

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO**  
**FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI**  
**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE DELLA NATURA**

**Tesi di Laurea in Scienze della Natura**

**Selezione del territorio di nidificazione e biologia  
riproduttiva del Gufo reale (*Bubo bubo*) nelle Alpi e  
Prealpi lombarde**

Relatore:

Dott. Diego Rubolini

Correlatore:

Dott. Enrico Bassi

Candidato:

Paolo Trotti

Matr. n. 788515

ANNO ACCADEMICO 2011-2012

Ai miei nonni Renato e Giovanni, maestri di vita

# Indice

<b>CAPITOLO 1 - INTRODUZIONE E SCOPI DELLA RICERCA.....</b>	<b>4</b>
<b>CAPITOLO 2 - IL GUFO REALE <i>Bubo bubo</i> .....</b>	<b>10</b>
2.1 Inquadramento sistematico e distribuzione in Europa .....	10
2.2 Distribuzione in Italia .....	11
2.3 Biometria e morfologia .....	12
2.4 Demografia e uso dello spazio .....	16
2.5 Riproduzione .....	17
2.6 Alimentazione .....	19
<b>CAPITOLO 3 - AREA DI STUDIO .....</b>	<b>21</b>
3.1 Localizzazione .....	21
3.2 Geologia e Geomorfologia.....	25
3.3 Clima.....	30
3.4 Vegetazione e uso del suolo.....	31
<b>CAPITOLO 4 - MATERIALI E METODI.....</b>	<b>35</b>
4.1 Metodi di censimento della popolazione .....	35
4.2 Parametri di densità della popolazione .....	39
4.3 Biologia riproduttiva e mortalità.....	41
4.4 Variabili ambientali rilevate .....	41
4.5 Analisi statistiche .....	44
<b>CAPITOLO 5 - RISULTATI.....</b>	<b>45</b>
5.1 Analisi dei metodi di censimento.....	45
5.2 Distribuzione dei territori e densità.....	51
5.3 Successo riproduttivo e mortalità.....	55
5.4 Selezione dell'habitat e influenza dell'ambiente sul successo riproduttivo .....	65
<b>CAPITOLO 6 - DISCUSSIONE.....</b>	<b>71</b>
6.1 Efficacia dei metodi di ricerca .....	71
6.2 Densità e distribuzione dei territori.....	73
6.3 Successo riproduttivo e mortalità.....	75
6.4 Selezione dell'habitat e influenza dell'ambiente sul successo riproduttivo .....	80
6.5 Interventi di mitigazione: il caso della Valtellina .....	83
<b>RINGRAZIAMENTI.....</b>	<b>87</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>88</b>

# Capitolo 1

## INTRODUZIONE E SCOPI DELLA RICERCA

Una delle maggiori difficoltà della ricerca scientifica che indaga le modalità di presenza, diffusione e dispersione delle popolazioni di vertebrati di medie e grandi dimensioni consiste nel mettere in relazione tali modalità con l'eterogeneità della struttura ecologica del territorio (GUISAN & ZIMMERMANN 2000; HOFFMANN & GREEF 2003). La capacità di selezione dell'habitat caratteristico di diverse specie animali, non permette se non con relativa approssimazione, la caratterizzazione territoriale delle popolazioni delle specie indagate.

Nella presente ricerca ci si è quindi posti l'obiettivo di analizzare quali fossero le caratteristiche ambientali che influenzano la presenza e il successo riproduttivo del Gufo reale, il più grande rapace notturno europeo, in una vasta area della Lombardia.

Il Gufo reale, specie dalla spiccata longevità, frequenta un'ampia gamma di ambienti, dalla taiga e dai boschi misti di latifoglie alla macchia mediterranea, alla steppa, ai deserti rocciosi e sabbiosi (CRAMP 1985; PENTERIANI 1996; PENTERIANI *et al.* 2002). Le aree densamente boscate sembrano limitare la densità e la produttività della specie (FREY 1973; OLSSON 1979; DONAZAR 1988; LEDITZNIG 1996; SIMENOV *et al.* 1998; PENTERIANI *et al.* 2001, 2002; DALBECK & HEG 2006) mentre vengono selezionati territori maggiormente vicini alle aree aperte (BLONDEL & BADAN 1976; PENTERIANI *et al.* 2001, 2002; SERGIO *et al.* 2004; BRAMBILLA *et al.* 2010), a corsi d'acqua e a zone umide (SERGIO *et al.* 2004; TOFFOLI & CALVINI 2004; ORTEGO 2007), con maggior eterogeneità ambientale (PENTERIANI *et al.* 2001) e in alcuni casi aree intensivamente coltivate e urbanizzate che offrono elevate quantità di prede sinantropiche (MARCHESI *et al.* 2002; COCHET 2006).

La specie sembra evitare aree caratterizzate da isoiete con valori elevati in cui per altro la produttività delle coppie è piuttosto bassa (BIONDA 2007; BRAMBILLA *et al.* 2010; BIONDA & BRAMBILLA 2012). Inoltre è stato anche osservato che la selezione dell'habitat presenta delle conseguenze sulla fitness del Gufo reale;

pareti con lunghezza maggiore sembra che aumentino la produttività della specie (BRAMBILLA *et al.* 2010).

Il Gufo reale è una specie particolarmente eclettica poiché utilizza un'elevata varietà di siti per la nidificazione tra cui cavità, cenge e terrazzini su pareti rocciose di differente grandezza e tipologia, adattandosi anche a cave inattive o in uso (BERGERHAUSEN *et al.* 1989; KUNSTMULER 1996; BASSI 2003).

In Scandinavia, Romania e in Polonia nidifica in ambito forestale (COCHET 2006) come in Baviera dove ha nidificato lungo un tratto del fiume Lech (GÜNTER VON LOSSOW 2010). Nell'Est europeo (delta del Danubio) può nidificare a terra vicino a zone umide ma la specie può nidificare anche in grossi nidi abbandonati su albero (COCHET 2006) e su infrastrutture antropiche (DALBECK & HEG 2006). Le popolazioni rupicole selezionano pareti poste a basse altitudini, con topografia complessa (probabilmente perché meno accessibili a predatori e all'uomo) (MARCHESI *et al.* 2002; ORTEGO 2007), mediamente più sviluppate in lunghezza rispetto a siti non occupati (BRAMBILLA *et al.* 2010). La scelta dell'esposizione delle pareti di nidificazione dipende essenzialmente da fattori climatici locali come la temperatura, la direzione del vento dominante, la piovosità, l'innevamento, la durata della luce del sole soprattutto nel periodo invernale e, generalmente sono preferite esposizioni verso mezzogiorno (OLSSON 1979; BALLUET & FAURE 2004; COCHET 2006).

Anche sulle Alpi e Prealpi italiane l'esposizione a sud è quella preferita (SASCOR & MAISTRI 1996; BASSI *et al.* 2003; BRAMBILLA *et al.* 2010) con l'eccezione dell'imperiese dove le pareti selezionate sono rivolte verso W e NW (TOFFOLI & CALVINI 2008) e in Piemonte, dove i nidi sono prevalentemente orientati verso NE e E (43%) e tra W e NW (43%) (BIONDA 2002).

Attualmente è noto un solo caso di nidificazione al suolo all'interno di un castagneto in provincia di Parma (RAVASINI 1996).

Il Gufo reale non mostra una particolare preferenza geologica per il sito di nidificazione, adattandosi a rocce magmatiche, sedimentarie e metamorfiche; in Francia i siti riproduttivi sono distribuiti in ugual misura su rocce calcaree e granitiche mentre meno del 10% dei nidi è ubicato su altre formazioni rocciose (COCHET 2006). In Germania (Eifel) è stato osservato che le coppie che si riproducevano su rocce vulcaniche porose mostrano un maggiore successo

riproduttivo rispetto alle coppie nidificanti su altri litotipi. Le rocce vulcaniche infatti, scaldandosi più velocemente al sole dopo le precipitazioni (piovose e nevose), garantiscono habitat più temperati nel corso del primo inverno (DALBECK & HEG 2006).

Anche OLSSON (1997) per la Svezia sud-orientale afferma che il mancato drenaggio della parete rocciosa è un importante fattore per il fallimento della riproduzione.

Il Gufo reale è protetto a livello internazionale e italiano da numerose normative: inserito nell'Allegato I della Direttiva Uccelli (Direttiva n. 79/409 CEE) per cui sono previste misure speciali di conservazione, nell'Allegato II della Convenzione di Berna (specie di fauna particolarmente protette) e nell'Allegato II della C.I.T.E.S. In Italia non è cacciabile dal 1977 (L. 986/77) ed è specie particolarmente protetta dal 1992 (L. 157/92).

La specie appartiene alla categoria SPEC 3 attualmente classificata come *Secure* con stato di conservazione favorevole a livello dell'Unione Europea e sfavorevole a livello pan-europeo. La specie all'interno della I.U.C.N. Red List è inserita nella categoria di minaccia *Least Concern* (a rischio minimo), in Italia è considerata Vulnerabile secondo la Lista Rossa Italiana (LIPU & WWF (a cura di) CALVARIO *et al.* 1999).

Nel recente rapporto tecnico intitolato "Valutazione dello stato di conservazione dell'avifauna italiana", lo status di conservazione a livello biogeografico alpino del Gufo reale risulta "Inadeguato", mentre a livello continentale e mediterraneo è considerato "Cattivo" (LIPU & BIRDLIFE ITALIA 2009). Le principali minacce sono direttamente collegate alla presenza di linee elettriche che, da un lato, possono provocare il fenomeno dell'elettrocuzione (in prossimità dei tralicci di sostegno delle linee di MT e BT) e, dall'altro, sono responsabili di urti e collisioni letali (PENTERIANI & PINCHERA 1991; BEVANGER 1998; PENTERIANI 1998; MARCHESI *et al.* 2001; RUBOLINI *et al.* 2001; SERGIO *et al.* 2004; AEBISCHER *et al.* 2005; LEO & BERTOLI 2005; FERLONI & BASSI 2008; SCHAUB *et al.* 2010). I fenomeni di collisione possono verificarsi anche in presenza di altre tipologie di cavi sospesi, quali teleferiche e impianti a fune.

Per meglio comprendere come si verifica l'elettrocuzione, fenomeno in grado di alterare fortemente le dinamiche di popolazione (MARCHESI *et al.* 2001; SERGIO *et*

al. 2004), bisogna considerare la tecnica di caccia detta “*sit and wait*”, particolarmente usata dal Gufo reale, che consiste nell’attendere la preda da un punto dominante (quali alberi, pareti rocciose e infrastrutture antropiche) per diverse ore della notte (PENTERIANI *et al.* 2008). Nel caso in cui il rapace sia posato su un traliccio non isolato, è molto probabile che riesca a innescare un circuito elettrico dovuto al contatto simultaneo di due parti del corpo con almeno una parte in tensione. Tale circuito può essere innescato anche nell’atto della defecazione (a causa delle feci semiliquide) che entrano in contatto con cavi in tensione.

Sebbene l’impatto con le linee elettriche costituisca la causa di morte principale per la conservazione dello strigide, a livello italiano non sono mai state portate avanti azioni concrete di mitigazione rivolte specificatamente alla sua conservazione a eccezione del lavoro condotto in bassa Valtellina (coincidente con l’area A del presente studio) che ha previsto la messa in sicurezza di 21 km di linee elettriche a media tensione (*cf.* Par. 6.5).

I fenomeni di disturbo da parte dell’uomo hanno subito un’evoluzione nel tempo, in relazione al differente sfruttamento dell’ambiente montano e rurale. Nel secolo scorso le popolazioni locali consideravano il Gufo reale specie nociva per la selvaggina (lepri, fagiani) e il bestiame domestico (pollame, conigli) e dunque in competizione con l’uomo; di conseguenza la causa principale di mortalità era causata dalla cattura e dal conseguente abbattimento. Sebbene il fenomeno non sia completamente sradicato, la persecuzione diretta è in netta diminuzione sulle Alpi, mentre è in aumento il disturbo volontario e involontario, dovuto alla maggiore frequentazione della montagna (attività all'aria aperta e fotografia naturalistica). Il pericolo maggiore deriva dall’eccessivo avvicinamento al nido nel periodo riproduttivo da parte di curiosi, fotografi, free climbers ed escursionisti. Il periodo più critico è quello della cova, durante il quale un’intrusione nei pressi del nido può portare l’individuo adulto a involarsi lasciando le uova incustodite oppure alla caduta del pullo.

L’attività di arrampicata sportiva, tuttora priva di un chiaro regolamento che privilegi le esigenze vitali di specie rupicole rispetto alle esigenze ricreative umane, oltre a sottrarre numerosi siti idonei per la nidificazione della specie, arreca forte disturbo durante la delicata fase riproduttiva (DALBECK & HEG 2006; TOFFOLI & CALVINI 2008).

In Spagna sud-occidentale, dove la specie nidifica anche a terra, le principali cause di abbandono del nido derivano dal disturbo di cacciatori e di raccoglitori di asparago selvatico (BETTEGA *et al.* 2011). Localmente anche l'abbandono delle tradizionali pratiche agricole con la conseguente chiusura di ambienti aperti (prati, pascoli, colture estensive) idonei alle tecniche di caccia della specie, sta contribuendo a ridurre l'habitat preferito della specie (PENTERIANI *et al.* 2001, 2002).

Altre minacce sulla popolazione della specie, derivano dall'utilizzo di rodenticidi. La capacità superpredatoria di una specie posta al vertice della catena alimentare come il Gufo reale, infatti, incrementa il processo di bioaccumulo di sostanze tossiche (biomagnificazione) soprattutto in quelle aree altamente modificate dall'uomo (LOURENÇO *et al.* 2011).

Localmente, anche il traffico veicolare e/o ferroviario può rappresentare una minaccia.

Ad esempio, in due zone della Svizzera, l'impatto coi treni sembra essere particolarmente rilevante rappresentando il 36% (JENNY 2011) e il 27% (AEBISCHER *et al.* 2005) della mortalità totale calcolata per le rispettive aree.

In generale, densità inferiori a 1 coppia per 100 km<sup>2</sup> appaiono critiche per la sopravvivenza della specie (BRICHETTI & FRACASSO 2006).

Nella presente ricerca, poiché la specie utilizza anche ambienti fortemente antropizzati, si è deciso di indagare i principali fattori di rischio che ne determinano la mortalità cercando, ove possibile, di evidenziare le più urgenti criticità da risolvere per la sua tutela nelle aree d'indagine.

In sintesi, gli scopi del presente studio sono i seguenti:

- Confronto metodologico delle tecniche adottate per il censimento della specie e analisi della loro efficacia;
- Verifica dei territori individuati in provincia di Bergamo a fine anni Novanta e confronto con la distribuzione attuale;
- Acquisizione di dati inediti sulla distribuzione dei territori in provincia di Brescia e Sondrio;

- Definizione dei principali parametri riproduttivi (densità, N.N.D., produttività) e loro confronto tra aree di studio;
- Analisi temporale degli eventi di mortalità, registrate negli anni 1993-2012 suddivise per causa di morte e area di studio in modo da poter avere un primo quadro di conoscenze utile anche per eventuali azioni di conservazione;
- Selezione del territorio di nidificazione delle coppie censite;
- Analisi dell'influenza dell'ambiente sul successo riproduttivo.

## Capitolo 2

### IL GUFO REALE *Bubo bubo*

#### 2.1 INQUADRAMENTO SISTEMATICO E DISTRIBUZIONE IN EUROPA

Il Gufo reale (*Bubo bubo*) è una specie politipica a corologia Paleartico-orientale (BRICHETTI & FRACASSO 2006), distribuita longitudinalmente da 10° Ovest (Portogallo) a 150° Est (Isole Curili) e latitudinalmente fino a 70° Nord (Norvegia). La specie presenta 14 sottospecie: *Bubo bubo hispanus* presente in tutta la penisola iberica fino ai Pirenei; *Bubo bubo bubo*, sottospecie nominale (indagata in questa ricerca), diffusa dai Pirenei e dalle coste del Mediterraneo alla Scandinavia e alla Russia europea (limite contrassegnato da una linea nord-sud tra il Mar Bianco e Voronez); *Bubo bubo ruthenus* distribuita più a oriente della precedente, tra il bacino del fiume Pecora a nord e il bacino del fiume Volga a sud, con l'esclusione del delta di quest'ultimo; *Bubo bubo interpositus* distribuito nell'area del Mar Caspio e Mar Nero: Ucraina meridionale, Moldavia, Romania orientale, probabilmente in Bulgaria, in Turchia, a sud fino in Israele e in Giordania, nel Caucaso e sul Massiccio dell'Elbrouzil e a nord nel bacino del Don e il delta del Volga; *Bubo bubo turcomanus* diffuso dal bacino del Volga fino alla Mongolia, a nord est della Cina e a est del Lago Baikal; *Bubo bubo sibiricus* diffuso dagli Urali fino al bacino del fiume Ob fino ai Monti Altaj a sud; *Bubo bubo nikolskii* presente in Iran, Pakistan e Afghanistan; *Bubo bubo yenisseeensis* diffuso nella Siberia Centrale; *Bubo bubo omissis* presente dal Turkmenistan alla Cina occidentale; *Bubo bubo hemachalana* diffuso dal Pamir all'Himalaya; *Bubo bubo jakutensis* occupa la parte orientale della Siberia; *Bubo bubo ussuriensis* diffuso dalla Siberia sud orientale alla Cina nord orientale; *Bubo bubo kiautschensis* diffuso dall'est della catena himalayana alla Corea; *Bubo bubo swinhoei* diffuso a sud est della Cina (COCHET 2006).

La popolazione della specie è stimata in 9.100-20.000 coppie per i soli Paesi dell'Unione Europea e in 19.000-38.000 coppie a livello continentale. Gli Stati che presentano il maggior numero di coppie riproduttive sono la Spagna (2.500-

10.000), la Turchia (3.000-6.000), la Russia (3.000-5.500), la Finlandia (2.000-3.000) e la Norvegia (1.000-2.000) (BIRDLIFE 2004).

## 2.2 DISTRIBUZIONE IN ITALIA

Il Gufo reale è presente in Italia con la sottospecie nominale *Bubo bubo bubo* e presenta una distribuzione irregolare ad eccezione della Sicilia dove è stato portato all'estinzione (SARÀ *et al.* 1987) e della Sardegna dove non è mai stato presente ed è considerato accidentale con una segnalazione nel 1991 in provincia di Cagliari (GRUSSU *et al.* 2001 in BRICHETTI & FRACASSO 2006). In Italia settentrionale la specie sembra stabile o in locale aumento (BRAMBILLA *et al.* 2006) mentre in Appennino è considerata in forte diminuzione (PENTERIANI & PINCHERA 1991).

La stima della popolazione nazionale è quantificata in 250-340 coppie (BRICHETTI & FRACASSO 2006).

Alla fine dell'800 il GIGLIOLI (1886) riportava la specie ancora abbastanza frequente nelle zone montuose del Nord Italia mentre era già scarso nell'Italia meridionale. Nel 1929 Arrigoni degli Oddi affermava che “*in Italia è un uccello in generale poco copioso ed in continua diminuzione, stazionario ovunque sugli alti monti dalle Alpi alla Sicilia... più facile ad aversi dalle grandi boscaglie del Piemonte, del Veneto e dell'Appennino Toscano (Garfagnana)... non venne finora trovato in Corsica e in Sardegna*”.

