/04/2008	6	F6A6300408	<i>Carabus morbillosus alternans</i> (Palliard, 1825)

Tabella 8 – Campioni di feci esaminati e *taxa* identificati.

Nonostante le difficoltà incontrate durante lo smistamento e la determinazione del materiale estremamente frammentato nella

digestione, sono stati determinati, con relativa certezza, 8 Coleotteri a livello specifico, 4 a livello generico e 4 a livello di Famiglie.

La Famiglia in assoluto meglio rappresentata è quella dei *Carabidae*. Sono tutte specie di piccole e medie dimensioni, tranne *Carabus morbillosus alternans* (Palliard, 1825) e *Scaurus striatus* (Fabricius, 1792). Vivono tutti al suolo, anche se *T. cordatus* (Dejean, 1825) potrebbe salire su erbe.

Durante i mesi invernali, nei campioni, l'aspetto più evidente è la presenza di grossi coprofagi come gli scarabeidi *Copris hispanus cavolinii* Petagna, 1792 e *Bubas bison* (L., 1767) e, in misura minore, il geotrupide *Thorectes intermedius* (Costa, 1827). Sono specie comuni, ubiquitarie, che vagano nel terreno e che in questi mesi, avari di altre specie, rappresentano una valida e preferita alternativa.

I campionamenti di maggio contengono solo poche specie ma in numero elevato, probabilmente in relazione all'abbondanza del nutrimento. A giugno vi è una relativa diversificazione che si accentua ancora di più a luglio, quando si riscontra il maggior numero di specie. Questi dati, in maniera speculare a quelli di maggio, si possono mettere in relazione alla minore presenza di Coleotteri nell'ambiente secco di questo periodo che obbliga gli Occhioni ad una maggiore ricerca e quindi diversificazione delle prede.

Significativa è la presenza costante, in tutti i campioni ad oggi esaminati, di rappresentanti di *taxa* quali: *Gastropoda*, *Aracnida* ed *Isopoda*. Solo in due campioni sono stati rinvenuti resti ossei appartenenti ad un micromammifero (*Suncus etruscus* (Savi, 1822)).

8. Il comportamento del riporto dell'uovo: completamento dell'etogramma dell'Occhione

Nell'ambito del comportamento riproduttivo della specie è stato indagato, nella popolazione della penisola Magnisi, il comportamento di "egg retrieval".

Il recupero delle uova naturali o artificiali, spostate dal nido, è stato riscontrato come comportamento innato negli uccelli che nidificano sul terreno. I primi a descriverlo furono LORENZ & TINBERGEN (1938) su *Anser anser* (L., 1758). Successivamente questo fenomeno venne descritto per numerose altre specie (PREVETT & PREVETT, 1973; GIESEN, 1978; KOSTEN, 1982; DUNCAN, 1984 e referenze incluse).

Il riporto dell'uovo ha un ovvio valore adattativo e pertanto sembra ragionevole ipotizzare che dovrebbe essere frequente tra gli uccelli che nidificano sul terreno.

Questo comportamento non era mai stato indagato in nessuna delle specie appartenenti alla famiglia *Burhinidae*.

Il 27 giugno 2008, durante il monitoraggio delle nidificazioni, è stato rinvenuto il nido E1, con un solo uovo deposto.

In accordo con il metodo riportato in CARPITA (2006), basato sulla riduzione della densità dell'uovo durante l'incubazione (RAHN & AR, 1974), erano state stimate la data di deposizione (20 giugno) e di schiusa (16 luglio).

Nonostante il giorno della schiusa fosse trascorso, l'uovo è stato lasciato nella coppetta dal momento che la coppia era ancora impegnata nell'attività di cova.

Il 2 agosto l'uovo era ancora covato e non c'era alcun segnale di schiusa imminente, come ad esempio il pigolio. A questo punto, certi che l'uovo non fosse fertile, si è deciso di effettuare l'esperimento per testare il comportamento del recupero dell'uovo, non arrecando alcun disturbo alla coppia. Così il 2 agosto l'uovo è stato spostato di ca. 30 cm dalla coppetta nido, una distanza entro i limiti di recupero registrati per altre specie studiate, come le oche (PREVETT & PREVETT, 1973; DUNCAN, 1984 e referenze incluse).

Il comportamento dell'Occhione è stato registrato posizionando una videocamera, ben mimetizzata, ad una distanza di 180 cm dal nido.

L'esperimento ha avuto inizio alle ore 12:00.

La sequenza dei tempi di registrazione è riportata nella tabella 9.

Tempo(min:sec)	Comportamento
00:00	Inizio delle osservazioni
16:50	La coppia nidificante arriva in volo e atterra nei pressi del nido. Uno dei due si avvicina al nido emettendo ripetutamente il verso di richiamo.
21:36	L'Occhione si accovaccia sulla coppetta vuota. (Fig. 93)
21:44	L'Occhione si alza e va verso l'uovo spostato osservandolo.
22:15	L'Occhione si accovaccia sull'uovo.
37:34	L'Occhione si alza e si abbassa ripetutamente sull'uovo guardandosi attorno.
38:07	L'Occhione si alza e va verso la coppetta nido vuota.
38:31	L'Occhione fa cenno di accovacciarsi, poi si alza e resta immobile sul nido, emettendo un richiamo debole.
45:46	L'Occhione si accovaccia sulla coppetta vuota.
45:52	L'Occhione si alza e, usando il becco, sposta l'uovo parzialmente (Fig. 94), quindi si guarda attorno e prova ad accovacciarsi nuovamente sulla coppetta vuota.
46:37	L'Occhione riporta l'uovo nella coppetta (Fig. 95) e inizia a covare.
76:22	Fine delle osservazioni. L'Occhione è ancora in cova.

Tabella 9 – Sequenza temporale della registrazione del comportamento.



Figura 93 – L’Occhione è accovacciato sulla coppetta nido vuota.
(Fotogramma di un video di M.T. Spena).



Figura 94 – *Egg-retrieving*. Prima fase. (Fotogramma di un video di M.T. Spena).



Figura 95 – *Egg-retrieving*. Ultima fase. (Fotogramma di un video di M.T. Spena).

Come era atteso, lo spostamento dell'uovo ha chiaramente indotto il comportamento di recupero, con modalità molto simili a quelle descritte per l'Oca selvatica (LORENZ & TINBERGEN, 1938). È interessante notare come l'uccello, forse una femmina in base alle caratteristiche del piumaggio (GREEN & BOWDEN, 1986), apparentemente ha realizzato abbastanza presto la situazione anomala, ma ha eseguito il giusto *display* dopo una latenza significativa.

Come è stato osservato nelle altre 26 nidificazioni del 2008, utilizzando la stessa tecnica (videocamera nascosta posta a ca. 180 cm di distanza dal nido), l'Occhione solitamente ritorna al nido rapidamente e in modo silenzioso e si accovaccia sulle uova quasi immediatamente; al contrario, l'individuo osservato rimane in piedi vicino al nido per circa 4 minuti, emettendo insistentemente versi di richiamo, prima di accovacciarsi sulla coppetta nido vuota. L'Occhione, in aggiunta a

questo comportamento errato (cioè covare il nido vuoto) ha iniziato a covare l'uovo, una volta localizzato, nel posto sbagliato e solo dopo circa 45 minuti ha iniziato il recupero.

Dal momento che si tratta di un unico esperimento, non si può generalizzare. È interessante osservare, tuttavia, che il ritardo nella risposta è piuttosto prolungato rispetto a quello di altre specie come *Lagopus leucura* (Richardson, 1831), che di solito risponde in tempi più brevi (GIESEN, 1978). Tuttavia, in *Lagopus leucura* il ritardo sembra essere inversamente correlato alla distanza di spostamento (GIESEN, 1978). Così, si potrebbe ipotizzare che quello osservato negli Occhioni, possa essere semplicemente dovuto alla distanza dello spostamento, probabilmente superiore a quella a cui di solito sono abituati.

Altri studi, riguardanti l'effetto del periodo di cova e la distanza di spostamento, potrebbero essere utili per comprendere meglio tale comportamento nella specie in oggetto; il singolo caso studiato ha dimostrato la capacità di recupero delle uova in questa specie e può essere considerato come un interessante punto di partenza per ulteriori indagini (SPENA ET AL., 2009).

9. Approfondimento tassonomico su popolazioni siciliane

Un altro aspetto della ricerca ha riguardato la corretta attribuzione tassonomica sottospecifica delle popolazioni isolane, affrontata attraverso l'analisi genetica di campioni di individui provenienti da differenti aree mediterranee, nel quadro di un'indagine tesa a stabilire le effettive aree di distribuzione delle sottospecie *saharae* e nominale (MAGNELLI *ET AL.*, 2009). Il limite di distribuzione settentrionale tra queste due sottospecie non appare al momento ben definito nonostante il recente contributo di DELANY *ET AL.* (2009), in quanto l'attribuzione a *saharae* delle popolazioni siciliane, basata più che altro su ritrovamenti occasionali nelle isole minori (come Lampedusa o Pantelleria), potrebbe anche riferirsi ad individui in movimento migratorio (CAMBI, 1977; MESCHINI, 2010) (Fig. 96).

Le analisi sono state effettuate presso il Laboratorio dell'Istituto per lo Studio degli Ecosistemi ISE-CNR di Sesto Fiorentino (FI).