Attualmente la specie è distribuita in tutte le regioni alpine e prealpine, dalla Liguria al Friuli Venezia Giulia con una stima di 300 coppie (MARCHESI *et al.* 2002). Recentemente è stata redatta una stima nazionale desunta dal consulto di ricercatori di ogni regione italiana. Il lavoro, redatto dall'ornitologo Guido Cattaneo (*in stampa*) ha messo in luce i seguenti dati:

Piemonte 44-50 coppie (BERAUDO, BIONDA, BLANGETTI, CATTANEO, CAULA & PETTAVINO *ined.*); Valle d'Aosta 10-15 (BOCCA, BOSIO & FACCHINI *ined.*); Liguria 42-60 (BORGIO & VALFIORITO *ined.*; CAMPORA & COTTALASSO *ined.*); Lombardia 109-134 (BASSI, BERTOLI, BRAMBILLA, FERLONI, LEO & VIGANÒ *ined.*); Trentino Alto-Adige 60-90 (PEDRINI *ined.*); Veneto 53-62 (MEZZAVILLA & SCARTON 2003); Friuli Venezia-Giulia 20-25 (BENUSSI *ined.*); Emilia Romagna 8-10 (BONORA *ined.*; GUSTIN *et al.* 1997); Toscana 0-0 (PUGLISI *com. pers.*);

Umbria ? (nessuna informazione); Marche 3-5 (BONORA *ined.*; PANDOLFI & GIACCHINI 1995); Abruzzo 10 (PENTERIANI & PINCHERA 1990); Molise ? (nessuna informazione); Lazio 1-1 (BRUNELLI *et al.* 2011); Campania 0-2 (FRAISSINET *com. pers.*); Puglia 2-3 (SIGISMONDI *com. pers.*); Basilicata 5-12 (SIGISMONDI *com. pers.*); Calabria 5-6 (MUSCIANESE *com. pers.*); Sicilia e Sardegna 0-0. Il totale nazionale ottenuto da questa stima è pari a 372-485.

Dal confronto con diversi ornitologi lombardi l'attuale stima regionale è decisamente incoraggiante e si attesta attorno ai 107 - 125 territori (BASSI *ined.*). Vengono infatti stimate 30-35 coppie a Sondrio (BASSI & FERLONI 2007; BASSI *et al.* 2011 *in stampa*), circa 30 a Bergamo (BASSI 2001; BASSI in CAIRO *et al.* 2003), 8-10 a Lecco (VIGANÒ & FACOETTI *comm. pers.*), 5-10 a Como (BONVICINI & BRAMBILLA *ined.*) e 34-40 a Brescia (BERTOLI & LEO 1992; BERTOLI & LEO *in verbis*; BASSI *ined.*). Non nidificante in provincia di Varese (GAGLIARDI *et al.* 2007).

La specie è probabilmente distribuita con densità medio-basse su ampi settori regionali con l'eccezione dei principali fondovalle e dei maggiori laghi prealpini (Iseo, Garda, Como); in ambiente alpino, per oggettive difficoltà di censimento, va valutata la possibilità di una discreta sottostima.

## 2.3 BIOMETRIA E MORFOLOGIA

Il Gufo reale è per dimensioni il primo rapace notturno europeo e, a livello sottospecifico, presenta un'elevata variabilità biometrica. Le sottospecie il cui areale è posto a maggiori latitudini (*sibiricus* e *yenissensis*) e a elevate altitudini (*hemachalana*) sono mediamente più grandi rispetto a quelle situate a basse latitudini (*nikolskii*) (COCHET 2006).

La sottospecie nominale presenta una lunghezza totale del corpo di 58-75 cm, con coda di 23-31 cm e un'apertura alare di 160-188 cm. La specie mostra uno spiccato dimorfismo sessuale; il peso dei maschi è compreso tra 1570 e 2800 g mentre quello delle femmine è compreso tra i 1750 e 4200 g (COCHET 2006).

La corporatura è complessivamente arrotondata, con capo grande e tondeggiante, "ciuffi auricolari" molto sviluppati, disco facciale incompleto e occhi cospicui; zampe completamente e densamente piumate, molto robuste, con tarsi corti ma

grossi e artigli potenti di colore nero. In volo il profilo appare ingrossato al centro del corpo rispetto alle due estremità, con coda decisamente corta e ali ampie.

L'adulto presenta le parti superiori di colore bruno ma apparentemente piuttosto scuro per le numerose macchie e strie nere e fitte vermicolature pure scure, mentre la tinta di fondo più chiara predomina solo sul retrocollo. Il "disco facciale" grigio è privo di un'orlatura scura che lo delimiti; l'area attorno al becco è molto chiara e continua in una "V" lungo il margine superiore dei ciuffi auricolari. Grandi occhi vivacemente colorati (iride da giallo dorato ad arancione) e accentuati da sopraccigli scuri che proseguono con la parte inferiore pure scura dei "ciuffi".

Parti inferiori complessivamente più chiare, ad eccezione della gola biancastra, di tonalità bruno-fulva più calda e disegni neri prevalentemente a strie ben marcate sul petto, progressivamente più sottili e deboli verso l'addome, per sparire quasi, a favore di una più netta barratura trasversale, sui bassi fianchi e sul ventre; piume dei tarsi fulvo-biancastre a barrature brune. Remiganti e timoniere brune e barrate di nero. Becco da grigio scuro a nero ed artigli neri. Non sono presenti differenze nel piumaggio tra i sessi (BRICHETTI & FRACASSO 2006) (Fig. 1).

Nel Gufo reale la muta post-giovanile è da considerarsi parziale; inizia al 40° giorno di età con la sostituzione del secondo piumino e si conclude in ottobre-novembre. La muta post-riproduttiva è anch'essa parziale e avviene tra maggio-giugno e fine ottobre; sono presenti più centri di muta attivi contemporaneamente in ciascuno dei due tratti e talvolta non simmetrici tra le due ali (BRICHETTI & FRACASSO 2006).

Il modello generale di muta è il seguente: dal primo autunno alla prima primavera le primarie, le secondarie e le timoniere restano della stessa generazione; dal secondo autunno alla seconda primavera vengono mutate le terziarie e le timoniere centrali; dal terzo autunno alla terza primavera avviene la muta delle primarie P6 e P7, occasionalmente P8; dal quarto autunno alla quarta primavera muta il resto delle primarie, solitamente P3 e P4 per ultime; dal quinto autunno alla quinta primavera presenta penne adulte di diverse generazioni; da considerare la notevole variazione tra individui (MARTÍNEZ *et al.* 2002).

Inoltre sono presenti differenze cromatiche e morfologiche tra le penne giovanili e adulte; le remiganti, le timoniere e le copritrici primarie sono più arrotondate negli adulti; le barre sub-terminali nere sulle remiganti, timoniere e copritrici primarie sono, nei giovani, più vicine alla punta delle penne se confrontate con quelle degli adulti. Lo sfondo delle copritrici primarie nei giovani è più chiaro rispetto a quelle degli adulti e le barre nere sono più sottili; il disegno delle barre delle secondarie interne negli adulti è piuttosto irregolare se comparate con i giovani. Le timoniere centrali giovanili mostrano barre trasversali piuttosto continue mentre negli adulti più irregolari e ridotte (MARTÍNEZ *et al.* 2002).

La determinazione dell'età è possibile solo con l'animale in mano e si basa su quanto scritto sopra mentre, per i pulli/giovani al nido, è possibile risalire all'età in giorni in seguito all'analisi del piumaggio. Alla nascita il pullo è ricoperto quasi completamente dal primo piumino (penne neottili) corto e denso di colore bianco o crema chiaro; nei punti in cui si intravede, la pelle appare rosata. Il secondo piumino (penne mesottili) si sviluppa tra l'8° e il 25° giorno dalla nascita e si presenta soffice e lungo, di colore fulvo chiaro e finemente barrato di scuro. All'involo (circa due mesi di età) sono ancora presenti tracce di questo piumino (BRICHETTI & FRACASSO 2006) (Fig. 2).



**Figura 1** - Gufo reale adulto posato sulla parete di nidificazione (Foto: P. Trotti).



**Figura 2** - Giovane Gufo reale all'interno di un nido indagato nella presente ricerca (Foto: P. Trotti).

## 2.4 DEMOGRAFIA E USO DELLO SPAZIO

La popolazione di Gufo reale è costituita da individui territoriali e da individui erratici non territoriali detti “floaters” che compiono spostamenti di varia portata rispetto al luogo di nascita. Recenti ricerche, effettuate con l’ausilio di radiotrasmittenti installate su giovani al nido, hanno fornito interessanti informazioni riguardo alle attività nei primi anni di vita durante la delicata fase dispersiva.

In Svizzera si è osservato che la dispersione giovanile ( $n = 41$ ) è caratterizzata da un’iniziale fase nomade, dalla durata media di un mese, seguita da una fase di stabilizzazione in una nuova area per alcuni mesi. Inoltre è stata confermata la capacità di colonizzare siti riproduttivi idonei posti anche a elevata distanza dal luogo di nascita (46 km), compiendo una media di 12.7 km a notte, superando barriere orografiche anche di elevata altezza (fino a 3000 m s.l.m.). La distanza totale media effettuata durante il periodo di dispersione è pari a 102 km (max 230 km) mentre la distanza media dal nido in cui i giovani si stabilizzano è pari a 46 km, in linea con i valori (50 km) riportati per alcune popolazioni svedesi e tedesche (AEBISCHER *et al.* 2010). In Andalusia (Spagna), in un’area di 47 km<sup>2</sup> con la più alta densità europea (36 coppie/100 km<sup>2</sup> e N.N.D. media pari a  $940.7 \pm 387.1$  m), è stato dimostrato che i giovani, terminata la fase dispersiva, si stabilizzano a una media di 9.1 km dal sito di nascita (DELGADO & PENTERIANI 2005). Inoltre, in Spagna, si è osservato che gli individui non territoriali non esplorano un elevato numero di aree diverse in breve tempo, bensì hanno *home ranges* abbastanza stabili e tentano di stabilirsi in aree ben definite, nelle vicinanze della loro popolazione natale, ove potersi riprodurre (PENTERIANI & DELGADO 2012).

In uno studio effettuato in Spagna, hanno osservato che i giovani ( $n = 41$ ), dopo aver abbandonato il nido, concentravano le loro attività nei pressi o nelle strette vicinanze di quest’ultimo e soltanto dopo alcune settimane effettuavano maggiori spostamenti allontanandosi progressivamente dai loro nidi. Questo può essere probabilmente dovuto all’incremento dell’abilità nel volo da parte dei giovani che, appena lasciato il nido, mostrano una lunghezza delle remiganti e delle timoniere rispettivamente pari all’80% e al 40% della loro lunghezza finale. Nonostante i giovani continuino a esplorare una superficie sempre maggiore,

l'area nei pressi del nido viene, in alcuni casi, visitata frequentemente, suggerendo che il nido rappresenta un luogo determinante durante il periodo di post-involo (dall'involo all'indipendenza dell'individuo). In diversi casi alcuni individui tra loro fratelli si muovono insieme durante le prime tappe di dispersione, separandosi soltanto all'avvicinarsi del periodo di indipendenza (DELGADO *et al.* 2009). Inoltre è stato osservato che gli individui territoriali utilizzano specifici punti di canto più dominanti e visibili rispetto a quelli utilizzati dai “floaters” e che le femmine in dispersione vengono maggiormente tollerate dagli individui territoriali, probabilmente perché la poligamia può verificarsi in questa specie (CAMPIONI *et al.* 2010). Infine è stato dimostrato che il modello di distribuzione spaziale dei “floaters” presenta un elevato tasso di sovrapposizione con i siti occupati da individui territoriali evidenziando che gli individui in dispersione non sono segregati in altre aree; questo fa scartare la possibilità che i vicini “floaters” rappresentino un reale costo durante tale periodo (PENTERIANI & DELGADO 2012).

## 2.5 RIPRODUZIONE

Il Gufo reale è una specie territoriale e prevalentemente monogama, anche se sono stati accertati alcuni casi di poligamia (poliginia) (DALBECK *et al.* 1998; PENTERIANI & DELGADO *dati non pubbl.* in CAMPIONI *et al.* 2010).

La specie è attiva dal crepuscolo all'alba e basa le proprie interazioni intra e interspecifiche sull'attività canora e sui segnali visivi delle piume bianche del sottogola, messe in mostra a ogni vocalizzazione (PENTERIANI *et al.* 2007). Il canto del maschio (*oohu*) incrementa nel periodo di *pre-deposizione* (ottobre-febbraio) e sembra svolgere due differenti funzioni. Nel periodo tra ottobre e dicembre la funzione predominante del canto è la difesa del territorio mentre, da gennaio a febbraio, la funzione è di comunicazione intersessuale, in quanto le risposte vocali della femmina (*oohu* facilmente distinguibile dal maschio, *kvék*, *wäha*, *gräck*) mostrano un picco di emissioni soltanto in questo periodo dell'anno (PENTERIANI 2002; DELGADO & PENTERIANI 2007).

Il Gufo reale, come tutte le specie di rapaci notturni, non costruisce il proprio nido con l'apporto di materiale. I nidi, pur presentando un'elevata variabilità di tipologie, hanno come caratteristica comune la presenza di uno strato di terreno sciolto o sabbia in cui gli adulti possano scavare una lieve depressione circolare

per la deposizione delle uova; in cattività è il maschio che scava diverse depressioni per la femmina (COUCHET 2006).

La maturità sessuale viene raggiunta attorno al secondo-terzo anno di vita o più tardi (CRAMP 1985; OLSSON 1997) ma in Svizzera è stata confermata la nidificazione con successo di una femmina al suo primo anno di vita (AEBISCHER *et al.* 2010) mentre DOUCHET (1989) riporta la riproduzione in cattività a soli 11 mesi.

Il Gufo reale è una specie prolificata e depone generalmente da 1 a 4 uova, eccezionalmente 5 o 6 (in Svezia su 129 covate, 3 con 6 uova; in Baviera su 23 covate, 2 con 5 uova; in Francia una sola covata con 5 uova). La dimensione media della covata dalla Spagna alla Finlandia su 563 covate varia da 2.26 a 2.73 uova (DONAZAR in COCHET 2006). La femmina se disturbata, abbandona la prima covata e può compiere una deposizione di sostituzione in un altro nido o, più raramente, nello stesso.

In Spagna non sono state notate differenze significative, in termini di sistema immunitario e condizione corporea dei giovani, tra la prima covata e quella di sostituzione (BETTEGA *et al.* 2011). In base alla latitudine e alla disponibilità trofica, la deposizione può avvenire tra il 15 dicembre e la fine di maggio (COCHET 2006); in Andalusia la data media di deposizione è il 19 gennaio (BETTEGA *et al.* 2011), in Provenza il 16 febbraio (PENTERIANI *et al.* 2002), in Svezia sud orientale il 25 marzo (OLSSON 1979), in Scandinavia settentrionale a fine maggio, in Russia (Mosca) nella prima metà di marzo (COCHET 2006).

Sulle Alpi la deposizione ha luogo tra il 21 febbraio (BIONDA & BRAMBILLA 2012) e il 27 febbraio (MARCHESI *et al.* 2002). L'incubazione delle uova dura mediamente 35 giorni (CRAMP 1985; PENTERIANI 1996) e in questo periodo la femmina dipende interamente dal maschio per l'approvvigionamento alimentare. La durata del periodo di permanenza dei giovani al nido sembra essere direttamente proporzionale alla complessità topografica del sito di riproduzione; in Spagna sud occidentale, dove la specie nidifica su formazioni rocciose facilmente accessibili anche all'uomo e a terra, i giovani, ancora incapaci di volare, abbandonano il nido a 40-45 giorni di vita (PENTERIANI *et al.* 2005) mentre in Svizzera tale periodo aumenta (7 settimane di vita ancora nel nido) (AEBISCHER *et al.* 2010). Durante lo sviluppo dei giovani è stato osservato un elevato incremento di massa nei primi 30 giorni di vita e di taglia nei primi 40-45

giorni. Le tipiche vocalizzazioni dei giovani (*chwätch*) aumentano con l'età, soprattutto dai 110 giorni di vita in poi; tale comportamento oltre ad avere la funzione di richiedere cibo ai genitori, può essere spiegato con la necessità di mantenere un contatto tra gli adulti e i giovani che iniziano ad allontanarsi dal nido di alcune centinaia di metri separandosi tra loro (PENTERIANI *et al.* 2005).

## 2.6 ALIMENTAZIONE

Il Gufo reale è il più grande rapace notturno europeo e viene considerato un *superpredatore*, capace di svolgere un importante ruolo di regolazione anche delle popolazioni di *mesopredatori* (LOURENÇO *et al.* 2011). La dieta del Gufo reale è stata ampiamente studiata grazie all'analisi delle borre (resti alimentari non digeribili quali ossa, peli e penne rigurgitate sotto forma di pallottole ellittiche) e delle spiumate che si rinvencono nei pressi del nido e di posatoi abituali. Le borre hanno dimensioni variabili; in provincia di Bergamo le misure medie di 20 borre integre è pari a 53x30x24 (BASSI *et al.* 2003) mentre COCHET (2006) riporta lunghezze anche oltre i 20 cm. La specie può nutrirsi di prede dalle dimensioni di un coleottero a quelle di un capriolo (MIKKOLA 1970) ma predilige le Classi Mammalia e Aves (MARCHESI *et al.* 2002; BASSI *et al.* 2003; PENTERIANI *et al.* 2005; BIONDA 2007). Lo spettro alimentare molto ampio della specie varia in relazione all'area geografica e, di conseguenza, alle disponibilità alimentari, riflettendo specializzazioni individuali. Nella quasi totalità degli studi riportati in bibliografia europea, la specie più predata dal Gufo reale risulta essere *Rattus sp.* e *Rattus norvegicus* (BASSI *et al.* 2003; PENTERIANI *et al.* 2005; BIONDA 2007; SANDOR & IONESCU 2009). In un'area delle Alpi del Vallese la specie preferita è *Erinaceus europaeus* (12.4%) (ARLETTAZ 1998), nella regione di Orava in Slovacchia le prede preferite sono *Microtus arvalis* (39%), *Rana temporaria* (27.9%) e *Arvicola amphibius* (12.1%) (OBUCH & KARASKA 2010), nell'ecosistema mediterraneo (soprattutto Francia e Spagna), il Gufo reale sembra essersi specializzato nella predazione del Coniglio selvatico *Oryctolagus cuniculus* (MARTÍNEZ & CALVO 2000; PENTERIANI *et al.* 2002). In Lussemburgo l'alimentazione di 4 coppie è maggiormente rappresentata da Uccelli (66.8%) e soltanto il 33.2% da Mammiferi; le specie numericamente più predate sono *Columba palumbus* (18.8%), *Corvus corone* (13%) e *Rattus norvegicus* (9.9%)

(BAYLE & SCHAULS 2011). In Romania la dieta di due coppie ha mostrato la preferenza per *Rattus sp.* (38.2%) e *Cricetus cricetus* (16.5%) (SANDOR & IONESCU 2009). In Grecia e nella Bulgaria sud-occidentale la specie più predata è *Erinaceus concolor* (PAPAGEORGIU *et al.* 1993; OBUCH & BENDA 1996) mentre in Svezia il Gufo reale si nutre principalmente di microtini (OLSSON 1979).

Alcuni studi condotti in diverse realtà alpine e prealpine italiane hanno permesso di delineare un profilo alimentare della specie abbastanza simile in termini specifici ma differente in termini di frequenze. Sulle Alpi Marittime la preda più comune (in termini di frequenza) è *Myoxus glis* (22.5%), seguita da *Erinaceus europaeus* (15.4%) e *Rattus norvegicus* (14.5%) (TOFFOLI *et al.* 1999). Nel Verbano Cusio Ossola la dieta è stata suddivisa in relazione alla tipologia ambientale in cui si trovava la coppia; nel fondovalle le specie maggiormente predate sono *Rattus sp.* (35.9%), *Columba livia domestica* (9.8%) ed *Erinaceus europaeus* (9.4%); in ambiente subalpino la specie più predata risulta essere *Tetrao tetrix* (9.6%) seguita da *Microtus sp.* (8.8%), *Microtus arvalis* (8.4%) e individui con età inferiore a un anno di *Marmota marmota* (6.4%), infine nel piano alpino la specie sembra essere specializzata nella predazione di micromammiferi tra cui *Microtus arvalis* (40.3%) e *Chionomys nivalis* (14.3%) (BIONDA 2007).