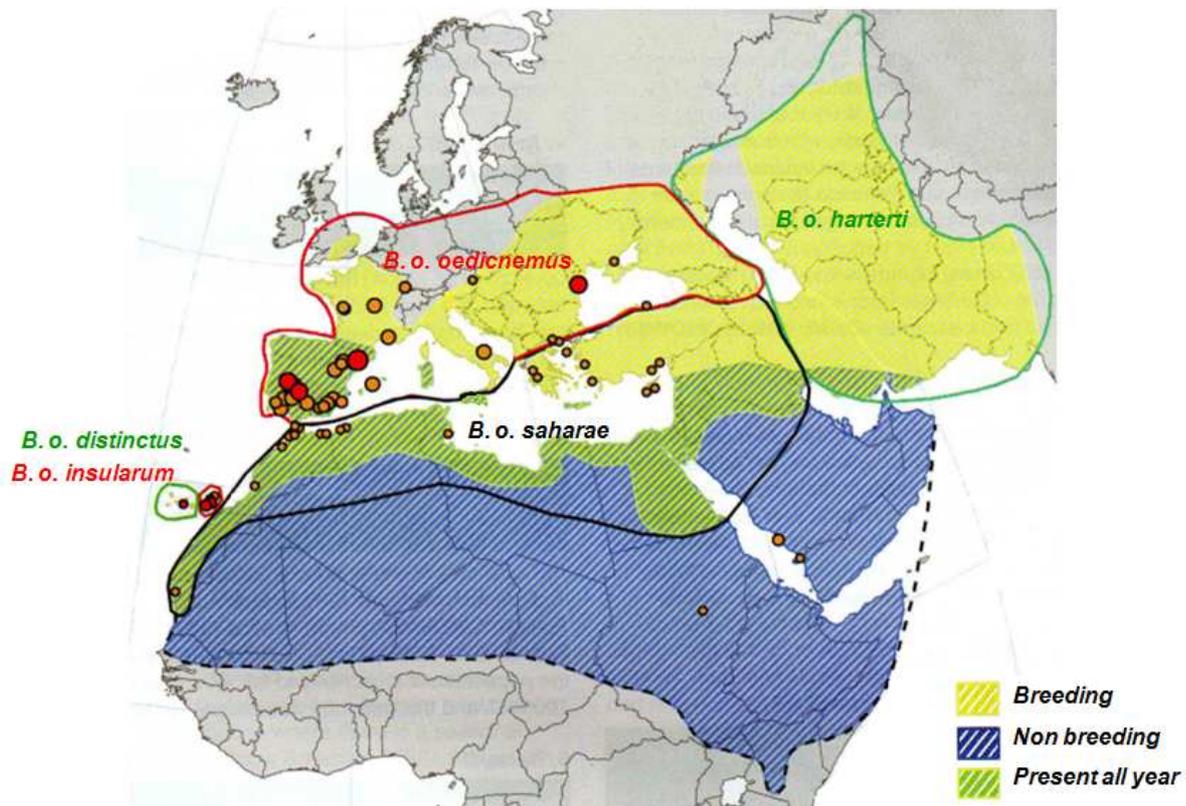


Figura 96 – Areali di distribuzione di *Burhinus oedicnemus*, definiti su base fenotipica (da DELANY ET AL., 2009 (mod.)).

9.1 Materiali e metodi

Attraverso l'analisi di due porzioni geniche di DNA mitocondriale (NAD2 e citocromo b), è stata indagata la struttura genetica di due popolazioni italiane, una insulare (penisola Magnisi, Siracusa (SI)) e l'altra continentale (Parco del Taro, Parma (PT)), comparandola con quella di individui provenienti da località insulari del bacino del Mediterraneo (Creta (CR)), dalle Canarie (Gran Canaria (GC) e Fuerteventura (FV)) e dalla Tunisia (TU) (Parco di Bou-Hedma e isola di Kerkennah) (Figg. 97-98).

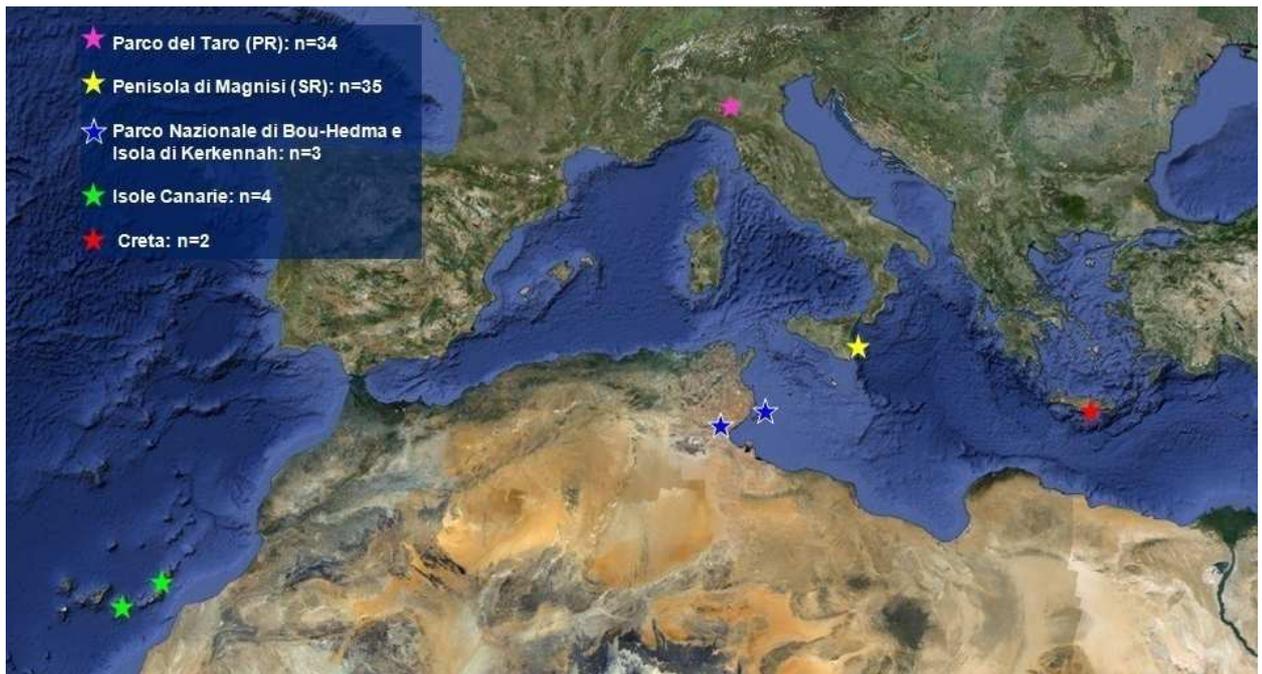


Figura 97 – Cartina con l'indicazione dei siti di campionamento del presente studio (n = numero di campioni).

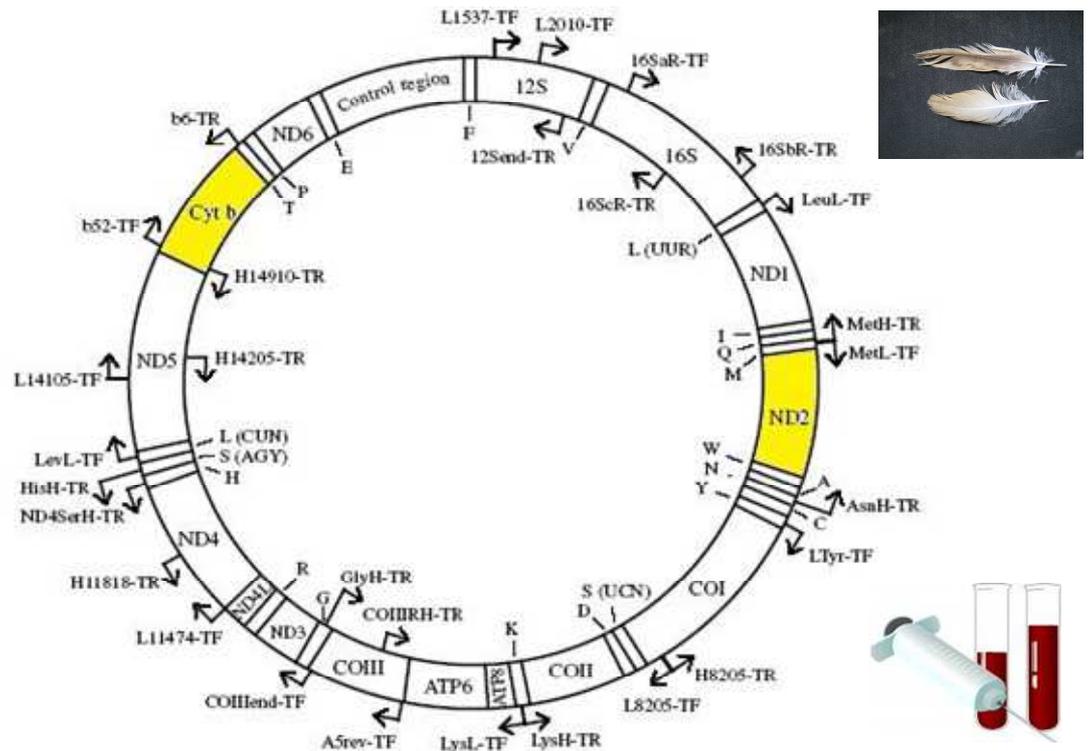


Figura 98 – DNA mitocondriale e marcatori molecolari utilizzati in questo studio.

Gli esemplari utilizzati in questo studio sono pulcini e adulti di *Burhinus oedicnemus* catturati durante la stagione riproduttiva (Tab. 10).

Sono state utilizzate sia le penne, per la relativa facilità di estrarre DNA mitocondriale e perché indubbiamente più semplici da raccogliere e conservare, sia i campioni di sangue. Le penne sono state prelevate da esemplari vivi oppure raccolte sul terreno nelle immediate vicinanze delle coppette nido.

Durante le stagioni riproduttive 2007/2010 sono state raccolte 485 penne nella penisola Magnisi, 55 nel Parco Nazionale di Bou-Hedma e 10 nell'isola di Kerkennah.

DATA	PROVENIENZA	ANELLO/N°RIFERIMENTO	ADULTO/PULCINO	SANGUE	PENNE	TESSUTO MUSCOLARE
14/05/2007	PENISOLA MAGNISI (SR)	0	PU	0	0	1
22/05/2007	PENISOLA MAGNISI (SR)	0	PU	0	1	0
09/06/2007	PENISOLA MAGNISI (SR)	0	PU	1	1	0
14/06/2007	PENISOLA MAGNISI (SR)	0	PU	0	0	1
08/07/2007	PENISOLA MAGNISI (SR)	0	PU_1 nido Q	0	1	0
08/07/2007	PENISOLA MAGNISI (SR)	0	PU_2 nido Q	0	1	0
14/07/2007	PENISOLA MAGNISI (SR)	0	PU_1 nido M	0	1	0
14/07/2007	PENISOLA MAGNISI (SR)	0	PU_2 nido M	0	1	0
03/08/2007	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH0323	PU	1	1	0
06/08/2007	PENISOLA MAGNISI (SR)	0	PU_1 nido L	1	1	0
06/08/2007	PENISOLA MAGNISI (SR)	0	PU_2 nido L	1	1	0
07/05/2008	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6011	PU_1 nido H	1	1	0
08/05/2008	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6012	PU_1 nido F	1	0	0
08/05/2008	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6013	PU_2 nido F	1	0	0
20/05/2008	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6014	PU_1	1	0	0
20/05/2008	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6015	PU_2	1	0	0
09/06/2008	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6016	PU_1	1	0	0
09/06/2008	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6017	PU_2	1	0	0
05/07/2008	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6018	PU_1	1	0	0
05/07/2008	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6019	PU_2	1	0	0
06/07/2008	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6020	PU_1	1	0	0
06/07/2008	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6021	PU_2	1	0	0
24/07/2008	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6022	PU	1	1	0
25/07/2008	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6023	PU	1	1	0
02/08/2008	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6024	PU	1	0	0
18/05/2009	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6025	PU	1	1	0
04/06/2009	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6026	PU_1	1	1	0
04/06/2009	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6027	PU_2	1	1	0
25/06/2009	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6028	PU	1	1	0
29/06/2009	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6029	AD	1	1	0
29/06/2009	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6030	AD	1	1	0
30/11/2009	COMISO (RG)	Rif. 156/09 centro recupero Comiso	AD	0	1	0

22/01/2010	RAGUSA (SR)	Rif. 10/10 centro recupero Comiso	AD	1	1	0
02/02/2010	CHIARMONTE GULFI (RG)	Rif. 13/10 centro recupero Comiso	AD	1	1	0
01/03/2010	VITTORIA (RG)	Rif. 17/10 centro recupero Comiso	AD	1	1	0
09/04/2010	SCICLI (RG)	Rif. 33/10 centro recupero Comiso	AD	1	1	0
02/06/2010	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6035	AD	1	1	0
11/06/2010	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6036	AD	1	0	0
19/06/2010	FIUME HIMERA, PIETRAPERZIA (CL)	0	PU	1	1	0
29/06/2010	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6039	PU	1	1	0
25/06/2010	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6041	AD	1	1	0
29/06/2010	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6042	AD	1	1	0
01/07/2010	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6043	AD	1	1	0
02/07/2010	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6044	AD	1	1	0
06/07/2010	PENISOLA MAGNISI (SR)	TH6045	AD	1	1	0
22/07/2010	FIUME HIMERA, PIETRAPERZIA (CL)	0	PU	0	1	0

Tabella 10– Sangue e Penne prelevati da individui catturati e porzioni di tessuto muscolare da individui morti.

Tecniche utilizzate

Estrazione del DNA

Le analisi genomiche sono state eseguite su campioni di vario tipo:

1. Sangue prelevato dalla vena brachiale.

È stato conservato utilizzando EDTA 0.25 M come anticoagulante. Successivamente trasportato in laboratorio in borsa frigorifera e conservato a -80°C fino al momento dell'estrazione del DNA.

Il DNA è stato estratto dal sangue utilizzando il *kit Qiagen Blood Kit (Qiagen Inc)* presente in commercio, seguendo il protocollo indicato dalla ditta stessa per l'estrazione da sangue di non-Mammiferi (Invertebrati, Rettili, Pesci, Uccelli) qui di seguito riportato:

Lisi cellulare:

Dopo aver scongelato il sangue conservato in EDTA riscaldandolo rapidamente a 37° C, ne sono stati aggiunti 2 µl in una provetta *ependorf* da 1.5 ml contenente 300 µl di soluzione per la lisi cellulare.

Successivamente la soluzione è stata mescolata con la pipetta 3-5 volte per lisare le cellule.

Trattamento con RNAsi A Solution:

Dopo aver aggiunto 1.5 µl di soluzione RNAsi A al lisato cellulare, il campione è stato mescolato invertendo la provetta 25 volte e poi incubato a 37°C per 15 minuti.

Precipitazione delle proteine:

Dopo aver raffreddato il campione incubandolo in ghiaccio per 10 minuti, sono stati aggiunti 100 µl di soluzione per la precipitazione delle proteine.

Il campione è stato vortexato alla massima velocità per 20 secondi per mixare in modo uniforme la soluzione contenente il lisato cellulare.

Il sangue così trattato è stato centrifugato alla massima velocità per 4 minuti ottenendo quindi un *pellet* compatto formato dalle proteine, visibile sul fondo della provetta.

Precipitazione del DNA:

Il supernatante contenente il DNA è stato prelevato, lasciando il *pellet* formato dalle proteine precipitate, e posto in una provetta *ependorf* da 1.5 ml contenente 300 µl di isopropanolo al 100%.

Il campione è stato mixato invertendolo lentamente per 50 volte e successivamente centrifugato alla massima velocità per 1 minuto; a questo punto il DNA risulta visibile sotto forma di un piccolo *pellet* bianco.

Dopo aver prelevato il supernatante, la provetta è stata fatta sgocciolare su carta assorbente per qualche minuto. Sono stati quindi aggiunti 300 µl di etanolo al 70%, e poi l'*eppendorf* è stata invertita più volte al fine di lavare il *pellet* di DNA.

Quindi è stato centrifugato alla massima velocità per 1 minuto ed è stato eliminato l'etanolo avendo estrema cura di non rimuovere anche il *pellet* di DNA.

Infine la provetta è stata posta a sgocciolare su carta assorbente e si è lasciato asciugare il campione all'aria per 10-15 minuti.

Idratazione del DNA:

Sono stati aggiunti 100 µl di soluzione di idratazione del DNA. Il DNA è stato fatto reidrattare per 1 ora nel bagnetto a secco a 65°C; successivamente è stato conservato a 4°C. Per poterlo conservare a lungo termine il DNA è stato messo a -20°C o -80 °C.

2) Penne raccolte sia sull'animale che sul terreno.

Sono state conservate in etanolo al 96% oppure in busta a secco.

Il metodo di estrazione utilizzato è lo stesso del sangue, ma con un passaggio in più. All'inizio del procedimento al campione sono stati aggiunti 20 µl di proteinasi k, successivamente vortexato e lasciato ad una temperatura di 56°C per tutta la notte fino alla lisi completa del tessuto. Durante questa fase il campione è stato periodicamente vortexato per facilitare il processo di lisi.

3) Porzioni di tessuto muscolare, prelevate da animali morti e conservate in alcool assoluto. È stato utilizzato lo stesso procedimento di estrazione del DNA dalle penne.

Amplificazione del DNA

Per lo studio sono state utilizzate 2 coppie di *primer*, per l'amplificazione di due porzioni geniche mitocondriali, la NADH Deidrogenasi 2 (NAD2) e la Citocromo b (CYTB).

Per l'amplificazione dei due frammenti sono stati utilizzati *primers* provenienti da PATON & BAKER, 2006 per Citocromo B e per la NAD2 da SORENSON *ET AL.*, 1999.

L'amplificazione del DNA è stata ottenuta mediante PCR (*Polymerase Chain Reaction*) (MULLIS *ET AL.*, 1986).

Questa tecnica consiste nella creazione di molte copie di un tratto di DNA in una soluzione tampone contenente l'enzima DNA Polimerasi, gli oligonucleotidi innesco, i quattro deossinucleotidi di cui è composto il DNA e il cofattore $MgCl_2$ a passaggi alternati a temperature diverse. Il campione di DNA stampo che si vuole amplificare viene denaturato, mediante aumento della temperatura, e poi raffreddato per permettere agli inneschi di legarsi ai filamenti singoli (*annealing*). Successivamente la temperatura viene innalzata nuovamente e la *taq* polimerasi catalizza la sintesi dei filamenti di DNA complementari mediante aggiunta dei deossinucleotidi. Questo ciclo viene in genere ripetuto 30-40 volte e il metodo è detto "a catena" perché i prodotti di ciascuna reazione vengono usati come filamenti stampo nelle reazioni successive.

Nella reazione sono stati utilizzati 100ng di DNA, a cui sono stati aggiunti 10 μ l di una *mix* costituita da:

- 10 mM Tris-HCl (10x)
- 2 mM MgCl₂;
- 200 μ M dNTPs;
- 6 pmoli di ciascun *primer*
- 1 U *Taq* polimerasi

I frammenti sono stati amplificati in una macchina *Perkin Elmer* 2720 con una reazione di PCR di un totale di 35 cicli così organizzati:

- 30 secondi per la denaturazione a 94°C;
- 40 secondi per l'*annealing* a temperature diverse per i singoli frammenti (50°C per CYTB e 60°C per NAD2);
- 1 minuto a 72°C per l'estensione.

I prodotti della PCR sono poi stati visualizzati, mediante elettroforesi svolta per 15-20 minuti a 120 V e 400 mA, su un gel di agarosio al 1,5% contenente bromuro d'etidio (0.5 mg/ml) e le bande di DNA relative ai segmenti amplificati sono state individuate ponendo un *marker* di peso molecolare come riferimento e visualizzate attraverso l'uso di un trans illuminatore.

Sequenziamento

Il passo successivo è quello della purificazione dei frammenti tramite EXOSAP-IT e sequenziamento del DNA amplificato e purificato. È stata aggiunta acqua (in quantità variabile) e 3.2 pmoli del *primer* fino ad ottenere un volume totale di 11 μ l. La miscela così ottenuta viene sottoposta ad una reazione di sequenza utilizzando un *kit*

in commercio (ABI *sequencing kit*, *Big Dye Terminator Cycle Sequencing* v. 2.0-ABI PRISM, PE Biosystems). Le sequenze sono state effettuate, utilizzando una macchina automatica *Perkin Elmer 310°*, ABI®. Questa macchina utilizza il metodo di Sanger (SANGER F. *ET AL.* 1977), che consiste nell'utilizzo di dideossinucleotidi marcati e di una DNA polimerasi privata della sua capacità di correggere gli errori durante la fase di duplicazione del DNA. Di conseguenza, se la DNA polimerasi incorpora un dideossinucleotide, non è in grado di correggere questo errore e quindi l'allungamento della catena si interrompe. Il sequenziatore automatico fornisce i risultati sotto forma di cromatogrammi (particolari grafici che forniscono anche un'indicazione quantitativa sui nucleotidi in ciascuna posizione della sequenza), che sono stati visualizzati e corretti tramite il programma CHROMAS vers. 2.0 (*Technelysium Pty Ltd*) (www.Technelysium.com.au).

Analisi dei dati

Dopo che il sequenziatore automatico ha fornito i risultati sottoforma di cromatogrammi, è stato effettuato l'allineamento delle sequenze tramite il programma CLUSTALX (THOMPSON *ET AL.*, 1997). Poi è stato adoperato il programma ProSeq v. 2.9 Beta (FILATOV, 2001) per individuare i siti variabili e caratterizzarli relativamente al loro cambiamento nel codone aminoacidico.

La variabilità genetica all'interno delle popolazioni è stata stimata attraverso i valori di:

1. diversità aplotipica, $h = (n / n1) (1 \Sigma f_i^2)$

dove n è il numero di aplotipi nel campione e f_i è la sequenza con cui compare l'iesimo aplotipo.

2. diversità nucleotidica, $\pi = \Sigma \pi_{ij} / n_c$

dove π_{ij} è la proporzione di nucleotidi diversi tra l'iesimo ed il iesimo aplotipo, e n_c è il numero totale di comparazioni effettuate, dipendente dal numero di aplotipi n [$n_c = 0,5n(n-1)$].