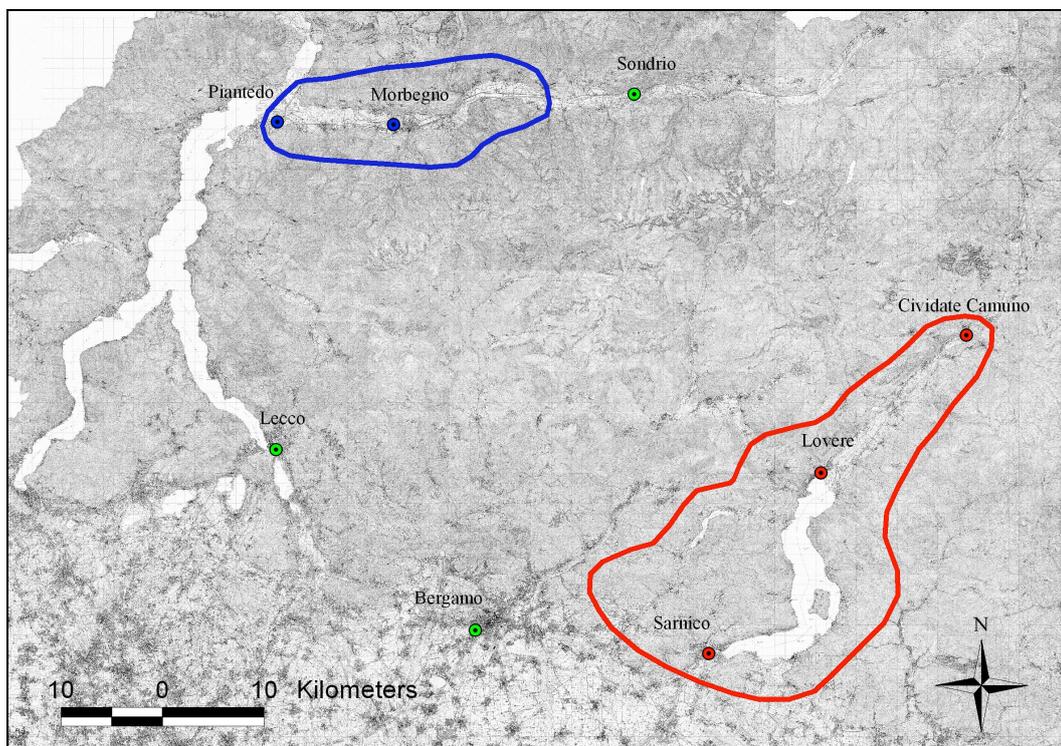
In un'area della provincia di Bergamo, inclusa nell'area di studio della presente ricerca, la famiglia numericamente più predata è quella dei *Muridae* (33.9%) con *Rattus sp.* pari al 32% delle prede totali, seguita da *Erinaceus europaeus* (29.3%) mentre per gli uccelli *Columba livia domestica* (4.3%) è la specie preferita (BASSI *et al.* 2003). In provincia di Trento le specie di mammiferi maggiormente predate sono *Rattus norvegicus* (67.4%) *Myoxus glis* (22.8%), *Erinaceus europaeus* (11.6%), mentre *Turdus sp.* (11%) è la specie preferita per la Classe Aves (MARCHESI *et al.* 2002).

## Capitolo 3

### AREA DI STUDIO

#### 3.1 LOCALIZZAZIONE

La ricerca è stata organizzata, in modo differente, su tre aree di studio ricadenti in tre province lombarde in quanto lo stato delle conoscenze sulla localizzazione dei territori era disomogeneo. Lo studio ha beneficiato della presenza di indagini realizzate nelle province di Sondrio (*cf.* Par. 6.5; BASSI *et al.* 2011) e di Bergamo (BASSI 2001) mentre l'area in provincia di Brescia è caratterizzata dal minore livello conoscitivo della specie rispetto alle precedenti. Per ragioni biogeografiche e geomorfologiche le due contigue aree nelle province di Bergamo e Brescia sono considerate, in questo capitolo, come un'unica area (Fig. 3).



**Figura 3** - Localizzazione e confini delle aree di studio. Area A (Bassa Valtellina) in blu e Area B (Bassa Valle Camonica e comprensorio dei Laghi Iseo-Endine in rosso).

### **Area A: Bassa Valtellina (Sondrio)**

L'area è compresa tra i Comuni di Piantedo-Dubino (a ovest) e Forcola-Ardenno (a est) con un'estensione di circa 180 km<sup>2</sup>, pari a circa il 6% dell'intero territorio provinciale (Fig. 4).

Secondo la Suddivisione Orografica Internazionale Unificata del Sistema Alpino (S.O.I.U.S.A.) adottata in MARAZZI (2005), il versante idrografico destro appartiene alla sezione delle Alpi Retiche Occidentali mentre il versante sinistro appartiene alla sottosezione delle Alpi Orobie incluse nella sezione Alpi e Prealpi bergamasche. L'indagine ha interessato le aree comprese dal fondovalle (circa 201 m s.l.m.) fino a circa 1200 m s.l.m. L'area presenta al suo interno il Parco Locale di Interesse Sovracomunale della Bosca, riconosciuto con la Delibera di Giunta Regionale n. 7/49319 del 31/03/2000. Nessun sito di Rete Natura 2000 è presente all'interno di questa superficie.



**Figura 4** - Area di studio A “Bassa Valtellina” (Foto: E. Bassi).

## **Area B: Bassa Valle Camonica e comprensorio dei Laghi Iseo-Endine (Brescia e Bergamo)**

Sono stati oggetto di indagine entrambi i versanti della bassa Valle Camonica dai Comuni di Pisogne (BS) e Costa Volpino (BG) a Sud, fino agli abitati di Cividate Camuno e Esine a Nord, inoltre nell'area B è stato accorpato tutto il territorio del Sebino (sponda orientale bresciana fino a Provaglio d'Iseo e occidentale bergamasca fino a Sarnico), l'isola lacustre Monte Isola (BS), l'intera Val Cavallina e un'ampia porzione delle Valli Calepio e Borlezza (BG).

I siti indagati sono mediamente collocati al di sotto dei 1200 m s.l.m., da un minimo di 187 m s.l.m. (Comune di Pisogne) a un massimo di circa 1200 m s.l.m. (Colle di Caf nel Comune di Monasterolo del Castello). L'ampiezza complessiva dell'area B è di 490 km<sup>2</sup> (Figg. 5-6).

Secondo la S.O.I.U.S.A., l'area B è inclusa in una parte delle Prealpi Bergamasche Orientali, poste tra le pendici meridionali del Monte Pora (1880 m s.l.m.) e il Monte Bronzone (1334 m s.l.m.), e in parte della Catena Bresciana Occidentale (appartenente alla sezione Prealpi Bresciane e Gardesane) collocate lungo la direttrice che congiunge l'Eremo di San Glisente (1956 m s.l.m.), la Corna Trentapassi (1248 m s.l.m.), il Monte Guglielmo (1957 m s.l.m.) e Punta Almanca (1390 m s.l.m.) fino a un'altitudine di circa 1100 m s.l.m.

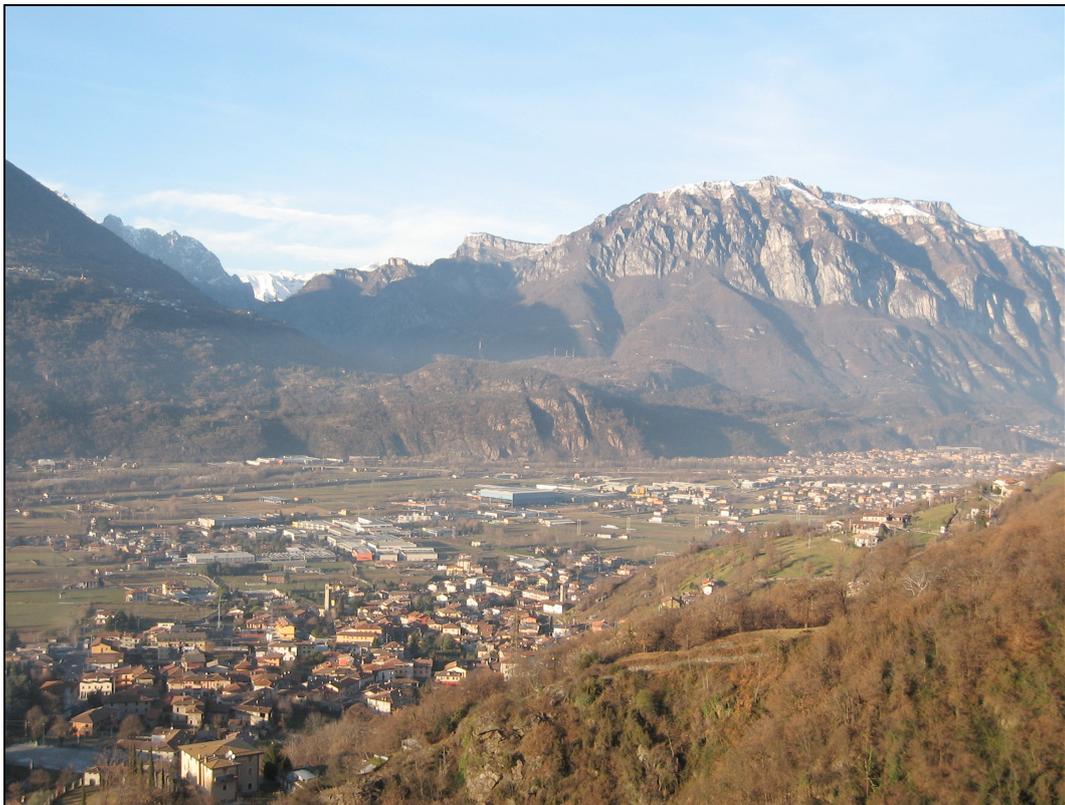
L'area presenta al suo interno tre Riserve Naturali:

- Riserva Naturale delle Torbiere del Sebino dichiarata dal CNR "Biotopo di eccezionale importanza" già negli anni '70 e ufficialmente entrata nell'elenco delle Riserve Naturali della Lombardia ai sensi della legge 30/11/1983 n.86, oggi dichiarata Zona di Protezione Speciale (ZPS) e Sito di Importanza Comunitaria (SIC);
- Riserva Naturale della Valle del Freddo situata nel Comune di Solto Collina, istituita con la legge del 1983 e confermata come SIC nel 2004;
- Riserva Naturale delle Piramidi di Zone istituita nel 1984.

Inoltre, al suo interno, sono presenti cinque PLIS: il Parco del Barberino, istituito dal Comune di Cividate Camuno con delibera del Consiglio comunale n. 61 del 05/01/1986 e riconosciuto dalla Regione Lombardia ai sensi della L.R. 83/86; il PLIS "Lago Moro" posto tra i comuni di Angolo Terme e di Darfo Boario Terme

riconosciuto con la delibera della Giunta Regionale n. 49730 del 27/04/2000; il PLIS “Alto Sebino”, attualmente il più esteso della Lombardia, riconosciuto con la delibera di Giunta Provinciale n.292 del 17/05/2004; il PLIS “Corno di Predore e di Tavernola” riconosciuto con delibera di Giunta Provinciale n. 334 del 10/07/2008 e il PLIS “Lago d’Endine” riconosciuto con delibera di Giunta Regionale n. 7/4223 del 11/04/2001.

Infine a Provaglio d’Iseo è presente un grande masso erratico chiamato *El Baluton* riconosciuto Monumento Naturale nel 1984.



**Figura 5** - Area di studio B, “Bassa Valle Camonica” (Foto: P. Trotti).



**Figura 6** - Area di studio B, Lago d'Iseo, sponde bresciana e bergamasca (Foto: P. Trotti).

### **3.2 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA**

Entrambe le aree hanno subito una complessa e prolungata sequenza di eventi orogenetici e glaciali. All'inizio del Trias (245 milioni di anni fa), un vasto mare, la Neo Tetide, invase il territorio attualmente occupato dall'Italia creando un ambiente di acque poco profonde ideale per la crescita di coralli e altri organismi marini costruttori. Proprio in questo periodo si sono originati la maggior parte delle formazioni sedimentarie affioranti sulle Alpi e Prealpi. Alla fine del Giurassico i due blocchi continentali (Africa e Europa) cominciarono ad avvicinarsi e la crosta oceanica iniziò a scorrere verso sud, sotto al blocco Africano, innescando il processo di subduzione e la successiva formazione della catena alpina.

Nel Cretaceo il processo di subduzione portò alla consunzione del fondo oceanico, alla collisione della placca europea con quella africana e alla subduzione della prima al di sotto della seconda.

In queste prime fasi dell'orogenesi alpina (fase eoalpina 130-170 milioni di anni fa), iniziò a delinearsi la Linea Insubrica, sistema di faglie ad andamento est-

ovest. In concomitanza con la subduzione e nelle fasi immediatamente successive di riemersione dei materiali subdotti, si sviluppò un metamorfismo di alta pressione e bassa temperatura (fase meso-alpina). Verso la fine dell'Eocene, i movimenti si intensificarono e le falde ripresero la traslazione verso nord. L'attività tettonica compressiva ebbe una pausa nell'Oligocene, dando spazio all'intrusione di grossi plutoni come il Plutone dell'Adamello. La compressione ricominciò 30 Milioni di anni fa, con la fase neo-alpina, accompagnata da notevoli movimenti relativi delle due parti della Linea Insubrica: il blocco settentrionale sovrascorse verso destra innalzandosi sensibilmente rispetto a quello meridionale. La successiva storia delle Alpi è caratterizzata da un'ulteriore frammentazione, dal suo sollevamento a una velocità media di un millimetro l'anno e dalla sua erosione (CITA *et al.* 1991)

#### **Area A: Bassa Valtellina (Sondrio)**

L'area indagata è attraversata dalla Linea Insubrica, complesso sistema di faglie con orientamento prevalente E-W che divide le Alpi Centrali dalle Alpi Meridionali. Il Basamento Orobico, che costituisce la porzione centrale del basamento metamorfico pre-alpino e si estende a sud della Linea Insubrica dal Lago di Como fino all'Adamello, è qui maggiormente rappresentato dagli Gneiss di Morbegno, rocce metamorfiche dell'era paleozoica. Quest'ultimo costituisce interamente il versante orobico e parte dei versanti retici di fondovalle fino all'abitato di Ardenno. Il sedimentario è rappresentato da una scaglia massiccia, prevalentemente costituita da dolomie, nel territorio comunale di Dubino (a ovest dell'area sul versante retico). L'area a nord della Linea Insubrica appartiene al Dominio Austroalpino (Unità tettonica Austroalpino Superiore) caratterizzato da paragneiss a due miche con la presenza di quarzodioriti, tonaliti, e porfiriti verdi. Il fondovalle è costituito da depositi terrazzati colluviali e alluviali appartenenti all'Alluvium medio (Olocene) ed estesi conoidi di deiezione.

L'area è caratterizzata dal solco vallivo del fiume Adda con andamento E-W e da valli laterali con orientazione N-S sia sul versante retico (Val Masino) che su quello orobico (Val Tartano, Valle del Bitto, Val Lesina). La principale incisione è dovuta inizialmente all'azione erosiva dell'Adda durante il Messiniano (6-8 milioni di anni fa), per poi essere successivamente rimodellata dai ghiacciai (CITA

*et al.* 1991). Attualmente il fondovalle risulta occupato da sedimenti alluvionali recenti a topografia pianeggiante. Entrambi i versanti prospicienti il fondovalle dell'Adda mostrano caratteristiche simili, con alcune particolarità dovute alle differenze litologiche e strutturali, che rendono alcuni processi geomorfologici localmente più evidenti.

Tra i processi agenti, quelli che hanno contribuito in maggior misura alla caratterizzazione morfologica dei versanti sono stati i processi glaciali e periglaciali, legati alla presenza del ghiacciaio vallivo dell'Adda e dei suoi confluenti laterali. Dalle valli laterali ricevono alimentazione conoidi con caratteri gravitativi e alluviali su cui sorgono i principali nuclei abitativi (Ardenno, Morbegno, Talamona, Delebio).

### **Area B: Bassa Valle Camonica e comprensorio dei Laghi Iseo-Endine (Brescia e Bergamo)**

La geolitologia dell'area può essere suddivisa in due fasce principali: a nord (Valle Camonica) si osserva la combinazione di rocce silicee (prevalenti sul versante idrografico sinistro del fiume Oglio) con rocce calcaree e dolomitiche (prevalenti sul versante idrografico destro) mentre nell'area centro meridionale (Comprensorio del Sebino) dominano le formazioni calcaree e dolomitiche (MARTINI *et al.* 2012).

Quanto di seguito riportato, salvo diversa indicazione è tratto dalle note illustrative della Carta Geologica d'Italia dei fogli di Breno (078), Iseo (099) e Bergamo (098).

La porzione settentrionale dell'area appartiene al dominio paleogeografico-strutturale delle Alpi Meridionali, ed è caratterizzata dall'affioramento del basamento cristallino e della successione sedimentaria di età permo-mesozoica; su ambedue poggiano in discordanza depositi continentali neogenico-quadernari.

L'area mostra un'estrema diversità geologica; le unità litostratigrafiche maggiormente rappresentate sono il Verrucano Lombardo che affiora soprattutto sul versante idrografico sinistro camuno, tra i comuni di Esine e Pisogne e una parte sul versante idrografico destro in Comune di Rogno.

Il Servino segna il passaggio dal Permiano al Triassico presso il Dosso della Regina e il Dosso Camussone nel Comune di Pisogne; la Carniola di Bovegno affiora in modo sporadico tra Angolo Terme e San Vigilio (Frazione del Comune

di Rogno), nel Comune di Costa Volpino, presso Castelfranco di Rogno dove è presente la litofacies gessosa (Volpinite) e sul versante idrografico destro della Valle del Trobiolo in Comune di Pisogne. Il Calcare di Angolo, il Calcare di Prezzo, la Formazione di Buchenstein e la Formazione di Wengen sono presenti, con spessori variabili, sull'intero versante idrografico destro della bassa Valle Camonica.

Il Calcare di Camorelli invece risulta limitato nell'area compresa tra la Valle dell'Orso e l'abitato di Lovere. Il Calcare di Esino caratterizza in modo rilevante il versante destro camuno, sovrastato in modo discontinuo dal Calcare Rosso, suo membro sommitale, presente sui versanti orientali del Monte Pora e del Monte Alto con una facies differente rispetto a quella tipica insieme all'Arenaria di Val Sabbia affiorante in modo limitato anche nella Valle di Supine.

La Formazione di Gorno, la Formazione di Breno e la Formazione di S. Giovanni Bianco sono rappresentate tra gli abitati di Piamborno (per la prima) e Cividate Camuno e Malegno (per le restanti) fino alla media Val di Scalve e da qui con variazione di spessore fino alla Valle di Supine.