Il primo indice rappresenta la probabilità che due aplotipi scelti casualmente da una popolazione siano diversi, il secondo invece rappresenta la probabilità che due nucleotidi omologhi tratti da aplotipi di una stessa popolazione siano diversi. Entrambi questi valori danno una stima della variabilità intrapopolazionistica, con la differenza che il primo (diversità genica) considera solo il numero e la frequenza degli aplotipi, mentre il secondo (diversità nucleotidica) prende in considerazione anche la diversità degli aplotipi a livello di sequenza. La diversità nucleotidica (π) e la diversità aplotipica (H) sono state calcolate utilizzando il metodo di NEI (1987), usando il programma DnaSP 4.10 (ROZAS *ET AL.*, 2003).

Il numero di aplotipi è stato calcolato utilizzando il *software* ARLEQUIN vers. 3.0 (EXCOFFIER *ET AL.*, 2005).

ARLEQUIN è stato anche utilizzato per calcolare i valori di F_{st} tra le popolazioni e la loro significatività (10.000 permutazioni).

Gli aplotipi sono stati utilizzati per costruire un *network* degli aplotipi usando il programma TCS versione 1.21 (CLEMENT *ET AL.*, 2000) relativamente al solo gene NAD2, per il quale è stato possibile ottenere il maggior numero di sequenze.

9.2 Risultati e conclusioni

I valori di diversità aplotipica e nucleotidica sono mostrati nella tabella 11.

	gene	bp	nhap	h	π
SICILIA	CYTB	447	13	0.877	0.013
	NAD2	753	15	0.896	0.0045
TARO	CYTB	447	12	0.867	0.015
	NAD2	753	16	0.793	0.0085

Tabella 11- Indici di diversità genetica nelle due popolazioni italiane analizzate. (nhap: numero di aplotipi, h: diversità aplotipica; π : diversità nucleotidica).

Nel *network* (Fig. 99) molti aplotipi risultano condivisi tra le due popolazioni principali considerate, di Magnisi e del Parco del Taro. La distribuzione degli aplotipi per il gene NAD2 è osservabile in dettaglio nella tabella 12. Queste due popolazioni mostrano un basso livello di differenziazione genetica (0.7%) e un valore di F_{st} non significativo ($F_{st}=0.009$; $p=0.45$). Un'osservazione particolare riguarda la popolazione tunisina che presenta F_{st} significativi in comparazione con tutte le altre popolazioni. Questa popolazione risulta particolarmente differenziata: i suoi aplotipi appaiono separati dagli altri da un numero elevato di mutazioni. Inoltre, la popolazione dell'isola di Kerkennah (Tunisia) appare costituita da 2 aplotipi piuttosto diversi tra loro (ker 1 e ker 2 nella Fig. 99). Il basso numero di campioni non ci consente per il momento di formulare considerazioni affidabili. Tra le popolazioni tunisine e quelle italiane sono stati osservati livelli particolarmente

elevati di differenziazione (20%). In particolar modo, la popolazione nidificante tunisina è effettivamente ben differenziata, sia dalla vicina popolazione siciliana, considerata in alcuni testi come attribuibile a *B.o.saharae* (Fig. 96) sia dalla popolazione dell'isola di Creta (23%) che sembra mostrare una minore distanza genetica dalle popolazioni italiane rispetto a quella africana (10%). La popolazione delle Canarie è rappresentata da aplotipi privati, diversi nelle due isole Gran Canaria e Fuerteventura, che non condividono quindi aplotipi tra loro. Anche in questo caso gli individui analizzati sono piuttosto pochi e questi dati sono suscettibili di revisioni future.

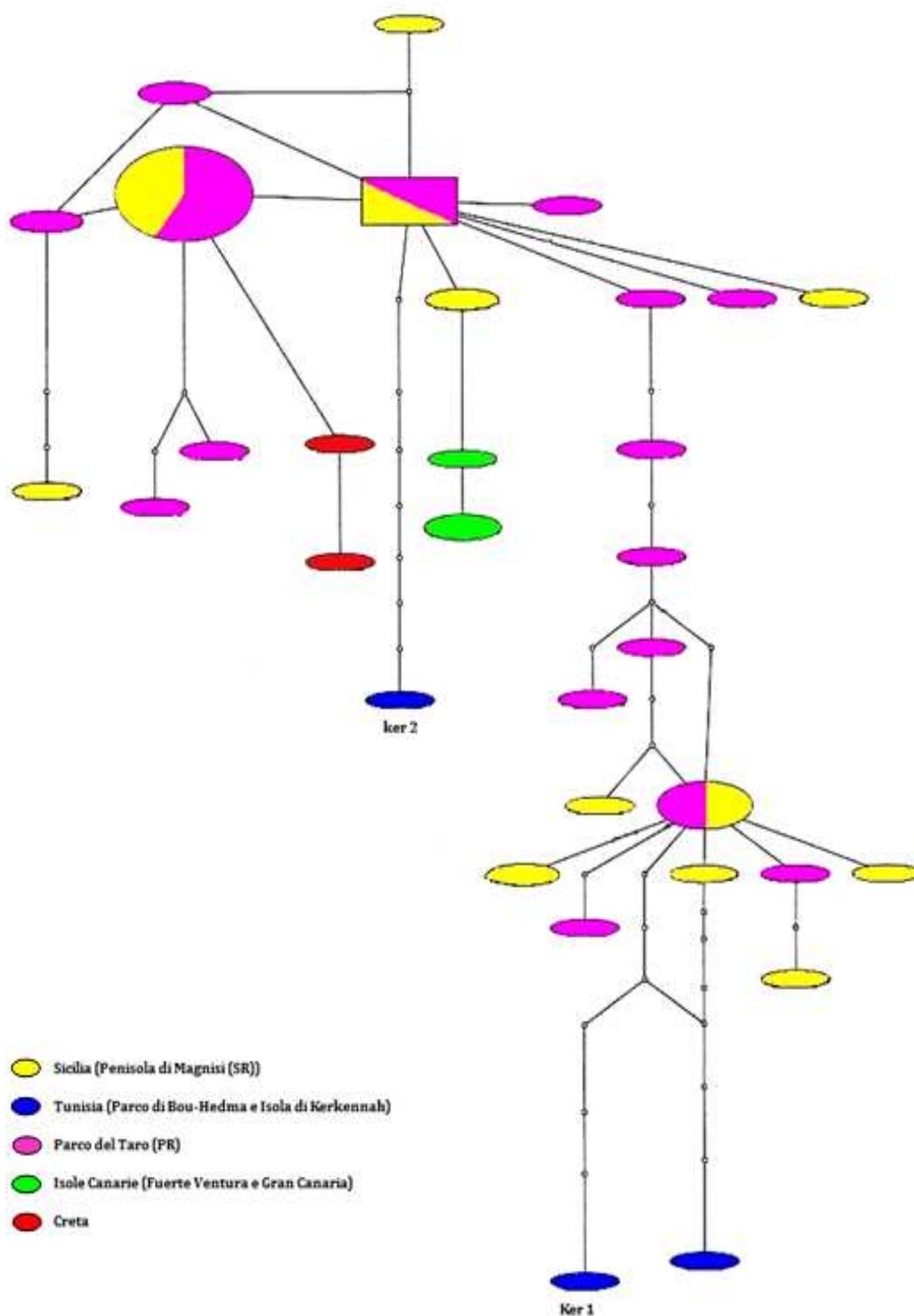


Figura 99 – Network di aplotipi NAD2 ottenuto con il programma TCS (CLEMENT *ET AL.*, 2000). Le dimensioni dei cerchi sono proporzionali al numero degli individui che condividono lo stesso aplotipo (Tab. 12). I differenti colori si riferiscono alla provenienza dei campioni, descritta in Fig. 97.

NAD2					
aplN	Taro	Sicilia	Canarie	Creta	Tunisia
1					1
2					1
3					1
4	11	8			
5	1				
6	1				
7	1				
8	5				
9	2				
10	1				
11	1				
12	1				
13	1				
14	1				
15	1	1			
16		1			
17	4	4			
18		2			
19		1			
20		2			
21		2			
22		1			
23		1			
24		1			
25		1			
26		1			
27		1			
28		1			
29	1				
30	1				
31	1				
32			3		
33			1		
34				1	
35				1	

Tabella 12 - Ripartizione degli aplotipi (aplN) nelle diverse popolazioni analizzate e numero degli individui per ogni aplotipo di NAD2.

Questi risultati preliminari suggeriscono l'attribuzione delle popolazioni siciliane (e anche di quelle cretesi) alla sottospecie nominale come già sostenuto sulla base di dati morfologici da MASSA in CAMBI (1977). I livelli di divergenza nucleotidica ottenuti tra la Tunisia e le popolazioni italiane sono comparabili ai valori riscontrati in generale per gli Uccelli tra differenti sottospecie (FUNK *ET AL.*, 2007) rinforzando l'ipotesi della differente appartenenza tassonomica tra le popolazioni che si trovano sulle opposte sponde del Canale di Sicilia. Da confermare attraverso l'analisi genetica, appare a questo punto l'attribuzione tassonomica delle popolazioni delle isole Pelagie appartenenti secondo VAURIE (1965) a *saharae*; lo stesso appare necessario per le popolazioni di Creta stante la loro confrontabilità genetica con quelle continentali italiane. Dai dati disponibili una probabile attribuzione alla sottospecie *saharae* appare possibile solo per le popolazioni nord-africane. Le popolazioni delle due sottospecie sono senz'altro in contatto al di fuori del periodo della nidificazione, dal momento che la sottospecie nominale si sposta verso sud per lo svernamento, occupando largamente la zona magrebina come dimostrato da GREEN *ET AL.* (1997) per le popolazioni inglesi. La portata di questi movimenti per le popolazioni italiane, nonostante l'incremento delle attività di inanellamento, rimane sconosciuta (SPINA & VOLPONI, 2008), mentre alcune risposte potrebbero pervenire da metodologie telemetriche (geo-locators) intraprese nel 2010 sulla popolazione del Parco del Taro (SPENA *ET AL.*, 2010).

La raccolta di notizie sul comportamento migratorio è certamente uno degli elementi gestionalmente più rilevanti che in aggiunta alla possibilità di sicuro riconoscimento tassonomico degli individui presenti durante l'anno sull'isola renderà possibile definire il quadro di frequenza

delle due popolazioni sottospecifiche nel territorio siciliano evidenziandone il ruolo biogeografico e conservazionistico.

Da un punto di vista conservazionistico, la situazione della variabilità genetica dell'Occhione non risulta peggiore di quella riscontrata in altre specie nello stesso stato di vulnerabilità. Infatti, i valori di diversità nucleotidica riscontrati nelle popolazioni di Occhione sono paragonabili a quelli di altre specie di *Charadriiformes* classificati come *Least Concern* nella lista rossa (IUCN) (Tab. 13).

<i>taxon</i>		gene	π	
<i>Burhinus oecdinemus</i>	LC	ND2	0.009	questo studio
<i>Burhinus oecdinemus</i>	LC	cytb	0.009	questo studio
<i>Charadrius alexandrinus</i>	LC	CR	0.008	Funk et al., 2007
<i>Larus argentatus</i>	LC	cytb	0.006	Gay et al., 2007
<i>Larus cachinnans</i>	LC	cytb	0.002	Gay et al., 2007
<i>Sterna fuscata</i>	LC	cytb	0.006	Faria et al., 2007
<i>Sterna fuscata</i>	LC	ND2	0.002	Faria et al., 2007

Tabella 13 - Valori di diversità nucleotidica (π) in specie di *Charadriiformes* classificati come *Least Concern* (LC) nella lista rossa (IUCN).

Non essendo mai stati svolti studi riguardanti la struttura genetica della specie, questa analisi molecolare costituisce un elemento molto importante. Sarà necessario però aumentare il numero dei campioni analizzati e probabilmente utilizzare marcatori polimorfici nucleari, quali SNPs e micro satelliti per contribuire a delineare meglio le sottospecie di questo *taxon*.

10. Conclusioni

Studiare sul campo una specie ad alta specializzazione ecologica non è impresa semplice, tanto più se appartiene ad un *taxon* di elevata complessità morfo-fisiologica, come può essere un uccello.

I risultati qui conseguiti testimoniano questa difficoltà tanto da non essere in sé sufficienti a dar univoca risposta alle istanze di ricerca che ci eravamo preposti. Piuttosto sono stati utili per indicare ulteriori vie e contesti sperimentali da perseguire in indagini future.

Da un punto di vista metodologico è stato possibile testare positivamente alcune tecniche di rilevamento mai prima usate per queste finalità, permettendo di incrementare significativamente l'interpretazione di una domanda fondamentale: quali sono i parametri importanti nella selezione del sito di nidificazione a livello di microscala.

Se infatti le caratteristiche di scelta di habitat erano per l'Occhione ben note (CRAMP & SIMMONS, 1983; DEL HOYO *ET AL.*, 1996), si è qui giunti ad evidenziare, attraverso l'analisi GIS, come i fenomeni di ruscellamento che avvengono sul terreno influenzino in modo predicibile la collocazione del nido da parte di questa specie.

Eguualmente si può argomentare per ciò che concerne le caratteristiche di copertura vegetazionale, con una precisa scelta selettiva nell'ambito dell'esistente, di aree scoperte, spesso geomorfologicamente predisposte ad accogliere la covata.

In un substrato di natura spesso "scheletrica", come quello di Magnisi, in cui la roccia basale è frequentemente esposta dal dilavamento della coltre di sedimento terrigeno, abbiamo avuto la

possibilità di documentare con precisione tutta una gamma di esempi che ben illustrano le strategie di scelta operate dall'Occhione in questo contesto, come discusso prima nel capitolo di riferimento. Caratteri del substrato che influenzano dunque la scelta di localizzazione del nido e che possono portare la specie ad avere una stretta contiguità di nidificazione.

La situazione della penisola Magnisi qui riportata, così come le notizie disponibili dalla letteratura (CRAMP & SIMMONS, 1983; POLLONARA *ET AL.*, 2009), dimostrano per la specie la possibilità di nidificare in stretta associazione, dando origine a forme di nidificazione para-sociali o presociali che dir si voglia. Infatti, accanto ad una forma di territorialità che tende ad una spaziatura dei nidi, si deve registrare per l'Occhione una tendenza a formare “*clustering*” di nidificazione in cui le coppie si concentrano in modo percettibile e statisticamente dimostrabile.

Le parallele ricerche svolte sulla popolazione continentale del Parco del Taro (POLLONARA *ET AL.*, 2009) hanno chiaramente dimostrato questo stato di fatto in un ambiente vegetazionalmente più strutturato di quello di Magnisi, in cui esiste una reale competizione per le localizzazioni in spazi ampiamente privi di vegetazione arbustiva, che vengono positivamente selezionati determinando situazioni di nidificazione in stretta contiguità.

Da un punto di vista adattativo, questo fenomeno può rivestire per la popolazione interessata una certa importanza, in quanto le conferisce quei “vantaggi” che si riconoscono alla socialità (protezione reciproca dai predatori, “centro di informazione” per la localizzazione delle risorse (WARD & ZAHAVI, 1973; WITTEMBERGER & HUNT, 1985)).

La struttura relativamente lassa della localizzazione dei nidi può, al tempo stesso, non estremizzare quegli “svantaggi” che la struttura sociale stessa può comportare. Proprio in questa direzione, ricerche future sul successo riproduttivo differenziale di coppie in differente relazione spaziale con conspecifici, potrà fornire conferma o meno a queste previsioni speculative.

Le notizie qui raccolte sulla dieta della locale popolazione di Occhione, possono ulteriormente aiutare le considerazioni sul comportamento gregario prima espresse.

La dieta della specie è fondamentalmente opportunistica nell’ambito di un *range* alimentare in cui gli invertebrati del suolo giocano un ruolo chiave; anche nel caso del foraggiamento assistiamo a possibili congregazioni, non solo nel periodo preriproduttivo o premigratorio, fatto ben noto per la specie, ma anche durante il periodo riproduttivo.

Concentrazioni di individui si possono rilevare in aree dove la selezione delle prede è facilitata dalle caratteristiche della vegetazione o dalla presenza di particolari “*reservoir*” di prede costituite ad esempio da cumuli di letame o, come nel caso dell’area di studio, dalla presenza di mandrie al pascolo (SPENA *ET AL.*, 2008; CACCAMO *ET AL.*, 2009).

Il comportamento mostrato appare del tutto opportunistico e determinato dalla localizzazione delle prede, senza che si sviluppino tattiche di cooperazione come avviene per altre specie; è ancora l’habitat di foraggiamento a determinare il comportamento gregario attraverso la concentrazione degli individui che tuttavia non paiono mostrare interazioni facilitative né competitive, a parte la possibilità che la presenza ad una data localizzazione di uno o più individui possa (ed è

plausibile) costituire un elemento di richiamo, facilitando così per alcuni la ricerca di un conveniente sito di foraggiamento.

Così come per altre specie di uccelli le scelte di habitat condizionano profondamente aspetti plurimi della biologia dell'Occhione dando la chiara indicazione di come, per una sua corretta conservazione, la salvaguardia degli habitat frequentati sia di importanza fondamentale.

Nell'ambito isolano le popolazioni di Occhione appaiono sufficientemente note nella loro dislocazione (GRASSO *ET AL.*, 2001; LO VALVO *ET AL.*, 1993; TINARELLI *ET AL.*, 2009) sebbene una conveniente indagine quantitativa ed in particolare un approfondimento sulle caratteristiche vegetazionali e geomorfologiche dei siti di presenza, manchi largamente. Questo potrebbe essere il passo decisivo per un programma di conservazione della popolazione siciliana che riveste, a livello nazionale, un ruolo non certamente marginale e biogeograficamente rilevante (TINARELLI *ET AL.*, 2009).

Appena tracciata, seppur feconda di riscontri, appare infine la parte della Tesi dedicata ad una indagine tassonomica sulla popolazione isolana. Qui si è subito verificato quanto approssimate ed inconsistenti siano anche le più recenti sintesi (DELANY *ET AL.*, 2009) e quanto invece possa fare l'analisi genetica estesa alle diverse popolazioni mediterranee, così da permettere un idoneo confronto.

Le considerazioni biogeografiche divengono in questo caso preponderanti, mettendo in evidenza un mosaico popolazionistico complesso in cui, se le abitudini migratorie della specie possono assicurare un ampio scambio genico, pur tuttavia si riscontrano ambiti di

variabilità genetica ben avvertibili strumentalmente all'interno dell'area mediterranea.

I limiti tra i complessi sottospecifici riconosciuti (VAURIE, 1965; CRAMP & SIMMONS, 1983; DEL HOYO *ET AL.*, 1996) dovranno essere profondamente riveduti in seguito al proseguire di questa linea di ricerca che sta evidenziando complessi popolazionistici nord-mediterranei distinguibili da quelli magrebini, accanto alla necessità di estendere all'area egea le ricerche genetiche per una corretta interpretazione di appartenenza tassonomica di quelle popolazioni.

Su Magnisi "*u Librazzinu*" continua a correre e a volare scandendo con il suo comportamento lo scorrere delle stagioni; una popolazione prima sconosciuta sta diventando più amica, lasciando intravedere i suoi segreti, le tracce che la sua storia naturale ci ha tramandato.

Queste pagine sono la timida, stentata trascrizione di tali muti messaggi.

11. Bibliografia

- AA.VV., 2008 – Atlante della Biodiversità della Sicilia: Vertebrati terrestri. Studi e Ricerche, 6, Arpa Sicilia, Palermo.
- ALI S. & RIPLEY S.D., 1969 – Handbook of the birds of India and Pakistan, 2.
- ARCHER G.F. & GODMAN E.M., 1937 – The birds of British Somaliland and the Gulf of Aden, 1-2. Edinburgh.
- ARRIGONI DEGLI ODDI E., 1904 – Manuale di ornitologia italiana : elenco descrittivo degli uccelli stazionari o di passaggio finora osservati in Italia, Milano.
- ARRIGONI DEGLI ODDI E., 1926 – Testo esplicativo ed illustrativo delle disposizioni vigenti in materia venatoria. Padova. Tip. del seminario.
- ARRIGONI DEGLI ODDI E., 1929 – Ornitologia Italiana. Milano, Hoepli Ed..
- BARROS C., 1994 – Contribution ej estudio de la biologia del alcaravan *Burhinus oedicnemus* en Espana. Tesis Doctoral, Universidad Autonoma de Madrid.
- BARROS C. & DE JUANA E., 1997 – Exito reproductivo del Alcaravan *Burhinus oedicnemus* en la Serena (Badajoz, Espana). Ardeola, 44 (2): 199-206.
- BEALEY C.E., GREEN R.E., ROBSON R., TAYLOR C.R., WINSPEAR R., 1999 – Factor affecting the numbers and breeding success of Stone Curlews *Burhinus oedicnemus* at Porton Down, Wiltshire. Bird Study, 46: 145-156.