La Dolomia Principale segna l'inizio del Norico ed è ben rappresentata sulle sponde settentrionali del Sebino tra la Corna Trentapassi e Castro mentre il Calcare di Zorzino si sviluppa principalmente a occidente del Lago d'Iseo tra Zorzino, il Lago di Gaiano, Sovere, ed a nord di Endine. Verso la fine del Norico e nel Retico si ha la deposizione delle Argilliti di Riva di Solto e del Calcare di Zu tra Riva di Solto e la Val Cavallina mentre la Formazione dell'Albenza (Dolomia a Conchodon AUCT.) affiora nei pressi di Parzanica, alla sommità di Monte Isola e presso Montecolo di Pilzone. Tra Portirone e Predore, il Giurassico è ben rappresentato dal Calcare di Sadrina e il Gruppo del Medolo (Calcare di Gardone Val Trompia, Calcare di Moltrasio e Calcare di Domaro); quest'ultimo presente anche presso gli abitati di Pilzone, Monte Isola e Provaglio d'Iseo, mentre nell'area di Zandobbio-Trescore Balneario, affiora la Dolomia di Zandobbio. Nel settore sud-orientale dell'area indagata, la Formazione di Concesio e il Gruppo del Selcifero Lombardo (Radiolariti e Rosso ad Aptici), presenti in porzioni limitate, chiudono la successione giurassica. Le formazioni cretacicche più rappresentative dell'area sono la Maiolica, la Marna di Bruntino e Sass de la Luna che delimitano lateralmente la porzione meridionale del Sebino fino a Trescore

Balneario (a est) mentre il Flisch di Pontida e le arenarie di Sarnico occupano il settore compreso tra Foresto Sparso e Sarnico.

Infine sono da sottolineare i depositi morenici quaternari che caratterizzano soprattutto l'anfiteatro del Lago d'Iseo e la conca di Sale Marasino-Sulzano, testimonianti le fasi glaciali pleistoceniche.

L'area B presenta due principali solchi vallivi (Valle Camonica e Val Cavallina) a decorso NE-SW, il principale dei quali è quello del fiume Oglio (Valle Camonica) caratterizzato da una lunghezza totale di circa 80 km. Nel presente studio è stato indagato il primo tratto di valle (23 km) entro il quale defluiscono una serie di valli laterali (Valle di Supine, Val Gola, Valle dell'Orso, Valle del Dezzo, Valle del Torrente Trobiolo a Piancogno, Valle del T. Lanico, Valle del Torrente Trobiolo a Pisogne, Valle di Gratacasolo, Valle di Artogne, Valle del T. Re di Gianico).

Il fondovalle vallivo si presenta generalmente ampio e pianeggiante, con il versante idrografico destro maggiormente acclive rispetto al sinistro a causa della differente litologia del substrato. Nella fascia di raccordo con i versanti adiacenti sono presenti, in genere, estese coperture detritiche (falde di detrito, conoidi di deiezione, cono di frana) accumulatisi in seguito a fenomeni di erosione idrica ed esarazione glaciale.

Nel settore occidentale è presente il solco vallivo del fiume Cherio (Val Cavallina) dalla lunghezza di circa 30 km il cui fondovalle è compreso tra i 260 m s.l.m. allo sbocco in pianura (Trescore Balneario) e i 350 m s.l.m. in Comune di Endine Gaiano. I versanti sono caratterizzati da media acclività, solcati da brevi e ripide valli laterali, talora veri e propri valloni legati a frane o fenomeni gravitativi. Il raccordo fra i versanti e il fondovalle è caratterizzato dalla presenza di ampi lembi di terrazzi alluvionali, sulla cui superficie è costruito il nucleo storico di molti centri abitati. L'area indagata comprende anche un breve tratto terminale della Val Borlezza (circa 6 km), tributaria di destra del Sebino tra il Comune di Sovere e il Comune di Castro.

La geomorfologia dell'area è il risultato di due principali fenomeni: processi di deformazione della crosta terrestre che portano a un continuo innalzamento dei rilievi e la presenza di processi di erosione e accumulo del grande Ghiacciaio

Camuno, la cui massa di ghiaccio, alimentata dalla regione del Monte Adamello era tale da permettere che la fronte, anche durante l'ultima glaciazione, giungesse sino alla pianura, costruendo il grande anfiteatro morenico della Franciacorta.

L'idrografia è caratterizzata dalla presenza del tratto terminale del fiume Oglio sopralacuale, che presso Costa Volpino sfocia nel Lago d'Iseo (Sebino) proseguendo nel prodelta sommerso; quest'ultimo scende ripidamente sino a 160 m s.l.m. per poi raccordarsi gradualmente al fondo del lago (PICCIN *et al.* 2010). Il Sebino ha una superficie di circa 60 km<sup>2</sup> con una profondità massima di 258 m e un livello medio di 185 m s.l.m., include Monte Isola, la maggiore isola lacustre italiana. I principali affluenti del Lago d'Iseo sono il Torrente Trobiolo, il T. Bagnadore (sulla sponda bresciana), il T. Rino, la Valle di Fonteno e il T. Borlezza (per la sponda bergamasca).

Nel tratto superiore della Val Cavallina è presente il Lago di Endine con una superficie di 2.3 km<sup>2</sup>, profondità massima di 9.4 m e un livello medio di 334 m s.l.m. L'affluente principale è il Torrente della Valle del Ferro mentre l'emissario è il fiume Cherio che scorre lungo l'intera valle. Altri corpi idrici di minore dimensione ma di rilevante interesse conservazionistico sono il Lago Moro (0.17 km<sup>2</sup>) e il Lago di Gaiano (0.09 km<sup>2</sup>).

Secondo TONOLLI (1975) il Sebino è classificabile come *lago glaciale terminale* mentre il Lago di Endine come *lago glaciale vallivo sbarrato da morena*; in entrambi i casi rimane fondamentale l'azione morfogenetica delle diverse fasi glaciali pleistoceniche sovrimposte alla morfologia fluviale tardo miocenica (BINI *et al.* 1978 in OROMBELLI).

### 3.3 CLIMA

Secondo RIVAS-MARTINEZ (2008) entrambe le aree appartengono al bioclimate temperato oceanico e sono incluse nel termotipo supratemperato. Dal punto di vista biogeografico le aree appartengono alla Regione Eurosiberiana, Sottoregione Alpino-Caucasica, dividendosi in Settore Padano (Lago d'Iseo e Val Cavallina) e Settore Alpino Centrale (Valle Camonica e Valtellina).

Il comprensorio del Sebino rientra nel mesoclima dei laghi prealpini (insubrico) il quale costituisce una tipologia specifica di mesoclima lombardo. L'azione mitigatrice delle acque del bacino lacustre è in grado di contenere gli abbassamenti termici invernali di circa 2 °C (diminuendo anche i giorni di gelo) rispetto al mesoclima padano. Il Lago d'Iseo insieme al Lago Maggiore e al Lago di Como, presentano due massimi di precipitazioni simili in estate e in autunno (NIGRELLI 2008). Il mesoclima insubrico è caratterizzato inoltre anche dalla scarsità di nebbie e dalla presenza delle cosiddette brezze di lago (CRAVERI 2008 in NIGRELLI 2008) che per il Lago d'Iseo prendono il nome di "Ora" (dal lago verso la Valle Camonica) e "Vet" (dalla valle verso il lago).

Il mesoclima alpino invece interessa la Valle Camonica e la Valtellina ed è caratterizzato da una spiccata variabilità locale con temperature invernali piuttosto basse, temperature estive non elevate e piogge concentrate soprattutto nel periodo estivo-autunnale. Le serie storiche dei dati meteo (pur non considerando lo stesso periodo di tempo) registrano per la stazione meteorologica di Costa Volpino una temperatura media pari a 14.4°C e valori di precipitazione media annua superiore a 980 mm (periodo 1994-2011). I dati della stazioni di Breno (BS) e Bema (SO) poste più internamente nelle rispettive valli e più distanti dai principali bacini lacustri, mostrano valori inferiori di temperatura media complessiva e di precipitazione media annua (Breno: 12.5°C, 737 mm nel periodo 1992-2007; Bema: 9.3°C, 890 mm nel periodo 1993-2007; ARPA Lombardia).

### **3.4 VEGETAZIONE E USO DEL SUOLO**

#### **Area A: Bassa Valtellina (Sondrio)**

L'escursione altimetrica dell'area in esame è di circa 950 metri, calcolata con il valore minimo del fondovalle compreso tra Piantedo e Dubino (201 m s.l.m.) e il Poir di Mello (1150 m s.l.m.). Secondo la zonazione della vegetazione in piani altitudinali l'area è rappresentata dal piano collinare e parte del piano montano. Nella carta della vegetazione potenziale di TOMASELLI *et al.* (1973) l'area appartiene per la quasi totalità alle formazioni dei querceti termofili, alle pinete termofile e solo in piccola parte alle peccete. La particolarità di questo settore, soprattutto del versante retico esposto a sud, è l'affinità che la vegetazione

collinare mostra con i querceti caducifogli diffusi nell'area mediterranea. Tale vegetazione in provincia di Sondrio, può essere considerata come un estremo avamposto proveniente da sud e che, in queste località, trova limitate condizioni di espansione. I boschi collinari estesi soprattutto sul versante retico al di sotto degli 800 m s.l.m., sono costituiti prevalentemente da *Fraxinus ornus* e *Ostrya carpinifolia* e in condizioni di minor acclività del terreno da *Quercus pubescens*, *Quercus petraea* e *Castanea sativa*. Intercalata a lembi di boscaglia termofila, in aree aperte e fortemente assolate, si trova la brughiera submediterranea caratterizzata da cespuglieti a Ericacee e Leguminose arbustive tra cui *Calluna vulgaris*, *Erica arborea* e *Cytisus scoparius*.

L'area è intensamente occupata dalla coltivazione della vite, dato il microclima favorevole; pertanto della vegetazione boschiva non si hanno che lembi isolati e frammentati spesso in presenza di affioramenti litoidi e pareti di roccia. Sul versante orobico i boschi termofili dell'orizzonte collinare sono scarsamente rappresentati e spesso si hanno tipi di vegetazione intermedi o di transizione tra quelli propri dei due orizzonti (collinare e montano). Le faggete, situate nella parte superiore della fascia dei boschi montani a latifoglie, non costituiscono una fascia continua e sono dislocati a varie altitudini; la fascia a più bassa quota, compresa tra i 700 e 1000 metri circa, è situata nei pressi di Morbegno mentre procedendo verso Piantedo, la fascia del *Fagus sylvatica* si estende da 800 a 1200 metri, in risposta alle condizioni climatiche tendenzialmente più miti e oceaniche. Soprattutto sul versante retico è presente una fascia a *Pinus sylvestris* che si estende in modo discontinuo fino a Valdisotto in Alta Valtellina, ed è ben rappresentata nell'area in esame presso Poirà (Comune di Mello).

Risulta molto evidente l'influenza dei fattori orografici di esposizione sui limiti di separazione tra latifoglie e aghifoglie; sul versante orobico è attorno ai 1000 metri, mentre sul versante retico, sale fino a circa 1300 metri. Nell'area di studio la pecceta montana si rinviene sul versante orobico. In condizioni di maggiore piovosità o generale aumento di umidità dell'aria si nota che *Picea excelsa* si unisce, in quantità molto variabili, con *Abies alba* (CREDARO & PIROLA 1975).

Il territorio, secondo la carta DUSAF 2007, è rappresentato da boschi (49%), prati permanenti e praterie naturali (24%), tessuto residenziale e produttivo (13%), colture (7%), zone umide, incolto, aree degradate non utilizzate e non vegetate,

cave, parchi e giardini (3%), bacini e alvei fluviali (2%), vegetazione rada e cespuglieti (2 %).

L'area A indagata, inclusa nella Rete Ecologica Regionale, comprende parte del corridoio regionale primario individuato lungo il fiume Adda che viene considerato ad alto livello di antropizzazione (BOGLIANI *et al.* 2009).

### **Area B: Bassa Valle Camonica e comprensorio dei Laghi Iseo-Endine (Brescia e Bergamo)**

L'escursione altimetrica dell'area in esame è di 1500 m, calcolata con il livello medio del Lago d'Iseo (185 m s.l.m.) e il Corno del Bene (1685 m s.l.m.) nel Comune di Zone. Secondo la zonazione della vegetazione in piani altitudinali, l'area è rappresentata dal piano collinare e dal piano montano e secondo TOMASELLI (1973) rientra nella vegetazione potenziale dei querceti mesofili e faggete, fitosociologicamente ascrivibili alla classe *Quercus-Fagetea*. L'ampio fondovalle camuno presenta le caratteristiche adatte per lo sviluppo di un quercocarpinetto planiziale ma attualmente risulta a intenso utilizzo antropico. In prossimità dell'alveo del fiume Oglio è preservata una fascia di bosco meso-igrofilo a *Populus nigra* e *Salix alba* mentre, nelle vicinanze della foce, sono presenti formazioni a *Alnus glutinosa* ed estesi fragmiteti a *Phragmites australis* che rappresentano la tipica fisionomia di passaggio della vegetazione terricola a quella delle acque aperte. Tali caratteristiche possono essere attribuite, a una scala più ridotta, anche al fondovalle della Val Cavallina.

Sui versanti con substrati carbonatici compatti (destra idrografica bassa Valle Camonica, e comprensorio del Sebino) si osservano boschi termofili a *Quercus pubescens*, *Ostrya carpinifolia* e *Fraxinus ornus* mentre, dove i substrati diventano ricchi in frazione terrigena (destra idrografica Val Cavallina), gli ostrieti assumono carattere mesofilo e sono caratterizzati negli habitat più freschi dalla contemporanea presenza di *Ostrya carpinifolia* e *Carpinus betulus*. Da sottolineare la grande diffusione della coltivazione dell'olivo soprattutto nei terreni affacciati sul Sebino. Sui substrati decarbonatati soprattutto del versante idrografico sinistro camuno sono presenti boschi a *Quercus petraea* affiancata e spesso pesantemente sostituita parzialmente o per intero da *Castanea sativa*, mentre i boschi a *Fagus sylvatica* sono localizzati alle quote superiori dei rilievi posti tra il Lago d'Iseo e la Val Cavallina e nella porzione superiore della Valle

del Trobiolo in Comune di Pisogne. In quest'ultima si osserva la sostituzione progressiva con boschi a *Picea excelsa* (peccata montana) caratterizzata anche dalla presenza di *Abies alba* (MARTINI *et al.* 2012).

Il territorio, secondo la carta DUSAF 2007 è rappresentato da boschi (47%), prati permanenti e praterie naturali (17%), bacini e alvei fluviali (14%), tessuto residenziale e produttivo (11%), colture (6%), vegetazione rada e cespuglieti (3%), e il restante 2% da zone umide, incolto, aree degradate non utilizzate e non vegetate, cave, parchi e giardini.

Anche l'area B, inclusa nella Rete Ecologica Regionale, comprende parte del corridoio regionale primario individuato lungo il fiume Oglio che viene considerato ad alto livello di antropizzazione (BOGLIANI *et al.* 2009).

## Capitolo 4

### MATERIALI E METODI

#### 4.1 METODI DI CENSIMENTO DELLA POPOLAZIONE

A causa delle sue abitudini notturne e della bassa densità con cui si distribuisce sul territorio, il Gufo reale va censito applicando metodiche combinate e specifiche (metodi diretti e indiretti) in accordo con quanto proposto da diversi autori (MIKKOLA 1983; CRAMP 1985; BERGERHAUSEN & WILLELMS 1988; PEDRINI 1989; PENTERIANI & PINCHERA 1989; ZUBEROGOITIA & CAMPOS 1998; PENTERIANI *et al.* 2001).

##### **Metodi diretti**

I metodi diretti più utilizzati sono la stimolazione con richiamo registrato (*playback*), l'ascolto sistematico del canto spontaneo e la ricerca diurna dei nidi e delle tracce di presenza. Il metodo del *playback* consiste nell'imitare con richiamo registrato (da ROCHÉ & CHEVEREAU 2001) o a voce il canto del maschio del Gufo reale per indurlo a emettere una risposta. Tale sistema è già stato ampiamente utilizzato da diversi autori (BERGERHAUSEN & WILLELMS 1988; PEDRINI 1989).

Nel corso dell'indagine le stimolazioni vanno effettuate nei pressi delle pareti ritenute idonee alla presenza della specie, in punti presentanti condizioni favorevoli per la trasmissione del suono e comunque a distanze non superiori a 500 m circa. I richiami vanno emessi principalmente nelle prime 3-4 ore dopo il tramonto ma si possono compiere dei tentativi anche all'alba. Il metodo applicato nella presente ricerca consiste in 2' di stimolazione, 10' di ascolto. Tale procedura, in assenza di risposta da parte dello strigide, viene ripetuta una seconda volta con 1' di stimolazione e altri 10' di ascolto in modo che ogni sito potenziale venga controllato per un totale di 23' circa. Questo metodo non è mai stato applicato al tramonto; in questa fascia oraria si è sempre preferito procedere con l'ascolto sistematico.

Il metodo "dell'ascolto sistematico" consiste nell'ascolto del canto spontaneo che il Gufo reale emette dal suo posatoio abituale a partire da mezz'ora prima del

crepuscolo fino a due ore dopo, in tutti i mesi dell'anno. Questo metodo, non condizionando l'attività vocale dell'animale, permette di localizzare con maggiore precisione la collocazione del sito di nidificazione (PEDRINI 1989; PENTERIANI & PINCHERA 1989) in quanto normalmente le prime vocalizzazioni vengono emesse a una distanza inferiore ai 300 metri dal nido (FAURE 1977).

Inoltre i giovani, nel periodo compreso tra giugno e settembre, sono molto vociferi durante tutto l'arco della notte e risultano facilmente contattabili come riportato da vari autori (MIKKOLA 1983; CRAMP 1985; PEDRINI 1989).

Il metodo, che consiste nel porsi in ascolto nelle vicinanze del potenziale sito, consente anche di conteggiare il numero di giovani nati.

In questa ricerca si è proceduto con l'ascolto sistematico per 30' dopo il crepuscolo (*dall'ultimo canto di Merlo, o altri passeriformi, in avanti*). In caso di mancato ascolto del canto territoriale nel corso dei primi 30', si è proceduto con il metodo del *playback* con le modalità sopra descritte (2' di stimolazione, 10' di ascolto, 1' di stimolazione e 10' di ascolto) per un totale di 53' spesi per ciascun punto. Questa procedura combinata (ascolto sistematico e *playback*), più complessa e onerosa in termini di tempo rispetto al solo *playback*, è generalmente più redditizia in termini di risultato (BASSI in BRAMBILLA *et al.* 2011)

Dopo la terza sessione con esito negativo, la parete indagata veniva considerata non occupata dalla specie mentre per l'ascolto dei giovani, dopo tre uscite negative, la nidificazione veniva considerata non avvenuta o fallita (PENTERIANI & PINCHERA 1990).

A questo metodo di censimento notturno va sempre associata la "ricerca diurna delle tracce di presenza" che permette di raccogliere dati importanti e di individuare alcuni territori in settori non censibili per la presenza di forti e prolungati disturbi acustici (es. pareti nei pressi di strade molto trafficate) oppure coppie dalla scarsa o nulla attività territoriale (BASSI 2001; BASSI *et al.* 2003).

Da una ricerca condotta nella Francia meridionale è stato dimostrato che l'attività territoriale dei maschi viene direttamente influenzata dalla densità conspecifica; ciò significa che, in aree a bassa densità di coppie territoriali, la durata del canto territoriale risulta di gran lunga inferiore (o assente) rispetto a quanto si registra in aree caratterizzate da una densità medio alta (PENTERIANI *et al.* 2002).

Pertanto, soprattutto in questi contesti, il rinvenimento di posatoi con le caratteristiche “colate” bianche e le borre inconfondibili per dimensioni e contenuto, consentono di accertare la presenza della specie. Il ritrovamento di altri resti alimentari come pelli di Riccio, spiumate di rapaci diurni e notturni e resti scheletrici di uccelli di buone dimensioni costituiscono utili indizi di presenza spesso decisivi per localizzare anche quelle coppie più silenziose che non emettono richiami (MARCHESI 1996; BASSI 2001).

In generale, la ricerca sul campo deve essere preceduta dal mappaggio su base cartografica di tutti i siti potenzialmente idonei alla specie utilizzando carte Kompass (scala 1:50.000) e C.T.R. (scala 1:10.000).