- BENOIT L., 1840 – Ornitologia siciliana. Stamperia di G. Fiumara. Messina.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2004 – Birds in Europe population estimates, trends and conservation status. BirdLife International. BirdLife Conservation Series No. 12, Cambridge.
- BLONDEL J., 1986 – Biogéographie évolutive. Masson, Paris.
- BOLTON M., HOUSTON D.C., MONAGHAN P., 1992 – Nutritional constraints on egg formation in the Lesser Black-backed Gull: an experimental study. *J. Anim. Ecol.*, 61: 521-532.
- BRAUN-BLANQUET J., 1964 – Pflanzensoziologie. Springer Verlag, 3rd ed.. Wien-New York.
- BRICHETTI P., FRACASSO G., 2004 – Ornitologia Italiana vol.2. Tetraonidae-Scolopecidae. Alberto Perdisa Editore, Bologna.
- BRULLO S., 1975 – Aspetti di vegetazione tero-xerofitica del territorio ibleo (Sicilia meridionale-orientale). *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.*, 12: 5-16. Catania.
- BULGARINI F., CALVARIO E., FRATICELLI F., PETRETTI F., SARROCCO S. (eds.), 1998 – Libro Rosso degli Animali d'Italia – vertebrati. WWF Italia, Roma.
- BURROUGH P.A., 1986 – Principles of geographical information systems for land resources assessment. Vol. 12. Clarendon Press (Oxford Oxford Shire and New York).
- CACCAMO C., POLLONARA E., BALDACCINI N.E., GIUNCHI D., 2009 – Foraggiamento e pratiche agricole tradizionali: anche gli occhioni sfruttano la filiera del Parmigiano-Reggiano? In Giunchi D., Pollonara E., Baldaccini N. E. (a cura di), *L'occhione (Burhinus*

- oediconemus*): Biologia e conservazione di una specie di interesse comunitario – Indicazioni per la gestione del territorio e delle aree protette. Conservazione e gestione della natura. Quaderni di documentazione, 7: 18-20.
- CAMBI D., 1977 – Nuova segnalazione per l'Italia di *Burhinus oediconemus saharae* (Occhione del Sahara). Rivista Italiana di Ornitologia, 47: 278-281.
- CARPITA F., 2006 – Aspetti della biologia riproduttiva della popolazione di occhione (*Burhinus oediconemus*) nidificante nel Parco Fluviale Regionale del Taro. MSc Thesis, Pisa University. Available at: <http://etd.adm.unipi.it/theses/available/etd-01092006-111437/>.
- CHECHI S., 2001 – L'albergo del Tallurino: distribuzione e habitat dell'Occhione in Val d'Orcia (SI). Tesi di Laurea. Università degli Studi di Firenze.
- CLEMENT M., POSADA D., CRANDALL K.A., 2000 – TCS : a computer program to estimate gene genealogies. Mol. Ecol., 9: 1657-1659.
- CODY M.L., 1970 – Chilean bird distribution. Ecology, 51: 455-464.
- CODY M.L., 1983 – Continental diversity patterns and convergent evolution in bird communities. Ecological Studies, (F. Kruger, D. T. Mitchell, and J. U. M. Jarvis, Eds.). Springer-Verlag, Berlin, 43: 347-402.
- CODY M.L., 1985 – Habitat Selection in Birds. Academic Press, Orlando, FL..

- COLLINS B.T. & GASTON A.J., 1987 – Estimating the Error Involved in Using Egg Density to Predict Laying Dates. *Journal of Field Ornithology*, 58 (4): 464-473.
- CRAMP S. & SIMMONS K.E.L., 1983 – Handbook of the birds of Europe the Middle east and North Africa. Vol.3, Oxford Univ. Press, Oxford.
- DALLAI R., 2005 – Biodiversità: significato e valore di una parola. Ed. Nie, Siena.
- DEL HOYO J., ELLIOT A., SARGATAL J. (eds.), 1996 – Handbook of the birds of the World. Vol. 3. Lynx edicions, Barcelona.
- DELANY DODMAN T., STROUD D., DEREK S., 2009 – An Atlas of Waders Populations in Africa and Western Eurasia. Wetlands International.
- DEMENTIEV G.P. & GLADKOV N.A., 1951 – Ptitsy Sovjetskogo Soyuzu 3. Moscow.
- DI CARLO E. A. & HEINZE J., 1975 – Notizie ornitologiche dal Lazio e Toscana. *Riv. Ital. Orn.*, 45: 323-334.
- DIMARTINO M., SPENA M.T., CRISTAUDO A., GRASSO R., 2009 – Tecnologie Gis per l'analisi dei siti di nidificazione di *Burhinus Oedicnemus*. Atti della Dodicesima Conferenza Italiana Utenti ESRI. ROMA. 27-29/05/2009. ROMA. ESRI ITALIA. pp. 14-15.
- DOUGLAS R.M., 1990 – Volume determination of reptilian and avian eggs with practical applications. *S. Afric. J. Wildl. Res.*, 20: 111-117.
- DRAGONETTI M., GIUNCHI D., CACCAMO C., CORSI F., FARSI F., GIOVACCHINI P., POLLONARA E., 2009 – Il repertorio vocale

- dell'Occhione (*Burhinus oedicnemus*). XV Convegno italiano di Ornitologia. Parco nazionale del Circeo Sabaudia (LT), 14-18/10/2009.
- DRENT R., 1975 – Incubation. Avian Biology. Academic Press, New York, Vol. V: 333-420.
- DUNCAN D. C., 1984 – Egg Retrieval by Canada Geese: Apparent Interspecific Retrieval and Tests of Egg Displacement. Auk, 101: 886-887.
- ESRIITALIA, 2007 – Manuale per esperti e tecnici in sistemi informativi territoriali per l'attuazione del SITR del SIRA e del SIF.
- EXCOFFIER L., LAVAL G., SCHNEIDER S., 2005 – Arlequin (version 3.0): An integrated software package for population genetics data analysis.
- EXCOFFIER L. & LISCHER H.E. L. , 2010 – Arlequin suite ver 3.5: A new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows. Molecular Ecology Resources. 10: 564-567.
- FAZELLO T., 1573 – Le due deche dell'Historia di Sicilia., Appresso Domenico & Gio. Battista Guerra, Venezia.
- FEDUCCIA A., 1999 – The Origin and Evolution of birds, 2nd ed: Yale University Press, New Haven, Connecticut.
- FIORI A., 1923-1929 – Nuova Flora Analitica d'Italia. Firenze.
- FUNK W.C., MULLINS T.D., HAIG S.M., 2007 – Conservation genetics of snowy plovers (*Charadrius alexandrinus*) in the Western Hemisphere: population genetic structure and delineation of subspecies. Conservation Genetics 8 (6): 1287-1309.
- FURNESS R.W. & GREENWOOD J.J.D., 1993 – Bird as Monitors of Environmental Change. Chapman & Hall, London.

- GALBRAITH H. & GREEN R.E., 1985 – The prediction of hatching dates of lapwing clutches. *British Birds*, 79: 419-422.
- GASTON A.G., NOBLE D.G., PURDY M.A., 1983 – Monitoring Breeding Biology Parametres for Murres *Uria* spp.: Levels of Accuracy and Souces of Bias. *J. Field Ornithology*, 54 (3): 275-282.
- GIESEN K.M., 1978 – Egg Retrieval by Incubating White-tailed Ptarmigan. *Auk*, 95: 761-762.
- GIGLIOLI H.E., 1907 – Secondo resoconto dei risultati dell’Inchiesta Ornitologica in Italia. *Avifauna Italica*. Tip. S. Giuseppe, Firenze.
- GILLIARD E.T., 1963 – The evolution of bowerbirds. *Sci. Am.*, 209: 38-46.
- GIUNCHI D., CHIERICI E., PICCIO F., POLLONARA E., 2004 – Censimento della popolazione di occhione (*Burhinus oedicnemus*) nel Parco Fluviale regionale del Taro (Collecchio, Parma).
- GLUE D. & MORGAN R., 1974 – Breeding Statistics and Movements of the Stone Curlew. *Bird study*, 21: 21-28.
- GRANT M.C., 1996 – Predicting the hatching dates of Curlew *Numenius arquata* clutches. *Wader Study Group Bull.*, 80: 53-54.
- GRASSO M., LENTINI F. & CARBONE S., 1987 – Carta Geologica del settore nord-orientale Ibleo (Sicilia S.E.). Scala 1:50.000. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 38.
- GRASSO R. & IENTILE R., 2001 – Biologia riproduttiva dell’Occhione in ambiente rurale. *Avocetta*, Vol. 25: 213.
- GREEN R.E. & BODWEN C.G.R., 1986 – Field characters for ageing and sexing stone-curlewa. *British Bieds*, 79: 419-422.

- GREEN R.E., GRIFFITHS G.H., 1994 – Use of preferred nesting habitat by stone curlew *Burhinus oedicephalus* in relation to vegetation structure. *J. Zool. (Lond.)*, 233: 457-471.
- GREEN R.E., HODSON D.P., HOLNESS P.R., 1997 – Survival and movements of Stone-curlews *Burhinus oedicephalus* ringed in England. *Ring. & Migration*, 18: 102-112.
- GREEN R.E. & TAYLOR C.R., 1995 – Changes in Stone Curlew *Burhinus oedicephalus* distribution and abundance and vegetation height on chalk grassland at Porton Down, Wiltshire. *BirdStudy*, 42: 177-181.
- GREEN R.E. & TYLER G.A., 1989 – Determination of the diet of the stone curlew (*Burhinus oedicephalus*) by faecal analysis. *J. Zool.*, London, 217: 311-320.
- GUSTIN M., BRAMBILLA M., CELADA C., 2009 – Valutazione dello stato di conservazione dell'avifauna italiana. Rapporto tecnico finale. Progetto svolto su incarico del Ministero dell'Ambiente, della tutela del territorio e del mare. pp. 1-1151.
- HAGEMEIJER E.J.M. & BLAIR M.J. (eds.), 1997 – The EBCC Atlas of European Breeding Birds: Their Distribution and Abundance. T. & A.D. Poyser, London.
- HAMBER C., 2004 – Conservation. Cambridge University Press, Cambridge.
- HUTCHINSON M.F., 1988 – "Calculation of hydrologically sound digital elevation models". Third International Symposium on Spatial Data Handling, Columbus: International Geographical Union.
- ILLIGERI CAROLI D., 1811 – Prodrum Systematis Mammalium et Avium. Sumptibus C. Salfeld, Berolini.