Vanno considerate in particolare:

1. pareti rocciose a elevato sviluppo verticale;
2. pareti rocciose di piccole o medie dimensioni ubicate nei pressi di zone aperte (prati, pascoli, coltivi e fondovalle) e nelle vicinanze dei centri abitati;
3. pareti o piccole formazioni rocciose situate nei pressi di discariche di rifiuti o di centri per la raccolta e lo smistamento degli stessi (cassonetti, campane per la raccolta differenziata, ecc.);
4. cave d'estrazione attive e inattive;
5. pendii dalla morfologia accidentata o presentanti massi grossolani (macereti, frane, formazioni calanchive) con vegetazione pioniera;
6. località di provenienza di animali recuperati morti o in difficoltà;
7. siti di presenza storica.

Queste tipologie ambientali vanno indagate con priorità; successivamente devono essere visitate anche le zone apparentemente meno adatte alla presenza della specie.

In linea generale nelle aree per le quali non si dispone di informazioni precise sulla localizzazione dei territori è sempre necessario prevedere l'impiego di un elevato numero di giornate di campo da distribuirsi principalmente tra ottobre-marzo (per l'ascolto del canto territoriale) e tra giugno-agosto (per l'ascolto delle vocalizzazioni dei giovani e la valutazione del successo riproduttivo).

## **Metodi indiretti**

Data la spiccata sedentarietà delle coppie territoriali, risulta di particolare importanza consultare la bibliografia locale allo scopo di raccogliere informazioni storiche circa le località di presenza del rapace, spesso riconfermate negli anni (e successivi decenni!) con la ricerca diretta.

In tal senso è di aiuto visionare le collezioni ornitologiche museali, raccogliere informazioni dai centri di recupero della fauna selvatica ma anche ricercare gli individui tassidermizzati presso privati.

Spesso, infatti, soggetti conservati di Gufo reale sono esposti anche in bar e ristoranti di montagna e pertanto, a seguito di una loro individuazione, è possibile recuperare una gran mole di informazioni e localizzazioni (*cf.* BASSI 2001).

A questo fine può essere d'aiuto effettuare anche un'analisi dei toponimi riconducibili alla presenza del Gufo reale localmente chiamato Balandrena, Döc, Dös, Lucù, Diaöl de montagna, Sietù, Civetù, Drago e Ducone (CAFFI 1913) nonché un vaglio critico di aneddoti e racconti riconducibili alla specie che, talvolta, permettono di individuare alcune località di presenza.

Infine per meglio indirizzare la ricerca di campo è fondamentale raccogliere un vasto numero di informazioni (indizi di presenza, avvistamenti) intervistando ornitologi, guardiacaccia, forestali, cacciatori, fotografi, agricoltori, gestori di esercizi pubblici posti in aree montane e residenti nei pressi delle aree ritenute più idonee alla presenza della specie. Ogni informazione va sempre attentamente vagliata ma, poiché generalmente gli intervistati non conoscono i rapaci notturni, vanno sottoposte alla loro attenzione alcune domande mirate (senza condizionamenti a favore di un certo tipo di risposte “gradite” al rilevatore). In un secondo tempo, può essere utile mostrare loro anche fotografie e disegni o far ascoltare il canto tipico della specie.

Nell'ambito di una ricerca triennale svolta in un'area della provincia di Bergamo (area “Iseo-Endine” pari a 290 km<sup>2</sup>), per la quale non erano disponibili informazioni pregresse sulla presenza e localizzazione dei siti riproduttivi, il sistema delle interviste si è rivelato molto proficuo per delineare un quadro sulla distribuzione della specie. Con questo metodo, infatti, sono state raccolte ben 52 segnalazioni attendibili relative l'area di studio “Iseo-Endine” (BASSI 2001).

Dette informazioni riferite al trentennio 1970-2000 riguardano tutti i mesi dell'anno, anche se, per tutte le segnalazioni, non è stato possibile risalire alla data precisa.

Il 63.5% (n = 33) delle segnalazioni si riferiva a località poste a 1 solo km dalla parete utilizzata per la nidificazione mentre 16, pari al 30.8%, riguardavano località a distanze di 1-4 km dal nido. Infine, nel 5.7% dei casi (n = 3) le informazioni si riferivano a località poste a una distanza compresa tra 4 e 8.7 km dal sito conosciuto più vicino (BASSI 2001).

In particolare, da successive analisi, si è evidenziato che le segnalazioni raccolte nel periodo gennaio-giugno fornivano indicazioni più precise per la ricerca del sito di nidificazione (permettendo di risparmiare una notevole quantità di tempo) rispetto a quelle raccolte nella seconda metà dell'anno. I rinvenimenti effettuati tra luglio e dicembre infatti, si sono rivelati meno utili per la localizzazione dei siti di nidificazione, in quanto si collocavano a distanze nettamente maggiori, fino a 4.5 km dal nido noto più vicino (BASSI *et al.* 2003).

Alla luce di tali risultati, che confermano l'alta fedeltà al sito da parte della specie nel corso degli anni (MIKKOLA 1983), appare evidente come la raccolta circostanziata dei dati si riveli strumento indispensabile da affiancarsi alla ricerca sul campo per la localizzazione dei territori (BASSI *et al.* 2003).

## **4.2 PARAMETRI DI DENSITA' DELLA POPOLAZIONE**

Per la stima della densità nelle due aree di studio (A e B) è stato usato il metodo del "vicino più vicino" (*Nearest Neighbour Distance*, N.N.D.) che consiste nella misurazione della minima distanza che intercorre tra le due coppie tra loro più vicine, identificando il centro del territorio con l'unico nido noto oppure con il centroide del poligono individuato (NEWTON *et al.* 1977).

Il metodo della N.N.D. è particolarmente utile poiché costituisce lo strumento più efficace per confrontare le densità di diverse popolazioni indagate.

Infatti, nonostante sia disponibile una vasta letteratura di lavori nazionali ed esteri sull'argomento, a tutt'oggi, risulta particolarmente complicato effettuare un confronto obiettivo tra le densità rapportate a un'area di studio che, a seconda dell'autore, è stata calcolata secondo procedure e criteri diversi.

In sintesi, numerosi studi riportano la densità come numero di territori o coppie censite in rapporto a un'area di indagine ma, nella maggioranza dei casi, non viene dettagliato il criterio con cui la stessa area è stata delimitata.

Questa generale mancanza di criteri univoci e replicabili, usati per descrivere la superficie effettivamente indagata, può portare alla diretta conseguenza di stimare in maniera errata la densità della popolazione oggetto di studio.

Il valore di densità rapportato a un'unità di area (ad es. 100 km<sup>2</sup>) infatti, varia notevolmente in relazione al metodo con cui si calcola l'area di studio.

Per poter ovviare a questo inconveniente e fornire valori di densità il più possibile attendibili e paragonabili con quanto riscontrato nelle diverse aree di studio italiane ed europee, si è ritenuto preferibile procedere con la combinazione di tre metodologie di seguito descritte.

Il primo metodo, di tipo "*Geografico*", considera i confini dell'area in relazione alla morfologia del territorio seguendo le principali linee di versante, strozzature delle valli e aree di fondovalle (utilizzate per la caccia) poste però a una distanza mai superiore al valore medio della N.N.D., escludendo, al contempo le quote poste al di sopra dei 1200 m (al di sopra di questa quota non sono mai state indagate pareti rocciose) e le aree a fitta copertura boschiva. In tal modo, la superficie risultante identificava un'area che include la totalità dei siti di nidificazione e, verosimilmente, una larga parte dei territori di caccia della coppia. Il secondo metodo chiamato "*Area con buffer di presenza*" si basa sul valore medio della N.N.D. utilizzato come raggio per descrivere un buffer circolare attorno al centro di ogni territorio. L'area individuata unendo tra loro i buffer di presenza (n = 31) così ottenuti costituisce l'area di studio. Questo metodo consente un paragone oggettivo della densità dei territori tra differenti aree di studio.

Infine, il terzo metodo chiamato "*Area con buffer di presenza e assenza*" poggia sulle medesime basi costruttive del metodo precedente ma, all'area descritta dai buffer di presenza, si è sommata l'area descritta dai buffer di assenza (n = 33). Questo accorgimento è stato adottato per non tralasciare dal conteggio dell'area complessiva effettivamente indagata (area di monitoraggio intensivo, propriamente detta) anche quelle superfici in cui l'assenza della specie è stata

confermata a seguito di un notevole sforzo di ricerca con almeno 3 sopralluoghi nel corso del periodo di studio.

Per il calcolo della dispersione dei nidi è stato utilizzato il Test G dato dal rapporto tra la media geometrica e la media aritmetica dei quadrati degli N.N.D. I valori del Test variano da 0 a 1; i valori superiori a 0.65 indicano una distribuzione dei territori uniforme (BROWN & ROTHERY 1978). Nel presente studio tali valori sono stati calcolati separatamente per le aree di studio A e B.

### **4.3 BIOLOGIA RIPRODUTTIVA E MORTALITA'**

#### **Parametri riproduttivi**

I principali parametri riproduttivi utilizzati sono:

- CPS/CPT (%): inteso come successo riproduttivo e calcolato come percentuale delle coppie che hanno portato all'involo almeno un giovane sulle coppie totali;
- J/CPT: numero di giovani involati su coppie totali;
- J/CPS: numero di giovani involati su coppie di successo.

#### **Analisi della mortalità**

Nel periodo 2010-2012 sono stati raccolti ulteriori dati di mortalità della specie relativi alle aree di studio grazie all'aiuto di ricercatori locali quali Rocco Leo e Roberto Bertoli per la provincia di Brescia, la Dott.ssa Maria Ferloni, il Dott. Enrico Bassi e il C.R.A.S. di Valpredina (Centro Recupero Animali Selvatici) per le province di Sondrio e Bergamo.

Inoltre sono stati consultati i principali lavori inerenti la mortalità della specie a scala provinciale quali BASSI (2003), LEO & BERTOLI (2005) e FERLONI & BASSI (2008). Infine sono stati visitati i principali Musei di Scienze Naturali locali.

### **4.4 VARIABILI AMBIENTALI RILEVATE**

Ho definito le variabili ambientali valutando quali caratteristiche potessero influire sulla possibilità di selezione dell'habitat del Gufo reale per i 31 siti di

presenza e per i 33 siti di assenza censiti con il metodo dell'ascolto sistematico e del *playback* nel periodo 2010-2012.

Il software GIS utilizzato per il calcolo delle variabili è *Quantum GIS 1.8.0 Lisboa* impiegando la seguente procedura:

- Download dal Geoportale della Regione Lombardia delle Carte Tecniche Regionali (CTR 1:10.000), carta DUSAF 2.1 2007 (Destinazione d'Uso dei Suoli Agricoli e Forestali) univoca per le provincie considerate;
- Creazione di shapefiles puntiformi per i 31 siti occupati e i 33 siti non occupati dalla specie in cui è stata accertata l'assenza dopo aver effettuato 3 uscite di censimento sistematico e percorso alla base la parete per la ricerca di segni di presenza (si veda Par. 4.1);
- Creazione di buffer circolari di 1 km di raggio attorno al nido (se noto) o al baricentro della parete dei siti di presenza e assenza; è stata scelta questa distanza perché il Gufo reale preferisce nidificare in prossimità dei suoi ambienti di caccia preferiti (FREY 1973; OLSSON 1979; DONÁZAR 1988; DONÁZAR *et al.* 1989; LEDITZNIG 1992 in PENTERIANI *et al.* 2002), il successo riproduttivo è influenzato dalla distanza tra il nido e le aree di caccia (LEDITZNIG 1996) e per limitare la sovrapposizione con altri buffer di assenza della specie;
- Calcolo delle variabili ambientali presenti all'interno dell'area del buffer e successivo raggruppamento sulla base delle probabili disponibilità trofiche offerte alla specie (Tab. 1);
- Calcolo delle caratteristiche della parete rocciosa indagata secondo la metodologia adottata da BRAMBILLA *et al.* (2010); per le pareti di dimensioni ridotte non rappresentate sulla CTR 1:10.000 e non misurabili attraverso il GIS, i valori delle variabili *Lunghezza della parete* e *Altezza della parete* venivano calcolati attraverso una stima sul campo; per la variabile *Esposizione della parete* è stato utilizzato un sistema di punteggio che attribuisce valori maggiori alle pareti più esposte al sole e meglio protette dai venti (Tab. 1).

**Tabella 1** - Variabili ambientali considerate nell'analisi della preferenza dell'habitat del Gufo reale all'interno delle aree di studio.

Variabili	Descrizione
Altitudine parete (m s.l.m.)	Elevazione sopra il livello del mare calcolata come valore medio tra l'altitudine massima e minima della parete.
Lunghezza parete (m)	Estensione lineare della parete rocciosa.
Altezza parete (m)	Altezza verticale della parete rocciosa calcolata come differenza tra il valore massimo e minimo di altitudine s.l.m.
Estensione parete (m <sup>2</sup> )	Prodotto tra lunghezza e altezza della parete.
Punteggio esposizione	Esposizione della parete secondo il punteggio della classificazione (N-NW=1; W=2; NE=3; E=4; SW=5; S-SE=6).
Aree aperte (%)	Accumuli detritici e affioramenti litoidi privi di vegetazione; Aree degradate non utilizzate e non vegetate; Praterie naturali d'alta quota assenza di specie arboree ed arbustive; Praterie naturali d'alta quota con presenza di specie arboree ed arbustive sparse; Prati permanenti con presenza di specie arboree ed arbustive sparse; Prati permanenti in assenza di specie arboree ed arbustive; Seminativi semplici; Spiagge; dune ed alvei ghiaiosi; Vegetazione dei greti; Vegetazione delle aree umide interne e delle torbiere; Vegetazione rada.
Aree boscate (%)	Boschi conifere a densità media e alta; Boschi di conifere a densità bassa; Boschi di latifoglie a densità media e alta; Boschi misti a densità bassa; Boschi misti a densità media e alta; Castagneti da frutto.
Colture legnose (%)	Altre legnose agrarie; Frutteti e frutti minori; Oliveti; Seminativi arborati; Vigneti.
Cespuglieto (%)	Aree verdi incolte; Cespuglieti; Cespuglieti con presenza significativa di specie arbustive alte ed arboree; Cespuglieti in aree di agricole abbandonate; Formazioni ripariali; Rimboschimenti recenti.
Corpi idrici (%)	Alvei fluviali e corsi d'acqua artificiali; Bacini idrici naturali.
Cave (%)	Cave di pietra attive e inattive di versante.
Aree urbanizzate (%)	Aree portuali; Campeggi e strutture turistiche e ricettive; Cantieri; Cascine; Cimiteri; Discariche; Impianti di servizi pubblici e privati; Impianti sportivi; Impianti tecnologici; Insediamenti industriali, artigianali, commerciali; Insediamenti produttivi agricoli; Orti familiari; Parchi e giardini; Reti ferroviarie e spazi accessori; Reti stradali e spazi accessori; Tessuto residenziale continuo mediamente denso; Tessuto residenziale discontinuo.

## 4.5 ANALISI STATISTICHE

E' stato effettuato un confronto descrittivo delle variabili ambientali tra pareti occupate e pareti non occupate attraverso un test di analisi univariata, il test  $t$  di Student. Il valore di  $t$  e  $p$  delle variabili espresse in percentuale è stato ottenuto dopo aver sottoposto quest'ultime a trasformazione arcoseno-radice quadrata. L'analisi ha fornito informazioni su quali variabili potessero influenzare la presenza della specie. Per capire quali variabili erano correlate tra loro e quindi evitare sia l'insorgere di problematiche relative alla collinearità sia il problema di considerare più variabili come espressione di un unico fattore, è stato effettuato un test di correlazione, includendo nei modelli di selezione dell'habitat solo le variabili il cui coefficiente di correlazione era inferiore a 0.7.

Per valutare le variabili ambientali influenzanti la selezione dell'habitat è stata eseguita un'analisi di regressione logistica che permette di valutare le combinazioni di variabili indipendenti su una variabile dipendente dicotomica; in questo caso i predittori sono tutte le variabili con coefficiente di correlazione inferiore a 0.7 e la variabile dipendente è rappresentata da 0 e 1 rispettivamente pareti non occupate e pareti occupate.

Per quanto riguarda l'analisi dell'influenza dell'ambiente sul successo riproduttivo della specie è stato utilizzato un modello misto assumendo una distribuzione poissoniana dell'errore. Nel modello la variabile dipendente era il numero di giovani involati per ogni nido in ogni anno; per tener conto della non indipendenza statistica dei dati raccolti negli stessi territori della specie e della non indipendenza dei dati raccolti nello stesso anno, i fattori random erano i territori di Gufo reale e l'anno (2010, 2011, 2012) mentre i predittori erano un set di variabili non collineari ( $r < 0.7$ ).

## Capitolo 5

### RISULTATI

#### 5.1 ANALISI DEI METODI DI CENSIMENTO

Per valutare l'efficienza dei due più importanti metodi di ricerca del Gufo reale si propone un confronto tra le metodologie utilizzate nelle differenti aree di studio.

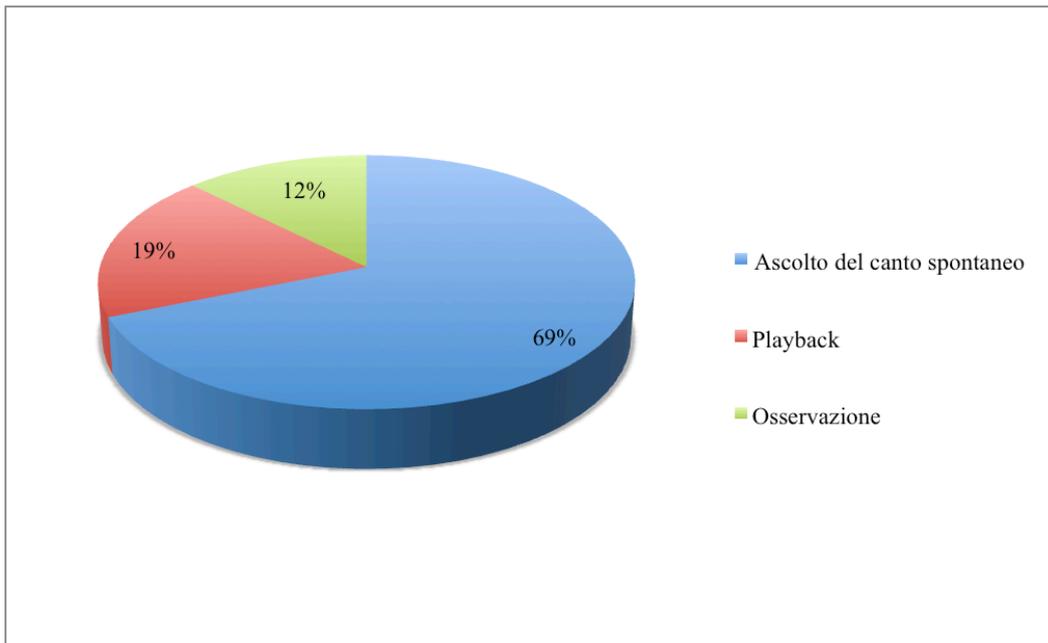
All'inizio della presente ricerca, il quadro delle conoscenze differiva nettamente tra le tre aree: per nulla indagati i settori ricadenti nelle province di Sondrio e Brescia mentre quello bergamasco è stato oggetto di uno studio intensivo della durata di 3 anni condotto nel periodo 1999-2001 (BASSI 2001).

Complessivamente per le tre aree di studio sono stati effettuati 192 eventi di ascolto sistematico degli adulti e dei giovani per un totale di 107 h e 14' mentre per il metodo del *playback* sono stati effettuati 193 eventi di stimolazione per un totale di 74 h e 5'.