- IUCN, 2008 – 2008 IUCN Red List of Threatened Species (www.iucnredlist.org).
- JAGER T.D., HULSCHER J.B., KERSTEN M., 2000 – Egg size, egg composition and reproductive success in the Oystercatcher *Haematopus ostralegus*. *Ibis*, 142: 603-613.
- KARAVAEV A.A., 1998 – Daily activity of Stone Curlew *Burhinus oedichnemos* during the breeding period. *International Wader Studies*, 10: 329-332.
- KIESTER A.R., GORMAN G.C., COLON D., 1975 – Habitat selection behavior of three species of *Anolis* lizards. *Springer-Verlag, Ecology*, 56: 220-225.
- KOSTEN P.A., 1982 – Egg Retrieval by Clapper Rails. *Journal of Field Ornithology*, 53: 274–275.
- LACK D., 1940 – Courtship feeding in birds. *Auk*, 57: 169–178.
- LACK D., 1944 – Ecological Aspects of Species-formation in Passerine Birds. *Ibis*, 86: 260–286.
- LACK D, 1968 – Ecological adaptations for breeding in birds. Methuen, London.
- LIGON J.D., 1999 – The evolution of avian breeding systems. Oxford University Press.
- LO VALVO M., MASSA B., SARÀ M. (red.), 1993 – Uccelli e paesaggio in Sicilia alle soglie del terzo millennio. *Naturalista sicil.*, S. IV, XVII, Suppl. (1993): 1-373.
- LORENZ K. & TINBERGEN N., 1938 – Taxis and instinctive action in the egg-retrieving behaviour of the Graylag Goose [Transl. from

- German]. Pp. 176–208 in *Instinctive behaviour* (C. H. Schiller, Ed., 1957). International University Press, New York.
- MAC ARTHUR R.H., MAC ARTHUR J.W., PREER J., 1962 – On bird species diversity. II. Prediction of bird Census from Habitat Measurement. *The American Naturalist*, 88: 167-174.
- MAC ARTHUR R.H. & PIANKA E.R., 1966 – On the optimal use of a patchy environment. *American Naturalist*, 100.
- MAGNELLI C., BARATTI M., SPENA M.T., GRASSO R., DESSI'-FULGHERI F., BALDACCINI N.E., POLLONARA E., GIUNCHI D., 2009 – Variabilità genetica in popolazioni mediterranee di Occhione (*Burhinus oedicnemus* L. 1758). Atti del XV Convegno Italiano Di Ornitologia. Parco Nazionale del Circeo Sabaudia (LT). 14-18/10/2009. ROMA. S.R.O.P.U. p. 97.
- MALVAUD F., 1996 – L'oedicneme criard en France. Resultats d'une enquête nationale (1980-1993). Groupe Ornitologique Normand, Caen.
- MARTORELLI G., 1906 – Uccelli d'Italia. Con 236 fotoincisioni da acquerelli e fotografie originali dell'autore e con 6 tavole a colori del medesimo, Milano.
- MASCARA R. & SARA' M., 2007 – Censimento di specie d'uccelli steppico-cerealicole d'interesse comunitario nella Piana di Gela (Sicilia sud-orientale) (Aves). *Naturalista Sicil.*, 31: 27-39.
- MASSA R. & INGEGNOLI V., 1999 – Biodiversità estinzione e conservazione. Ed. UTET, Torino.
- MAYFIELD H., 1975 – Suggestions for calculating nest success. *Wilson Bull.*, 87: 456-466.

- MCCULLAGH P., NELDER J.A., 1989 – Generalized Linear Models. Chapman & Hall, London, 2nd edition.
- MESCHINI A., 2010 – L'Occhione tra i fiumi e le pietre. Edizioni belvedere, Latina.
- MESCHINI A. & FRASCHETTI F., 1989 – Distribuzione consistenza e habitat dell'Occhione *Burhinus oedicnemus* in Lazio e Toscana. Avocetta, 13: 15-21.
- MESCHINI E. & FRUGIS S., 1993 – Atlante degli uccelli nidificanti in Italia. Suppl. Ric. Biol. Selvaggina, 20, 1-334.
- MILLS J.A., 1979 – Factors affecting the egg size of Red-billed Gulls *Larus novaehollandiae scopulinus*. Ibis, 121: 53-67.
- MORGAN, R. & SHORTEN M., 1974 – Breeding of the Woodcock in Britain. Bird Study, 21: 193-199.
- MULLIS K., FALOONA F., SCHARF S., SAIKI R., HORN G., ERLICH H., 1986 – Specific enzymatic amplification of DNA in vitro: the polymerase chain reaction. Biotechnology. 1992; 24: 17-27.
- NEI M., 1987 – Molecular Evolutionary Genetics. Wrst ed. Columbia University Press, New York.
- NETHERSOLE-THOMPSON D. & NETHERSOLE-THOMPSON M., 1986 – Waders: Their Breeding, Haunts and Watchers. Poyser, London.
- PATON T. & BAKER J., 2006 – Sequences from 14 mitochondrial genes provide a well-supported phylogeny of the Charadriiform birds congruent with the nuclear RAG-1 tree. Molecular Phylogenetics and Evolution, 39: 657-667.
- PAZZUCCONI A., 1997 – Uova e nidi degli uccelli italiani. Ed. Calderini, Bologna.

- PERRINS C.M., LEBRETON J.D., HIRONS G.J.M., 1991 – Bird Population Studies: Relevance to Conservation and management. Oxford University Press, New York.
- PIGNATTI S., 1982 – Flora d'Italia. Edagricole, 1-3, Bologna.
- PITMAN C.S.R., 1958 – Uganda wild Life and Sport, 1: 41-47.
- POLLONARA E., BALDACCINI N.E., GIUNCHI D., 2009 – Occhioni e dinamica fluviale: una relazione pericolosa? In Giunchi D., Pollonara E., Baldaccini N. E. (a cura di), L'occhione (*Burhinus oedicnemus*): Biologia e conservazione di una specie di interesse comunitario – Indicazioni per la gestione del territorio e delle aree protette. Conservazione e gestione della natura. Quaderni di documentazione, 7: 8-11.
- POLLONARA E., GIUNCHI D., BALDACCINI N.E., ZANICHELLI F., 2001 – Dati sulla consistenza della popolazione di Occhione *Burhinus oedicnemus* nidificante nel parco del Taro. Avocetta (25): 236.
- POLLONARA E., GIUNCHI D. & CHIERICI E., 2000 – Monitoraggio della popolazione di occhione (*Burhinus o. oedicnemus*) nel parco del Taro. Anno 2000. Consorzio del Parco Fluviale Regionale del Taro.
- POLLONARA E., GIUNCHI D. & CHIERICI E., 2001 – Monitoraggio della popolazione di Occhione (*Burhinus o. oedicnemus*) nel Parco del Taro. Anno 2001. Consorzio del Parco Fluviale Regionale del Taro.
- PREVETT J.P. & PREVETT L.S., 1973 – Egg retrieval by Blue Geese. Auk, 90: 202–204.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010 – R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical

- Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- RAHN H. & AR A., 1974 – The avian egg: incubation time and waters loss. *Condor*, 76: 147–152.
- ROZAS J., SANCHEZ-DELBARRIO J.C., MESSEGUER X., ROZAS R., 2003 – DNASP, DNA polymorphism analyses by the coalescent and other methods. *Bioinformatics*, 19: 2496-2497.
- SALVADORI T., 1872 – Fauna d'Italia. Parte seconda. Uccelli. Vallardi, Milano.
- SANGER F., NICKLEN S., COULSON A.R., 1977 – DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. *Biotechnology*, 1992; 24: 104-8.
- SAVIP., 1827-1831 – Ornitologia toscana. 3 voll. Nistri, Pisa.
- SCOTT R.E., 1965. The Stone Curlew. *Bird Notes*, 31: 261-265.
- SIBLEY C.E & AHLQUIST J.E., 1990 – Phylogeny and classification of birds: a study in molecular evolution. New Haven: Yale University Press.
- SNOW D.W. & PERRINS C.M., 1998 – The Birds of the western Palearctic. Vol. 1 (Concise edition). Oxford University Press. Oxford.
- SOKAL R.R. & ROHLF F.J., 1995 – Biometry. Third edition W. H. Freeman and Company, New York.
- SOLIS J.C. & DE LOPE F., 1995 – Nest and egg crypsis in the ground-nesting Stone Curlew *Burhinus oedicephalus*. *Journal of Avian Biology*, Copenhagen, 26: 135-138.
- SORENSEN M.D., AST J.C., DIMCHEFF D.E., YURI T., MINDELL D.P., 1999 – Primers for a PCR-based approach to mitochondrial

- genome sequencing in birds and other vertebrates. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 12: 105-114.
- SPENA M.T., CRISTAUDO A., DIMARTINO M., GRASSO R., 2009 – L'analisi di dettaglio dei siti di nidificazione di *Burhinus oedicnemus*: il contributo dell'interpretazione di dati geomorfologici. Atti del XV Convegno Italiano di Ornitologia. Parco Nazionale del Circeo Sabaudia (LT). 14-18/10/2009. Roma. S.R.O.P.U. pp. 95-96.
- SPENA M.T., CRISTAUDO A., DIMARTINO M., POLLONARA E., GIUNCHI D., ONOFRI A., GRASSO R., 2009 – L'Occhione: siti di nidificazione e interrelazioni con il contesto floro-vegetazionale. Atti del XV Convegno Italiano di Ornitologia. Parco Nazionale del Circeo Sabaudia (LT). 14-18/10/2009. Roma. S.R.O.P.U. p. 95.
- SPENA M.T., GRASSO R., 2009 – Gli Occhioni della penisola di Thapsos (Sicilia): dalla gestione agropastorale allo sfruttamento industriale. In Giunchi D., Pollonara E., Baldaccini N. E. (a cura di), *L'occhione (Burhinus oedicnemus): Biologia e conservazione di una specie di interesse comunitario – Indicazioni per la gestione del territorio e delle aree protette*. Conservazione e gestione della natura. Quaderni di documentazione, 7: 16-17.
- SPENA M.T., GRASSO R., BALDACCINI N.E., POLLONARA E., GIUNCHI D., 2009 – Egg Retrieval by Eurasian Stone-Curlew *Burhinus oedicnemus*. *Wader Study Group Bulletin* 116 (2): 91-92. ISSN: 0260-3799.
- SPENA M.T., GRASSO R., POLLONARA E., GIUNCHI D., BALDACCINI N.E., 2008 – Indagini preliminari sulla biologia riproduttiva e sugli aspetti ecologici dell'Occhione (*Burhinus oedicnemus*) nella penisola di Thapsos (Siracusa). Atti del XXXVII

- Congresso Nazionale Italiano Biogeografia. Catania. 7-10/10/2008. SIENA. Nuova Immagine Editrice. pp. 1-125.
- SPENA M.T., POLLONARA E., GRASSO R., BALDACCINI N.E., 2010 - Tradizioni agro-pastorali e conservazione della biodiversità: il caso dell'Occhione (*Burhinus oedicnemus*). Atti del LXXI Congresso Nazionale dell'Unione Zoologica Italiana, PALERMO, 20-23/09/2010. Supplemento alla Rivista Trimestrale Sicilia Foreste (Collana Sicilia Foreste), pp. 87-91.
- SPINA F. & VOLPONI S., 2008 – Atlante della Migrazione degli Uccelli in Italia. 1. non Passeriformi. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). Tipografia CSR-Roma, pp. 410-411.
- TINARELLI R., ALESSANDRIA G., GIOVACCHINI P., GOLA L., IENTILE R., MESCHINI A., NISSARDI S., PARODI R., PERCO F., TAIARIOL P.L., ZUCCA C., 2009 – Consistenza e distribuzione dell'occhione in Italia: aggiornamento al 2008. In Giunchi D., Pollonara E., Baldaccini N. E. (a cura di), L'occhione (*Burhinus oedicnemus*): Biologia e conservazione di una specie di interesse comunitario – Indicazioni per la gestione del territorio e delle aree protette. Conservazione e gestione della natura. Quaderni di documentazione, 7: 45-50.
- THOMPSON J.D., GIBSON T.J., PLEWNIAK F., JEANMOUGIN F., HIGGINS D., 1997 – The Clustal X windows interface: flexible strategies for multiple sequence alignment aided by quality analysis tools. Nucleic Acids Res, 25: 4876-4882.
- URBAN E.K., FRY C.H., KEITH S. (eds.), 1986 – The birds of Africa. Vol. II. Academic Press, London.