Il metodo di censimento all'ascolto del canto spontaneo mostra un'efficienza maggiore (29.7%) rispetto al metodo del *playback* (2.6%) calcolata come percentuale del numero di eventi con esito positivo sul totale degli eventi eseguiti (Tab. 5).

Il 68% dei canti è stato udito al crepuscolo mentre il 32% nelle ore notturne, a conferma del maggior tasso di vocalizzazione che gli adulti mostrano nelle prime fasi della sera.

Dei 16 nuovi territori individuati nel periodo 2010-2012, 11 di questi (pari al 69%) sono stati scoperti grazie all'ascolto del canto spontaneo degli adulti, 3 attraverso il metodo del *playback* (pari al 19%) e due territori grazie all'osservazione diretta al crepuscolo (12%) (Fig. 7).



**Figura 7** - Efficienza dei metodi utilizzati per l'individuazione dei 16 nuovi territori nel periodo 2010-2012. Dati di canto riferiti ai soli adulti territoriali.

Per quanto riguarda l'area di studio "Bassa Valtellina", per l'individuazione dei 6 territori, sono stati necessari 21 *'eventi'* di ascolto sistematico al tramonto e 14 stimolazioni tramite *playback* nel corso della notte.

Ciascun evento di ascolto sistematico richiede mediamente l'impiego di 53' e deve essere obbligatoriamente compiuto entro mezzora prima del crepuscolo mentre ogni singola stimolazione mediante *playback* richiede uno sforzo medio di 23' per punto nell'arco delle ore successive al tramonto.

**Tabella 2** - Confronto dei metodi usati nel monitoraggio del Gufo reale e valutazione della loro efficienza nell'area di studio A (Bassa Valtellina) nel periodo 2010-2012.

Valtellina (SO)		Ascolto sistematico		Playback	
		ASC	% esiti positivi/ n eventi	PLB	% esiti positivi/ n eventi
<b>Gen.</b>	n eventi	0		0	
	minuti	0	-	0	-
	n esiti positivi	0		0	
<b>Feb.</b>	n eventi	11		32	
	minuti	398	<b>36.4</b>	747	<b>6.25</b>
	n esiti positivi	4		2	
<b>Mar.</b>	n eventi	7		22	
	minuti	337	<b>28.6</b>	506	<b>0</b>
	n esiti positivi	2		0	
<b>Apr.</b>	n eventi	0		0	
	minuti	0	-	0	-
	n esiti positivi	0		0	
<b>Mag.</b>	n eventi	3		6	
	minuti	159	<b>0</b>	198	<b>0</b>
	n esiti positivi	0		0	
<b>Giu.</b>	n eventi	14		1	
	minuti	420	<b>21.4</b>	23	<b>0</b>
	n esiti positivi	3		0	
<b>Lug.</b>	n eventi	9		2	
	minuti	467	<b>22.2</b>	46	<b>0</b>
	n esiti positivi	2		0	

**Tabella 3** - Confronto dei metodi usati nel monitoraggio del Gufo reale e valutazione della loro efficienza nella porzione bergamasca dell'area di studio B (Sebino-Endine) nel periodo 2010-2012.

Sebino BG-Endine		Ascolto sistematico		Playback	
		ASC	% esiti positivi/ n eventi	PLB	% esiti positivi/ n eventi
	n eventi	4		7	
<b>Dic.</b>	minuti	168	<b>25</b>	161	<b>0</b>
	n esiti positivi	1		0	
	n eventi	7		21	
<b>Gen.</b>	minuti	226	<b>14.3</b>	483	<b>0</b>
	n esiti positivi	1		0	
	n eventi	6		8	
<b>Feb.</b>	minuti	203	<b>50</b>	166	<b>12.5</b>
	n esiti positivi	3		1	
	n eventi	0		0	
<b>Mar.</b>	minuti	0	-	0	-
	n esiti positivi	0		0	
	n eventi	1		0	
<b>Apr.</b>	minuti	19	<b>100</b>	0	-
	n esiti positivi	1		0	
	n eventi	8		0	
<b>Mag.</b>	minuti	247	<b>25</b>	0	-
	n esiti positivi	2		0	
	n eventi	16		1	
<b>Giu.</b>	minuti	449	<b>43.8</b>	13	<b>100</b>
	n esiti positivi	7		1	
	n eventi	35		10	
<b>Lug.</b>	minuti	1107	<b>28.6</b>	178	<b>20</b>
	n esiti positivi	10		2	

**Tabella 4** - Confronto dei metodi usati nel monitoraggio del Gufo reale e valutazione della loro efficienza nella porzione bresciana dell'area B indagata nel periodo 2011-2012.

Sebino BS-Valle Camonica	Ascolto sistematico		Playback	
	ASC	% esiti positivi/ n eventi	PLB	% esiti positivi/ n eventi
n eventi	3		6	
<b>Dic.</b> minuti	72	<b>66.7</b>	138	<b>0</b>
n esiti positivi	2		0	
n eventi	16		43	
<b>Gen.</b> minuti	588	<b>56.3</b>	981	<b>0</b>
n esiti positivi	9		0	
n eventi	14		29	
<b>Feb.</b> minuti	398	<b>21.4</b>	690	<b>0</b>
n esiti positivi	3		0	
n eventi	1		1	
<b>Mar.</b> minuti	30	<b>0</b>	23	<b>0</b>
n esiti positivi	0		0	
n eventi	1		0	
<b>Apr.</b> minuti	30	<b>100</b>	0	-
n esiti positivi	1		0	
n eventi	0		0	
<b>Mag.</b> minuti	0	-	0	-
n esiti positivi	0		0	
n eventi	22		3	
<b>Giu.</b> minuti	673	<b>22.7</b>	69	<b>0</b>
n esiti positivi	5		0	
n eventi	14		1	
<b>Lug.</b> minuti	443	<b>14.3</b>	23	<b>0</b>
n esiti positivi	2		0	

**Tabella 5** - Confronto dei metodi usati nel monitoraggio del Gufo reale e valutazione della loro efficienza nelle tre aree di studio indagate nel periodo 2010-2012.

SO - BG – BS		Ascolto sistematico		Playback	
		ASC	% esiti positivi/ n eventi	PLB	% esiti positivi/ n eventi
	n eventi	7		13	
<b>Dic.</b>	Minuti	240	<b>42.9</b>	299	<b>0</b>
	n esiti positivi	3		0	
	n eventi	23		64	
<b>Gen.</b>	Minuti	814	<b>43.5</b>	1464	<b>0</b>
	n esiti positivi	10		0	
	n eventi	31		69	
<b>Feb.</b>	Minuti	999	<b>32.3</b>	1603	<b>2.9</b>
	n esiti positivi	10		2	
	n eventi	8		23	
<b>Mar.</b>	Minuti	367	<b>25.0</b>	529	<b>0</b>
	n esiti positivi	2		0	
	n eventi	2		0	
<b>Apr.</b>	Minuti	49	<b>50.0</b>	0	-
	n esiti positivi	1		0	
	n eventi	11		6	
<b>Mag.</b>	Minuti	406	<b>18.2</b>	198	<b>0</b>
	n esiti positivi	2		0	
	n eventi	52		5	
<b>Giu.</b>	Minuti	1542	<b>28.8</b>	105	<b>20.0</b>
	n esiti positivi	15		1	
	n eventi	58		13	
<b>Lug.</b>	Minuti	2017	<b>24.1</b>	247	<b>15.4</b>
	n esiti positivi	14		2	

## 5.2 DISTRIBUZIONE DEI TERRITORI E DENSITA'

Buona parte della popolazione dell'area "Iseo-Endine" indagata nel triennio 1999-2001, è stata monitorata anche negli anni successivi ma non in modo sistematico. Nel periodo 2010-2012, nell'ambito del presente lavoro, si è quindi proceduto con un secondo monitoraggio nella medesima area di indagine ampliata di circa 10 km<sup>2</sup> al fine di congiungere l'area bergamasca, indagata in passato, con l'imbocco della Valle Camonica in territorio bresciano.

I principali obiettivi erano di confermare la presenza degli 11 territori, individuati nel periodo 1999-2001, e di proseguire con la raccolta di ulteriori dati riproduttivi. Detto monitoraggio ha sostanzialmente riconfermato la presenza degli 11 territori con la scoperta di due nuovi territori nella nuova porzione indagata posta all'imbocco della Valle Camonica.

Inoltre, nel 2011-2012, è stata oggetto di indagine anche un'ampia superficie, adiacente alla prima, in cui non erano mai stati effettuati monitoraggi intensivi.

Questa nuova area esaminata comprende tutta la sponda bresciana del Sebino e la bassa Valle Camonica (250 km<sup>2</sup>).

Prima di intraprendere questa ricerca nell'area "Sebino bresciano e Valle Camonica" erano noti soltanto 4 territori stabili di Gufo reale (BERTOLI & LEO *com. pers.*). L'attività di campo ha consentito, oltre alla loro riconferma, di scoprire 8 nuovi territori per un totale di 12 siti riproduttivi.

Nel triennio 2010-2012 anche in bassa Valtellina (Sondrio) è stato avviato un monitoraggio all'interno di un'area di studio di 115 km<sup>2</sup>.

A differenza del comprensorio "Iseo-Endine", per quest'area di studio, al 2010, non erano disponibili informazioni di dettaglio sulla localizzazione dei nidi.

Nell'area "Bassa Valtellina" sono stati complessivamente individuati 6 territori di Gufo reale.

Complessivamente, nel presente studio, sono stati dunque esaminati 31 territori di Gufo reale così suddivisi:

### Area A

- 6 territori in Bassa Valtellina;

### Area B

- 13 territori in provincia di Bergamo nel comprensorio Iseo-Endine

- 12 territori nel Sebino bresciano e in Bassa Valle Camonica.

La media N.N.D. per l'area A in Bassa Valtellina è risultata di  $4280 \pm 700$  m (range 3720-5330 m) (BASSI *et al.* 2011), per l'area bergamasca  $2887 \pm 1493$  m (range 847.8-5304 m) mentre per l'area bresciana  $3061 \pm 1234$  m (range 1552-5435 m).

Le due sottoaree che compongono l'area B sono confinanti e adiacenti e proprio per questo è stato calcolato il medesimo valore di N.N.D. considerandole come aree unite; in questo modo l'area B presenta una N.N.D. media pari a  $2971 \pm 1349$  m (range 847.8-5435).

I valori di densità calcolati con le tre differenti metodologie sono riportati nella tabella 6. Da notare come il valore espresso in numero di territori su  $100 \text{ km}^2$  varia considerevolmente in relazione al metodo usato. Tale procedura, proposta per offrire un metodo di confronto aggiuntivo (oltre al valore univoco offerto dalla N.N.D.) tra le densità indicate dai diversi studi, evidenzia le forti discrepanze in termini di densità a seconda del metodo utilizzato per descrivere l'area di studio (Tab. 6).

**Tabella 6** - Confronto delle densità dei territori di Gufo reale calcolate seguendo tre differenti metodologie per definire l'ampiezza dell'area di studio.

Aree	Metodo	Coppie	$\text{km}^2$	Densità coppie/ $100 \text{ km}^2$	N.N.D. (m)
SO	Geografico		114.5	5.24	4280
	con Buffer pareti di Presenza	6	250.1	2.40	
	con Buffer pareti Presenza/Assenza		335.2	1.79	
BG	Geografico		297.5	4.37	2887
	con Buffer pareti di Presenza	13	265.2	4.90	
	con Buffer pareti Presenza/Assenza		355.6	3.65	
BG-BS	Geografico		520.6	4.80	2971
	con Buffer pareti di Presenza	25	482.6	5.18	
	con Buffer pareti Presenza/Assenza		620.3	4.03	

**Tabella 7** - Densità e N.N.D. di alcune popolazioni di Gufo reale in Europa (1970-2012). Tabella *modif.* da MARCHESI *et al.* 2002.

Area di studio	Regione	Area totale (km <sup>2</sup> )	N° coppie	Densità su 100 km <sup>2</sup> (n)	N.N.D. (km) (n)	Autore
Provenza (Alpille)	Francia	200		16.00 (32)	1.4 (32)	BERGIER & BADAN 1979
Provenza (Luberon)			59	15.30 (59)	1.8 (59)	PENTERIANI <i>et al.</i> 2002
Massiccio Centrale		20000		0.49 (97)	4.7 (33)	CUGNASSE 1983
Cevenne				0.44 (22)		COCHET 1985
Herault				1.47 (25)		DEFONTAINES & CERET 1990
Massiccio del Giura	Germania			8.00 (8)	4.4 (36)	MEBS 1972
Eifel		9500	60-80	0.63-0.84		DALBECK & HEG 2006
Bavaria		340	29	8.5 (29)	2.7 (17)	GÜNTER VON LOSSOW 2010
Catalogna	Spagna			5.71 (40)	2.4 (40)	BENEYTO & BORAU 1996
Navarra				0.40 (37)		DONÁZAR 1989
Murcia				2.00 (142)	4.6 (19)	MARTINEZ <i>et al.</i> 1992
SE Spagna		46.91		36	0.9	DELGADO & PENTERIANI 2005
Alpi Retiche	Svizzera			0.92 (30)	6.5 (18)	HALLER 1978
Engadina		280	9		6.9 (9)	JENNY 2011
Engadina			8	0.46	11.8	ARLETTAZ 1988
Moravia	Rep. Ceca			1.16 (50)	4.3 (81)	KUNSTMULLER 1996
Mersch	Lussemburgo	50	6-7	12-14		BAYLE & SCHAULS 2011
Svezia SE	Svezia				8.5 (29)	OLSSON 1979
Trentino Alto-Adige	Italia	672	13	1.83	3.8	MARCHESI <i>et al.</i> 1999
Trentino Alto-Adige		1330	24-25	1.82 (24)	3.5 (169)	MARCHESI <i>et al.</i> 2002
Appennino abruzzese		3500	10	0.28	18	PENTERIANI & PINCHERA 1990
Provincia di Imperia		1156	17	1.8	5.1	TOFFOLI & CALVINI 2008
Verbano-Cusio-Ossola		179	8	4.50	3.6	BIONDA 2002
Verbano-Cusio-Ossola		2255	10		5.5	BIONDA & BRAMBILLA 2012
Liguria		50	3	6	4.5	CASANOVA & GALLI 1998
Piemonte			11	1.6		FASCE <i>et al.</i> 1988
Prealpi bresciane		540	6	1.45	9	LEO & BERTOLI 2005
Prealpi bergamasche		287.5	11	3.82	3.6 (11)	BASSI 2001
Bassa Valtellina		114.5	6	5.24	4.3	presente studio
Bergamo		297.5	13	4.37	2.9	presente studio
Brescia		223.1	12	5.37	3.1	presente studio
Bergamo-Brescia		520.6	25	4.80	3.0	presente studio

Il test G (BROWN & ROTHERY 1978) ha evidenziato una distribuzione regolare e uniforme dei siti attestandosi su un valore di 0.94 per l'area valtellinese e un valore leggermente inferiore pari a 0.67 per l'area bresciana e bergamasca.

## 5.3 SUCCESSO RIPRODUTTIVO E MORTALITA'

### Parametri riproduttivi

La produttività della specie può essere calcolata come successo riproduttivo (S.R.: percentuale delle coppie territoriali che hanno portato all'involo almeno un giovane/totale coppie territoriali), produttività (numero di giovani involati/totale coppie territoriali) e tasso d'involo (giovani involati/coppie di successo).

**Tabella 8** - Successo riproduttivo dell'area A in provincia di Sondrio (2010-2012).

<b>Coppie Bassa Valtellina</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>Totale/ media</b>
coppie territoriali controllate	6	6	6	18
coppie di successo	2	2	1	5
S.R.: coppie successo/tot. coppie controllate (%)	33.3	33.3	16.7	27.8
n. juv. involati	6	3	2	11
n. juv. involati per coppie controllate	1 ± 1.55	0.50 ± 0.84	0.33 ± 0.82	0.61 ± 1.09
n. juv. involati per coppia di successo	3	1.50 ± 0.71	2	2.20 ± 0.84

**Tabella 9** - Successo riproduttivo nella porzione bergamasca dell'area B pari a 297.5 km<sup>2</sup> (2010-2012).

<b>Coppie Bergamo</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>Totale/ media</b>
coppie territoriali controllate	9	11	13	33
coppie di successo	5	8	5	18
S.R.: coppie successo/tot. coppie controllate (%)	55.5	72.7	38.5	54.5
n. juv. involati	7	12	7	26
n. juv. involati per coppie controllate	0.78 ± 0.82	1.09 ± 0.83	0.54 ± 0.78	0.79 ± 1.91
n. juv. involati per coppia di successo	1.40 ± 0.55	1.50 ± 0.71	1.40 ± 0.55	1.44 ± 1.28

**Tabella 10** - Successo riproduttivo nella porzione bergamasca dell'area B pari a 287.5 km<sup>2</sup> (1997-2001, da BASSI 2001).

<b>Coppie Bergamo</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>Totale/ media</b>
coppie territoriali controllate	2	2	4	9	8	25
coppie di successo	2	2	4	9	7	24
S.R.: coppie successo/tot. coppie controllate (%)	100	100	100	100	87.5	96.0
n. juv. involati	6	4	5	11	9	35
n. juv. involati per coppie controllate	3 ± 1.41	2 ± 1.41	1.25 ± 0.50	1.22 ± 0.44	1.12 ± 0.78	1.40 ± 0.82
n. juv. involati per coppia di successo	3 ± 1.41	2 ± 1.41	1.25 ± 0.50	1.22 ± 0.44	1.29 ± 0.49	1.46 ± 0.78

**Tabella 11** - Successo riproduttivo dell'area in provincia di Brescia (2012).

<b>Coppie Brescia</b>	<b>2012</b>
coppie territoriali controllate	12
coppie di successo	5
S.R.: coppie successo/tot. coppie controllate (%)	41.7
n. juv. involati	8
n. juv. involati per coppie controllate	$0.67 \pm 0.98$
n. juv. involati per coppia di successo	$1.60 \pm 0.89$

**Tabella 12** - Sintesi del successo riproduttivo registrato nei 31 territori indagati nel periodo 2010-2012 nelle Aree A e B.

<b>Coppie totali</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>Totale/ media</b>
coppie territoriali controllate	15	17	31	63
coppie di successo	7	10	11	28
S.R.: coppie successo/tot. coppie controllate (%)	46.7	58.8	35.5	44.4
n. juv. involati	13	15	17	45
n. juv. involati per coppie controllate	$0.87 \pm 1.12$	$0.88 \pm 0.86$	$0.55 \pm 0.85$	$0.71 \pm 0.92$
n. juv. involati per coppia di successo	$1.86 \pm 0.90$	$1.50 \pm 0.52$	$1.55 \pm 0.69$	$1.61 \pm 0.68$

La misura più significativa per esprimere la “salute” di una popolazione di rapaci è il numero medio di giovani involati per coppia territoriale o per coppia riproduttiva (BROWN 1974; POSTUPALSKY 1974). Sono stati prodotti mediamente 0.71 giovani per coppia territoriale e 1.61 giovani per coppia di successo.

Complessivamente, su 63 coppie controllate nel periodo 2010-2013, il 44.4% si è riprodotto con successo portando all’involo 45 giovani (Tab. 12).

Nell’area valtellinese il 27.8 % delle coppie controllate nel periodo 2010-2012 si è riprodotto con successo con valori medi di 0.61 giovani involati per coppia controllata e 2.20 giovani per coppia di successo (Tab. 8).

Nell’area bergamasca (Iseo-Endine), negli anni 2010-2012, il 54.5% delle coppie si è riprodotto con successo con valori medi di 0.79 giovani per coppie controllate e 1.44 giovani per coppie di successo (Tab. 9).

Per confronto, dalla serie storica (1999-2001) disponibile per la medesima area di studio, di poco inferiore per superficie rispetto a quella indagata nel 2010-2012, il successo riproduttivo su 21 coppie controllate si attestava su valori molto più elevati pari al 96%. In questo periodo sono stati prodotti mediamente 1.40 giovani per coppia territoriale e 1.46 giovani per coppia di successo (Tab. 10).

Infine le coppie indagate nell’area bresciana nel 2012 hanno avuto un successo riproduttivo del 41.7% con valori di 0.67 giovani involati per coppie controllate e di 1.60 giovani per coppie di successo (Tab. 11).

**Tabella 13** - Parametri riproduttivi di alcune popolazioni di Gufo reale (1970–2012). Tabella *modif.* da MARCHESI *et al.* 2002 e JENNY 2011.

Area di studio	Regione	Area totale (km <sup>2</sup> )	N° coppie	Successo riproduttivo (%) (n)	N. medio di juv. Involati per		Autore	
					Coppia territoriale (n)	Coppia di successo (n)		
Provenza (Alpille)	Francia	200		74 (50)	1.44 (50)	1.95 (37)	BERGIER & BADAN 1979	
Provenza (Luberon)			59	92 (347)		1.83 (306)	PENTERIANI <i>et al.</i> 2002	
Massiccio Centrale			20000				2.05 (43)	CUGNASSE 1983
Cevenne							1.89 (9)	COCHET 1985
Loira					80	1.73	2.18	BALLUET & FAURE 2006
Herault					87 (107)	1.73 (107)	1.99 (93)	DEFONTAINES & CERET 1990
Alpi Retiche	Svizzera			92 (50)	1.32 (50)	1.80 (46)	HALLER 1978	
Alpi				53	0.93	1.78	AEBISCHER <i>et al.</i> 2005, 2010	
Engadina		280	9	55	0.88	1.61	JENNY 2011	
S Austria	Austria				0.99	2.00 (703)	FREY 1992	
Alpi				24	0.29	1.25	LEDITZNIK 2005	
Massiccio del Giura	Germania					1.59 (37)	MEBS 1972	
Alpi bavaresi				34	0.54	1.53	LANZ & MAMMEN 2005	
Eifel			9500	60-80	60 (674)	1.27 (1130)	2.13 (674)	DALBECK & HEG 2006
SE Sassonia							2.22 (158)	RISTIG <i>et al.</i> 1998
SE Sassonia					83	1.8	2.18	RISTIG <i>et al.</i> 2003
Bavaria			340	29		1.1	2.1	GÜNTER VON LOSSOW 2010
Catalogna	Spagna					2.30 (54)	BENEYTO & BORAU 1996	
Navarra						2.05 (38)	DONÁZAR 1989	
Murcia						1.70 (55)	MARTINEZ <i>et al.</i> 1992	
Belgio	Belgio					2.44 (18)	GEE AND WEISS 1987	
Slovacchia	Slovacchia			53 (45)	1.04 (45)	1.96 (24)	DANKO <i>et al.</i> 1995a, 1995b	
Rep. Ceca	Rep. Ceca			64 (124)	1.27 (124)	2.00 (79)	VOØIBEK 1995a, 1995b	
Moravia				41 (231)	0.62 (231)	1.96 (73)	KUNSTMULLER 1996	
Mersch	Lussemburgo	50	6-7	59 (41)		2.33 (24)	BAYLE & SCHAULS 2011	
Svezia SE	Svezia			40 (219)	0.60 (219)	1.60 (87)	OLSSON 1979	
Trentino Alto-Adige	Italia	672	13				MARCHESI <i>et al.</i> 1999	
Trentino Alto-Adige		1330	24-25	49 (160)	0.89 (160)	1.81 (79)	MARCHESI <i>et al.</i> 2002	
Alto Adige			18	74	1.29	1.75	SASCOR & MAISTRI 1997	
Verbano-Cusio-Ossola			179	8	44	0.86		BIONDA 2002
Verbano-Cusio-Ossola			2255	10		0.88	1.89	BIONDA & BRAMBILLA 2012
Prealpi bergamasche			287.5	11	96	1.4	1.46	BASSI 2001
Bergamo			297.5	13	54.5	0.75	1.44	presente studio
Brescia			223.1	12	41.7	0.67	1.60	presente studio
Bergamo-Brescia			520.6	25	51.1	0.76	1.48	presente studio
Bassa Valtellina			114.5	6	27.8	0.61	2.20	presente studio
Provincia di Imperia			1156	17	71		2	TOFFOLI & CALVINI 2008
Liguria			50	3			2.3	CASANOVA & GALLI 1998

**Tabella 14** - Numero di giovani involati per coppia controllata nel periodo 2010-2012 e rispettivo contributo in termini di numero di giovani involati sul totale dei giovani prodotti nel triennio. N.r. = dato non rilevato.

Coppia	Provincia	Juv. involati			Tot Juv. involati	Contributo coppia (%)
		2010	2011	2012		
1		0	0	0	0	0
2		2	1	1	4	10.8
3		0	1	2	3	8.1
4		n.r.	2	0	2	5.4
5		1	2	2	5	13.5
6	BG	1	1	1	3	8.1
7		2	2	0	4	10.8
8		1	2	1	4	10.8
9		0	1	0	1	2.7
10		n.r.	0	0	0	0
11		0	0	0	0	0
12		3	0	0	3	8.1
13		0	1	0	1	2.7
14		0	0	0	0	0
15	SO	0	0	0	0	0
16		3	2	2	7	18.9
17		0	0	0	0	0

### **Mortalità**

Nel corso della ricerca sono state raccolte 63 segnalazioni riguardanti animali morti o in difficoltà riferite agli anni 1993-2012, 31 delle quali dalle province di Bergamo e Brescia e 32 dalla provincia di Sondrio. Le informazioni sono state desunte sia dal consulto dei principali lavori inerenti la mortalità della specie a scala provinciale (BASSI 2003; LEO & BERTOLI 2005; FERLONI & BASSI 2008) sia dall'aiuto offerto da ricercatori locali quali Rocco Leo e Roberto Bertoli per la provincia di Brescia, la Dott.ssa Maria Ferloni, il Dott. Enrico Bassi e il C.R.A.S. di Valpredina (Centro Recupero Animali Selvatici) per le province di Sondrio e Bergamo.

Nel ventennio in esame, nell'area A (Bassa Valtellina) e nell'Area B (Valle Camonica e Iseo-Endine), le principali cause di recupero sono state l'elettrocuzione (44.4%) e l'impatto con cavi quasi esclusivamente elettrici (25.4%).

Si evidenzia in maniera inequivocabile che i soli elettrodotti incidano fortemente sulla conservazione della specie in quanto responsabili del 69.8% dei recuperi totali. La percentuale di questa causa d'incidenza potrebbe anche aumentare poiché, nel 17.5% dei casi, non è stato possibile risalire alle cause di recupero (Tab. 17; Fig. 9).

Da sottolineare che nella bergamasca e nel bresciano, province caratterizzate da un alto tasso venatorio e di bracconaggio, l'abbattimento illegale con arma da fuoco, rimane un problema ancora presente (Tab. 16) diversamente dall'area A dove tale causa di morte non compare (Tab. 15).

E' stato anche possibile distinguere tra le cause di ritrovamento, quelle mortali da quelle che hanno consentito la sopravvivenza dell'animale.

Alcune tipologie di ritrovamento quali gli impatti contro strutture antropiche (vetrate e cavi sospesi) consentono, ad alcuni animali, di essere rilasciati in natura dopo cicli di cure da parte dei Centri autorizzati per il recupero della fauna selvatica. Purtroppo, però, la principale causa di recupero dei gufi reali (elettrocuzione) determina nel 92.8% dei casi (n = 26) la morte istantanea dell'animale (Tab. 17).

**Tabella 15** - Cause di recuperi ed esiti nell'Area A in provincia di Sondrio (n = 32).

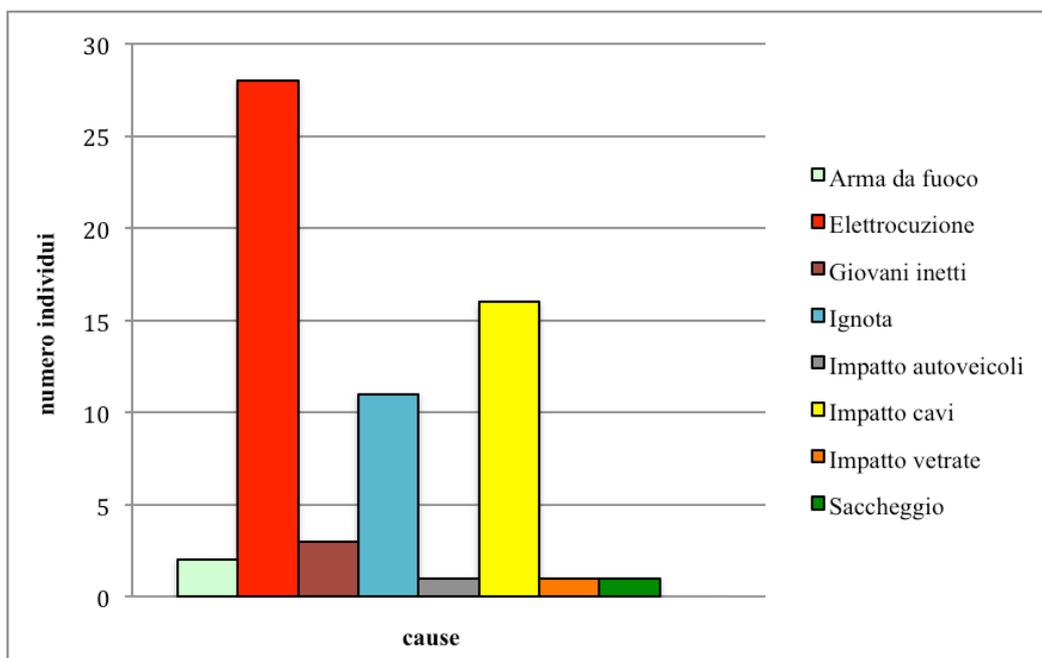
<b>Causa</b>	<b>N° individui</b>	<b>%</b>	<b>Deceduti</b>	<b>Deceduti (%)</b>	<b>Vivi</b>	<b>Vivi (%)</b>
Elettrocuzione	19	59.4	17	89.5	2	10.5
Impatto cavi	8	25	6	75	2	25
Impatto autoveicoli	1	3.1	1	100	0	0
Ignota	4	12.5	4	100	0	0
<b>Totale</b>	<b>32</b>	<b>100</b>	<b>28</b>	<b>87.5</b>	<b>4</b>	<b>12.5</b>

**Tabella 16** - Cause di recuperi ed esiti nell'Area B (Bergamo e Brescia, n = 31).

<b>Causa</b>	<b>N° individui</b>	<b>%</b>	<b>Deceduti</b>	<b>Deceduti (%)</b>	<b>Vivi</b>	<b>Vivi (%)</b>
Arma da fuoco	2	6.45	1	50	1	50
Elettrocuzione	9	29.1	9	100	0	0
Impatto cavi	8	25.8	2	25	6	75
Impatto vetrate	1	3.2	0	0	1	100
Giovani inetti	3	9.7	0	0	3	100
Juv prelevato al nido	1	3.2	0	0	1	100
Ignota	7	22.6	2	28.6	5	71.4
<b>Totale</b>	<b>31</b>	<b>100</b>	<b>14</b>	<b>45.2</b>	<b>17</b>	<b>54.8</b>

**Tabella 17** - Sintesi dei recuperi e relativi esiti di Gufo reale nelle Aree A e B ricadenti nelle province di Bergamo, Brescia e Sondrio negli anni 1993-2012 (n = 63).

<b>Causa</b>	<b>N° individui</b>	<b>%</b>	<b>Deceduti</b>	<b>Deceduti (%)</b>	<b>Vivi</b>	<b>Vivi (%)</b>
Arma da fuoco	2	3.2	1	50	1	50
Elettrocuzione	28	44.4	26	92.8	2	7.1
Impatto cavi	16	25.4	8	50	8	50
Impatto vetrate	1	1.6	0	0	1	100
Impatto autoveicoli	1	1.6	1	100	0	0
Giovani inetti	3	4.8	0	0	3	100
Juv prelevato al nido	1	1.6	0	0	1	100
Ignota	11	17.5	6	54.5	5	45.4
<b>Totale</b>	<b>63</b>	<b>100</b>	<b>42</b>	<b>66.7</b>	<b>21</b>	<b>33.3</b>



**Figura 9** - Cause di ritrovamento di Gufo reale nelle tre aree di indagine delle province di Bergamo, Brescia e Sondrio (1993-2012).

Per 56 segnalazioni riguardanti individui recuperati è stato possibile risalire alla data precisa di ritrovamento (Tab. 18).

**Tabella 18** - Andamento trimestrale dei recuperi totali (n = 56).

Causa	Gen-Mar	Apr-Giu	Lug-Sett	Ott-Dic
Arma da fuoco	0	0	0	2
Elettrocuzione	8	1	9	7
Impatto autoveicoli	1	0	0	0
Impatto cavi	6	3	4	4
Impatto vetrate	0	0	0	1
Giovani inetti	0	0	1	1
Ignota	2	3	1	2
<b>Totale</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>15</b>	<b>17</b>

**Tabella 19** - Cause di mortalità di alcune popolazioni di Gufo reale in Europa (*modif.* da MARCHESI *et al.* 2002).

Area	Paese	n	Cause				Autori
			Elettrodotti (C+E*)	Collisione con veicoli	Persecuz.	Altre cause	
Provenza	Francia	8	12.5	0.0	50.0	37.5	BLONDEL & BADAN 1976
Massiccio Centrale		17	35.3	5.9	47.1	11.8	CHOUSSY 1971
Germania Ovest	Germania	211	23.7	10.9	25.1	40.3	WICKL 1979
Eifel		606	26.6	26.9	2.8	43.7	RADLER & BERGERHAUSEN 1988
Cataluña	Spagna	14	57.1	0.0	42.9	0.0	BENEYTO & BORAU 1996
Murcia		84	17.9	0.0	78.6	3.6	MARTINEZ <i>et al.</i> 1992
Spagna		1576	16.3	4.3	19.2	58.4	MARTINEZ <i>et al.</i> 2006
Svezia SE	Svezia	101	19.8	12.9	5.0	62.4	OLSSON 1979
Finlandia	Finlandia	75	16.0	13.3	17.3	53.3	SAUROLA 1979
Alpi Retiche	Svizzera	29	55.2	44.8	0.0	0.0	HALLER 1978
Vallese		138	37.0	33.3		1.9	SHAUB <i>et al.</i> 2010
Appennini	Italia	10	70.0	0.0	30.0	0.0	PENTERIANI & PINCHERA 1990
Alpi		34	47.1	11.8	0.0	41.2	MARCHESI <i>et al.</i> 2002
Prealpi bresciane		28	43	4	11	42	LEO & BERTOLI 2005
Prealpi bresciane		42	43	5	19	33	LEO & BERTOLI <i>com. pers.</i> 2012
Provincia di Belluno		51	47.1	7.8	7.8	31.4	TORMEN & CIBIEN 1993
Piemonte			79		21		TOFFOLI & BIONDA 1997
Puglia e Basilicata		6	33.3	16.7	33.3		SIGISMONDI <i>et al.</i> 2005

\* (Collisione ed elettrocuzione).

## 5.4 SELEZIONE DELL'HABITAT E INFLUENZA DELL'AMBIENTE SUL SUCCESSO RIPRODUTTIVO

Dopo aver osservato un coefficiente di correlazione superiore a 0.7 (0.81) tra le variabili *Altitudine parete* e *Lunghezza parete* si è deciso di inserire nelle analisi successive soltanto la variabile *Estensione parete* data dal prodotto delle due precedenti variabili. Cinque variabili hanno mostrato delle differenze significative tra le pareti non occupate e le pareti occupate. I risultati per le caratteristiche delle pareti rocciose indicano una forte preferenza delle pareti più estese (Fig. 11) e meglio esposte al sole (Fig. 10), inoltre, nelle aree considerate, il Gufo reale sembra preferire ambienti con maggior estensione di colture legnose e corpi idrici mentre appare che i territori occupati mostrino un'estensione minore di aree boscate rispetto alle aree non occupate dalla specie (Tab. 20).

Tutte le coppie presenti all'interno delle aree di studio hanno nidificato in ambienti rocciosi, collocando i propri nidi su pareti di altezza compresa tra 10 m e 420 m (media  $51.6 \pm 54.9$  m). La quota media dei nidi è di  $594.7 \pm 313.4$  m s.l.m. con un minimo di 265 m s.l.m. e un massimo di 1080 m s.l.m. L'esposizione prevalente dei nidi è rivolta verso sud (Fig. 10).

**Tabella 20** - Confronto tra le variabili relative alle 31 pareti occupate dal Gufo reale e delle 33 pareti non occupate dalla specie nel periodo 2010-2012. I confronti sono stati eseguiti con test *t* di Student.

Variabile	Pareti non occupate (N=33)	Pareti occupate (N=31)	t	p
	media ± d.s.	media ± d.s.		
Altitudine parete	594.7 ± 313.4	480.4 ± 229.7	1.65	0.103
Lunghezza parete	196.5 ± 216.0	700.1 ± 612.5	-4.44	< <b>0.001</b>
Altezza parete	51.6 ± 54.9	158.4 ± 102.0	-5.26	< <b>0.001</b>
Estensione parete	16665.9 ± 33839.4	158232.5 ± 251211.1	-6.09 <sup>a</sup>	< <b>0.001</b> <sup>a</sup>
Punteggio esposizione	3.1 ± 2.0	4.8 ± 1.8	-3.44	<b>0.001</b>
Aree aperte	0.16 ± 0.07	0.17 ± 0.08	-0.44 <sup>b</sup>	0.659 <sup>b</sup>
Aree boscate	0.64 ± 0.18	0.53 ± 0.19	2.27 <sup>b</sup>	<b>0.026</b> <sup>b</sup>
Culture legnose	0.02 ± 0.04	0.04 ± 0.04	-2.85 <sup>b</sup>	<b>0.006</b> <sup>b</sup>
Cespuglieto	0.04 ± 0.05	0.03 ± 0.04	0.06 <sup>b</sup>	0.531 <sup>b</sup>
Corpi idrici	0.04 ± 0.12	0.11 ± 0.17	-2.06 <sup>b</sup>	<b>0.044</b> <sup>b</sup>
Cave	0.002 ± 0.006	0.011 ± 0.027	-1.62 <sup>b</sup>	0.109 <sup>b</sup>
Urbanizzato	0.09 ± 0.10	0.10 ± 0.09	-0.60 <sup>b</sup>	0.549 <sup>b</sup>

*a*: valore ottenuto in seguito alla trasformazione in logaritmo (base 10); *b*: valore ottenuto in seguito alla trasformazione con la radice quadrata dell'arcoseno .

Il modello di regressione logistica mostra un effetto significativo e positivo dell'estensione della parete sulla probabilità che una parete sia occupata dalla specie indagata, inoltre emergono effetti significativi e positivi per le estensioni delle aree aperte e delle colture legnose sulla probabilità di presenza del Gufo reale (Tabb. 21 e 22).

**Tabella 21** - Matrice di correlazione tra le variabili ambientali da includere nel modello di regressione logistica; sono indicate in grassetto le correlazioni statisticamente significative ( $p < 0.05$ ).