- VAN SOMEREN V.G.L., 1932-3 – F. E. Afr. Uganda nat. Hist. Soc..
- VAUGHAN R., VAUGHAN JENNINGS N., 2005 – The Stone Curlew *Burhinus oedicephalus*. Isabelline books, 8 Woodlane Cr. Fal., Cornwall.
- VAURIE C., 1965 – The Birds of the Palearctic fauna. Vol. 1. H. F. Witherby Ltd., London.
- WARD P. & ZAHAVI A., 1973 – The importances of certain assemblages of birds as “information centers” for food finding. *Ibis*, 115: 517-534.
- WECKER S.C., 1963 – Role of early experience in habitat selection by prairie deer mouse, *Peromyscus maniculatus bairdi*. *Ecological Monographs*, 33: 307-325.
- WESTWOOD N.J., 1983 – Breeding of Stone-curlew at Weeting Heath Norfolk. *Brit. Birds*, 76: 291-304.
- WILSON E.O., 1979 – *Sociobiologia - La nuova sintesi*. Zanichelli, Bologna.
- WINKLER D.W. & WALTERS J.R., 1983 – The determination of clutch size in precocial birds. *Curr. Ornithol.*, 1: 33-68.
- WITHERBY H.F., JOURDAIN F.C.R., TICEHURST N.F., TUCKER B.W., 1940 – *The handbook of British Birds*, 4.
- WITTEMBERGER J.F. & HUNT J.L., 1985 – The adaptive significance of coloniality in birds. *Avian Biol.*, 8: 1-78.
- YALDEN D.W. & YALDEN P.E., 1989 – Estimating the date of hatching of eggs of golden plover *Pluvialis apricaria*. *Wader Study Group Bulletin*, 55: 19-20.

Ringraziamenti

Le prime persone che vorrei ringraziare sono il Signor Francesco e la Signora Nina Calvo: senza il loro supporto e la loro conoscenza tutto ciò che ho realizzato sarebbe stato molto più difficile; grazie anche per aver reso meno “pesanti” le caldissime giornate sulla penisola Magnisi e per le loro affettuose premure nei miei confronti.

Ringrazio il mio Tutor, Prof. Rosario Grasso per avermi accompagnato durante questa lunga avventura. La Sua grande esperienza in campo e la Sua incommensurabile “sapienza”, hanno permesso di accrescere ogni giorno le mie conoscenze.

Ringrazio per la disponibilità il Coordinatore del Dottorato di Ricerca, Prof. Domenico Caruso, per il supporto nei periodi di missione all'estero, nelle lunghissime missioni di ricerca sulla penisola e in altre aree della Sicilia, ma in particolar modo per le interessanti considerazioni sulla mia ricerca.

Grazie di cuore alla Prof.ssa Maria Teresa Vinciguerra per la pazienza nei miei confronti e per i suggerimenti di estrema utilità basati sulla Sua lunga esperienza. La Sua simpatia e la Sua professionalità mi sono state di conforto nei momenti più difficili.

Il lavoro in campo (e non solo) non si sarebbe mai potuto realizzare senza il prezioso aiuto dei miei colleghi di laboratorio ed amici. In particolare desidero esprimere la mia gratitudine ai Dottori (in ordine alfabetico): Federica Calabrese, Carmelo Alessandro Castorina, Carmen Impelluso, Agata Katya Longo, Alessandro Marletta e Giuseppe

Nicolosi. Con Loro ho trascorso momenti indimenticabili: al freddo, al gelo, sotto la calura del sole siculo, ma sempre in allegra compagnia.

Come non ringraziare per il lavoro svolto e per la pazienza nei miei confronti il personale dell'Amministrazione del Dipartimento di Biologia Animale: la Sig.ra Giuseppa Fassari, la Dott.ssa Agata Esposito e il Dott. Carmelo Aiello.

Ringrazio Genti Debinja per avermi aiutato a “rincorrere” gli Occhioni.

Grazie anche al Signor Carmelo Calvo per il supporto in campo e per la simpatia dimostratami.

Desidero esprimere un ringraziamento particolare all'Architetto Marcello Dimartino, professionista ed amico, con il quale abbiamo percorso sin dall'inizio l'avventura di questo lavoro. Senza la Sua incommensurabile pazienza e la Sua grande professionalità, sicuramente non avremmo potuto raggiungere insieme questi risultati.

Grazie anche all'Architetto Costanza Di Pasquale per i Suoi contributi e per i simpatici momenti trascorsi insieme.

Desidero ringraziare la Prof.ssa Antonia Cristaudo per l'insostituibile contributo botanico. Indimenticabili i giorni trascorsi sulla penisola! Grazie per il tempo dedicatomi, per la gentilezza e la pazienza nell'affrontare le delicate problematiche del mondo vegetale.

Un ringraziamento del tutto particolare va all'Unità di Etologia del Dipartimento di Biologia dell'Università di Pisa. Il lavoro condotto per questa tesi è nato con Loro, seduti ad un tavolo in quel di Siracusa, a discutere di Occhioni. Nasceva così un'Amicizia duratura e si impostavano le linee di ricerca che pian piano avremmo affrontato.

Grazie di cuore alla carissima Dott.ssa Pollonara, la mia Amica e consigliera Enrica: la “mamma” degli Occhioni del nord che mi ha fatto amare e conoscere tutti i segreti del loro fantastico mondo. Naturalmente non finisce qui ... dalle Alpi alle Piramidi!

Al carissimo Dott. Dimitri Giunchi: con tutti quei numeri mi ha fatto quasi impazzire ... ma è sempre stato pronto a sopportare e supportare i miei momenti di sbandamento. Grazie per i consigli, per la disponibilità e per ciò che continueremo ancora a fare.

Come dimenticare i momenti trascorsi con gli Amici Carlo & Emilio, Patrizia & Patrizia?...

Ho avuto anche il piacere di lavorare (sia in ambiente epigeo che in quello ipogeo) con la Dott.ssa Mariella Baratti che mi ha accolto a Firenze nel Suo laboratorio. La ringrazio per la Sua ospitalità, la Sua gentilezza e la pazienza nello spiegarmi le cose di cui avevo bisogno per iniziare la mia avventura nell’analisi molecolare. Come dimenticare il lavoro svolto in Sicilia nel mese di agosto?

Il lavoro empirico condotto per questa tesi non si sarebbe potuto realizzare senza il prezioso aiuto del Dott. Gianni Insacco, dell’Ing. Amedeo Falci e del Dott. Ignazio Sparacio: ringrazio Loro perché mi hanno consentito, con disponibilità e professionalità di svolgere parti importanti di questa ricerca.

Particolarmente grata sono al Dott. Giovanni Tringali, medico-naturalista che ho avuto il piacere di conoscere anni orsono e col quale sono cresciuti gli interessi professionali, indirizzati verso un campo di ricerca ancora da “scoprire”. Non solo: la Sua grande professionalità è andata ben oltre i confini delle conoscenze sull’Occhione.

In ultimo, ma di certo non per importanza, desidero ringraziare la mia Famiglia, il cui supporto e comprensione sono rimasti immutati durante questi anni. In particolare ringrazio papà Giuseppe per avermi trasmesso l'amore per la natura, mamma Anna per avermi "donato" la fantasia e la pazienza e mio fratello Pier Luigi per il costante incoraggiamento a non "mollare" mai.

Marisa

INDICE

1. Introduzione.....	1
2. La Specie	10
2.1 Identificazione.....	13
2.2 Habitat.....	16
2.3 Distribuzione e Fenologia.....	18
2.4 Etologia.....	24
2.5 Alimentazione.....	27
2.6 Biologia riproduttiva.....	30
3. Area di studio.....	40
3.1 Aspetti geomorfologici	48
3.2 Aspetti vegetazionali.....	51
4. Mappaggio dei siti di nidificazione nella penisola Magnisi.....	58
5. Analisi di dettaglio dell'area di studio e dei siti di nidificazione mediante l'utilizzo delle tecnologie GIS.....	60
5.1 Materiali e metodi	62
5.1.1 Rilievo fotografico.....	71
5.1.2 Rilievo fitosociologico.....	72
5.1.3 Rilievo plano-altimetrico	74
5.1.4 Restituzione ed elaborazione fotografica e grafica	77
5.2 Risultati e discussione.....	95
6. Biologia riproduttiva dell'Occhione nella penisola Magnisi (SR) 	111
6.1 Stima dell'età della covata.....	122
6.2 Fenologia riproduttiva.....	125
6.2.1 "Distance" e "Allocation".....	130
6.3 Dimensione della covata.....	137
6.4 Dimensione delle uova.....	140
6.5 Successo riproduttivo.....	142
7. Determinazione mediante analisi fecale della dieta dell'Occhione nidificante nella penisola Magnisi	146
7.1 Materiali e metodi	146
7.2 Discussione	150
8. Il comportamento del riporto dell'uovo: completamento dell'etogramma dell'Occhione.....	153
9. Approfondimento tassonomico su popolazioni siciliane	158
9.1 Materiali e metodi	160
9.2 Risultati e conclusioni.....	170
10. Conclusioni.....	176
11. Bibliografia	181
Ringraziamenti	196