Variabili	Est. par.	Punt. esp.	Aree ap.	Aree bos.	Colt. legn.	Cesp.	C. idrici.	Cave
P. esposizione	<b>0.48</b>							
Aree aperte	-0.05	-0.04						
Aree boscate	-0.5	-0.11	-0.23					
Colture legnose	0.12	<b>0.31</b>	-0.22	<b>-0.47</b>				
Cespuglieto	0.05	0.05	0.18	<b>-0.35</b>	-0.09			
Corpi idrici	0.23	0.01	<b>-0.36</b>	<b>-0.67</b>	<b>0.30</b>	0.10		
Cave	0.16	0.23	<b>0.25</b>	-0.19	0.15	0.05	-0.09	
Urbanizzato	-0.18	0.09	0.24	<b>-0.51</b>	<b>0.38</b>	-0.05	-0.01	0.14

**Tabella 22** - Risultati dell'analisi di regressione logistica condotta per valutare la probabilità di presenza o assenza del Gufo reale ( $n = 31$  pareti occupate e  $n = 33$  pareti non occupate) in relazione alle variabili ambientali.

Variabili	Stima $\pm$ e.s.	z	p
Estensione parete	2.071 $\pm$ 0.600	3.45	< 0.001
Punteggio esposizione	0.088 $\pm$ 0.214	0.41	0.68
Aree aperte	0.352 $\pm$ 0.167	2.10	0.035
Aree boscate	0.246 $\pm$ 0.173	1.42	0.15
Colture legnose	0.244 $\pm$ 0.113	2.16	0.031
Cespuglieto	-0.021 $\pm$ 0.087	-0.24	0.80
Corpi idrici	0.206 $\pm$ 0.118	1.74	0.082
Cave	0.066 $\pm$ 0.115	0.58	0.56
Urbanizzato	0.105 $\pm$ 0.089	1.17	0.24

Per cercare di capire se alcune variabili potessero influenzare il successo riproduttivo delle coppie di Gufo reale studiate è stato utilizzato un modello misto assumendo una distribuzione poissoniana dell'errore. Dopo aver osservato la presenza di forti correlazioni tra l'estensione dei corpi idrici, aree boscate e aree aperte, si è deciso di inserire nel modello soltanto la variabile corpi idrici, evitando così la problematica relativa alla collinearità (Tab. 23).

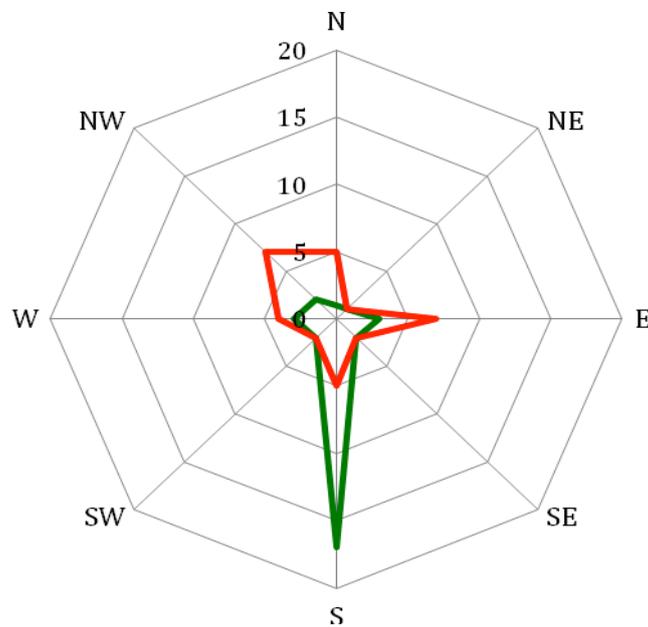
Il modello misto utilizzato mostra un effetto significativo e positivo dell'estensione dei corpi idrici e delle cave sulla probabilità di riproduzione con successo del Gufo reale (Tab. 24).

**Tabella 23** - Correlazione tra le variabili ambientali da includere nel modello misto per valutare gli effetti dell'habitat sul successo riproduttivo; sono indicate in grassetto le correlazioni statisticamente significative ( $p < 0.05$ ).

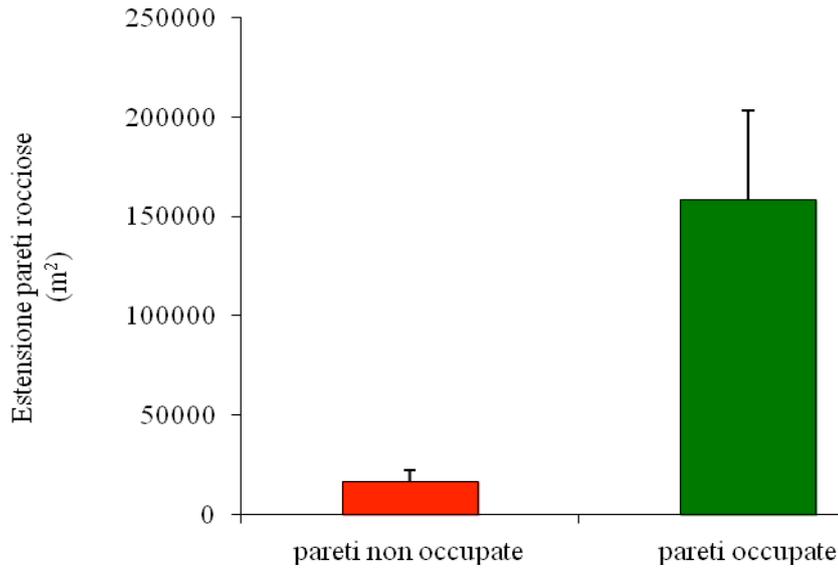
Variabili	Punt. Esp.	Est. Par.	Aree ap.	Aree bos.	Colt. Legn.	Cesp.	C. d'acq.	Cave
Estensione parete	<b>0.372</b>							
Aree aperte	-0.025	<b>-0.309</b>						
Aree boscate	-0.177	<b>-0.339</b>	0.100					
Colture legnose	<b>0.507</b>	0.182	<b>-0.349</b>	<b>-0.389</b>				
Cespuglieto	-0.112	-0.213	0.157	<b>-0.477</b>	-0.153			
Corpi idrici	-0.012	<b>0.365</b>	<b>-0.607</b>	<b>-0.717</b>	0.236	0.217		
Cave	<b>0.358</b>	0.063	<b>0.453</b>	-0.101	0.122	0.038	<b>-0.344</b>	
Urbanizzato	0.051	-0.068	0.209	-0.238	0.164	0.242	-0.231	0.079

**Tabella 24** - Risultati del modello misto (assumendo una distribuzione poissoniana dell'errore) condotto per valutare la probabilità di influenza delle variabili ambientali sul successo riproduttivo di 31 territori di Gufo reale (n = 63 eventi riproduttivi).

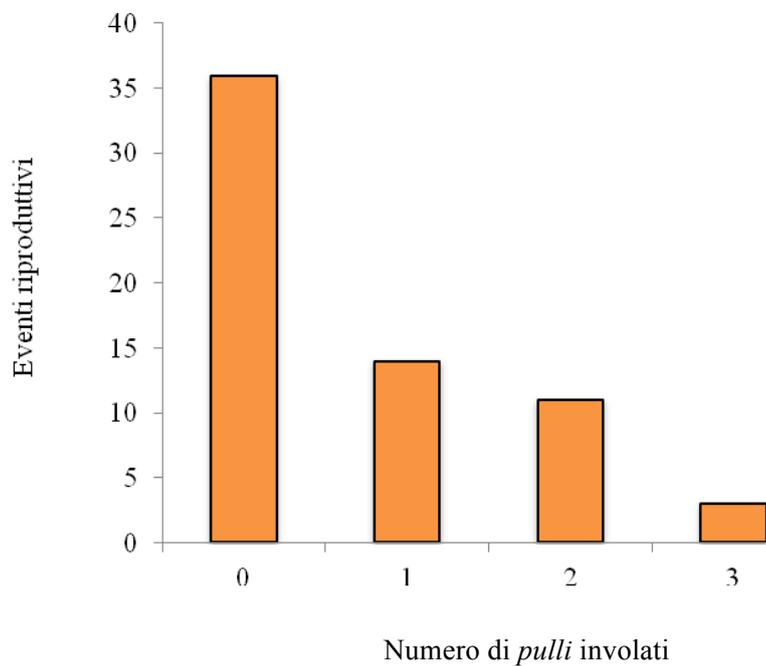
Variabile	Stima $\pm$ e.s.	z	p
Estensione parete	-0.291 $\pm$ 0.356	-0.816	0.41
Punteggio esposizione	-0.053 $\pm$ 0.153	-0.344	0.73
Corpi idrici	0.064 $\pm$ 0.024	2.644	0.008
Culture legnose	-0.005 $\pm$ 0.046	-0.113	0.91
Cespuglieto	-0.050 $\pm$ 0.040	-1.238	0.22
Cave	0.116 $\pm$ 0.048	2.419	0.016
Urbanizzato	0.055 $\pm$ 0.036	1.525	0.13



**Figura 10** - Esposizione delle 31 pareti occupate (in verde) e delle 33 pareti non occupate (in rosso).



**Figura 11** - Estensione in m<sup>2</sup> delle pareti rocciose (media + e.s.) occupate (n = 31) e non occupate (n = 33) dal Gufo reale nelle aree di studio indagate.



**Figura 12** - Distribuzione di frequenza del numero di *pulli* involati (n = 63 eventi riproduttivi) relativi alle 31 coppie studiate nel periodo 2010-2012.

## Capitolo 6

### DISCUSSIONE

#### 6.1 EFFICACIA DEI METODI DI RICERCA

Dall'analisi delle informazioni ottenute dall'applicazione dei metodi dell'ascolto sistematico e del *playback* sono emersi risultati in linea con quanto finora descritto da diversi Autori (PEDRINI 1989; PENTERIANI & PINCHERA 1989; ZUBERGOITIA & CAMPOS 1998).

A fronte dei 192 eventi di ascolto sistematico degli adulti e dei giovani (107 h e 14') contro i 193 eventi di stimolazione (74 h e 5'), il primo metodo si è rivelato essere il più efficace per l'individuazione della maggior parte dei territori occupati (di nuova scoperta e di riconferma di siti storici) rispetto al metodo del *playback*. Sul totale degli ascolti, condotti sulle tre province, infatti, l'ascolto del canto spontaneo mostra una percentuale di risposta (calcolata come percentuale del numero di eventi con esito positivo sul totale degli eventi eseguiti) nettamente superiore (29.7%) rispetto alla percentuale di risposta ottenuta col metodo del *playback* (2.6%).

Tuttavia, il metodo del *playback* ha consentito di individuare alcuni territori che non erano stati individuati né con l'applicazione dell'ascolto sistematico né con la ricerca diurna delle tracce di presenza. Questo ragionamento vale in particolare per i siti storici scoperti nell'area bergamasca Iseo-Endine negli anni 1999-2001, in cui 5 degli 11 territori (45.4%) furono individuati attraverso il *playback* (BASSI 2001) e soltanto 3 territori grazie all'ascolto sistematico.

A inizio ricerca, nel 1999, in quest'area non erano disponibili informazioni sulla presenza e localizzazione dei siti riproduttivi e per questo motivo è stato necessario investire un notevole numero di giornate di campo.

Complessivamente, infatti, nel triennio 1999-2001 erano state effettuate 214 uscite, di cui 102 diurne (273h 49') e 112 notturne (23h 39' per l'ascolto sistematico e 65h 9' usando il metodo del *playback*).

A causa del basso tasso di contattabilità della specie, il metodo di ricerca del Gufo reale sulle Prealpi lombarde si è rivelato essere molto oneroso in termini di sforzo

di ricerca, soprattutto laddove non siano disponibili informazioni di presenza agli inizi del monitoraggio. Il controllo e la successiva verifica dei territori noti infatti, richiede un impiego di tempo più limitato; per confronto, nell'area di studio "Iseo-Endine" il 100% dei siti scoperti nel periodo 1999-2001, è stato riconfermato nell'arco di sole 20 uscite (15 'eventi' di ascolto sistematico al tramonto e 14 stimolazioni al *playback*).

In generale comunque, il metodo dell'ascolto sistematico si rivela molto più efficace rispetto al metodo del *playback* in periodo pre-riproduttivo (dicembre-febbraio) per l'ascolto del canto territoriale del maschio. Infatti la percentuale di ascolto del canto spontaneo del maschio mostra valori massimi rispettivamente nei mesi di gennaio (43.5%), di dicembre (42.9%) e di febbraio (32.3%), diminuendo progressivamente con l'avanzare della stagione riproduttiva (si vedano tabelle Par. 5.1).

Anche DELGADO & PENTERIANI (2007) evidenziano un picco di durata delle vocalizzazioni territoriali del maschio e della femmina nel periodo di pre deposizione.

PENTERIANI (2003) afferma che il comportamento vocale di un individuo di Gufo reale, specie territoriale dalla lunga aspettativa di vita, possa dipendere dalle densità con cui la specie si distribuisce sul territorio. A densità più alte il richiamo del maschio ha una durata maggiore rispetto a quello di maschi che vivono relativamente più isolati da altri conspecifici.

Le percentuali di ascolto del canto spontaneo dei giovani aumenta fortemente nei mesi di giugno (28.8%) e di luglio (24.1%); per questa ragione il metodo dell'ascolto dei giovani viene efficacemente utilizzato per testare l'avvenuta riproduzione e il conteggio degli stessi (Tab. 5).

Sia per gli adulti sia per i giovani inetti, il periodo della giornata più redditizio in termini di risultati è quello del crepuscolo in cui il 67% dei canti (n = 41) è stato udito mentre, nelle ore notturne, il 33% (n = 21) a conferma della maggior tasso di vocalizzazione che gli adulti mostrano nelle prime fasi della sera come registrato in Trentino (PEDRINI 1989; DELGADO & PENTERIANI 2006)

Come accennato nel capitolo precedente, nel corso della presente ricerca sono stati individuati anche 16 territori non noti fino al 2010-2012; 11 di questi (69%) sono stati scoperti grazie all'ascolto del canto spontaneo degli adulti, 3 attraverso il metodo del *playback* (19%) e due territori grazie all'osservazione diretta al crepuscolo (12%) (Fig. 7).

In linea generale, l'applicazione dei metodi principalmente utilizzati per la ricerca della specie (ascolto sistematico e *playback*), associata alla ricerca diurna delle tracce di presenza e ad alcuni metodi indiretti (interviste, localizzazione dei recuperi, ecc.) fornisce buoni risultati nell'individuazione di nuovi siti di nidificazione e nella riconferma di siti noti.

E' importante che questi metodi siano applicati da rilevatori esperti in grado di determinare correttamente la specie anche dal semplice ascolto delle grida d'allarme degli adulti, dal canto della femmina e dalle vocalizzazioni dei giovani.

E' di fondamentale importanza concentrare le uscite nei mesi più redditizi (dicembre-marzo e giugno-luglio), possibilmente riducendo lo sforzo di ricerca nei mesi di aprile, maggio e settembre.

## **6.2 DENSITA' E DISTRIBUZIONE DEI TERRITORI**

La riconferma degli 11 territori bergamaschi e dei 4 siti bresciani, che mi sono stati indicati, e la scoperta di 16 territori non noti all'esordio della presente ricerca, hanno permesso di monitorare il 25-29% della stima regionale di 107-125 territori (BASSI in BRAMBILLA *et al.* 2012); si tratta di un valore decisamente rilevante, tenuto conto della distribuzione localizzata del Gufo reale sul territorio regionale, delle difficoltà di ricerca e del suo comportamento particolarmente elusivo.

La media N.N.D. individuata nel triennio di indagine per l'area A in Bassa Valtellina è risultata di  $4280 \pm 700$  m (range 3720-5330) (BASSI *et al.* 2011) e di  $2887 \pm 1493$  m (range 847.8-5304) per l'area bergamasca mentre per l'area bresciana, indagata solo nell'anno 2012, di  $3061 \pm 1234$  m (range 1552-5435).

Dall'unione delle due sottoaree che compongono l'area B (Endine + Sponda bergamasca Iseo; Valle Camonica + Sponda bresciana Iseo), tra loro confinanti, il valore N.N.D. è pari a  $2971 \pm 1349$  m (range 847.8-5435.2).

Tale valore è attualmente il più basso mai registrato per l'Italia, indice di una particolare vocazione del territorio per la specie (cfr. Tab. 7).

Il valore della N.N.D. di  $3.63 \pm 1.8$  km (BASSI *et al.* 2003) calcolato nel periodo 1999-2001 per la porzione bergamasca dell'area B, la cui superficie era più ridotta di circa 10 km<sup>2</sup> rispetto a quella studiata negli anni 2010-2012, è diminuito ulteriormente per la scoperta di due nuovi territori posti a breve distanza.

Il valore della N.N.D. per l'area A (Bassa Valtellina) rientra invece nella media dei lavori disponibili per le Alpi paragonabile a quella di 3.8 km determinata in Trentino (MARCHESI *et al.* 1999), di 3.6 km in Piemonte (BIONDA 2002) e di 4.5 km per la Liguria (CASANOVA & GALLI 1998). In provincia di Bergamo è stata riconfermata, a distanza di 10 anni, la presenza di 2 nidi posti a meno di 900 m di distanza (BASSI 2003), valore minimo mai riscontrato in Italia e tra i più bassi in Europa (CHOUSSY 1971; BERGIER & BADAN 1979; KUNSTMULLER 1996) (cfr. Tab. 7).

Dal punto di vista del calcolo delle densità, questo lavoro ha voluto evidenziare la difficoltà di ottenere dati univoci di confronto tra i diversi studi a causa delle diverse metodologie impiegate.

Le densità di coppie/100 km<sup>2</sup> riscontrate nell'area A (Bassa Valtellina) variano, infatti, tra 1.79 (usando il metodo dei Buffer di Presenza/Assenza), 2.40 (usando il metodo dei soli Buffer di presenza) e 5.24 (BASSI *et al.* 2011 *in stampa*) con il metodo di tipo Geografico.

Le medesime discrepanze, anche se più contenute, si verificano anche per l'Area B in cui la densità di coppie/100 km<sup>2</sup> varia tra 4.03 (usando il metodo dei Buffer di Presenza/Assenza), 5.18 (usando il metodo dei soli Buffer di presenza) e 4.80 con il metodo di tipo Geografico (Tab. 6).

Le densità riscontrate nelle aree in esame sono tra le più elevate d'Italia e risultano in linea con la provincia del Verbano-Cusio-Ossola che presenta una densità di 4.5 territori/100km<sup>2</sup> (BIONDA 2002).

Le alte densità derivano probabilmente da una compresenza di più fattori ambientali tra cui, in primis, l'elevata disponibilità di pareti rocciose collocate a ridosso di ampi fondovalle caratterizzati da una non eccessiva urbanizzazione e la presenza di laghi di medie dimensioni.

In particolare le estese pareti rocciose sono in grado di fornire maggiore protezione da potenziali pericoli. Le popolazioni di Gufo reale di queste aree di

studio, poiché si distribuiscono sul territorio con densità così elevate, sono da considerarsi importanti aree *source* che meritano senza dubbio una maggiore tutela proprio perché con la loro produttività possano compensare la perdita e favorire processi di colonizzazione di comprensori non occupati e di altre aree a minor densità.

Il test G (BROWN & ROTHERY 1978) ha evidenziato una distribuzione regolare e uniforme dei siti attestandosi su un valore molto alto di 0.94 per l'area valtellinese e un valore inferiore di 0.67 per l'area bresciana e bergamasca. Tale differenza può essere imputata sia al fatto che le ampiezze delle due aree di studio differiscono notevolmente (520 km<sup>2</sup> per l'area delle provincie di Bergamo e Brescia; 115 km<sup>2</sup> per l'area in provincia di Sondrio) evidenziando una maggiore diversità di distribuzione dei siti e al fatto che la Val Cavallina offre meno pareti rocciose idonee all'insediamento della specie rispetto al settore valtellinese.

### **6.3 SUCCESSO RIPRODUTTIVO E MORTALITA'**

Il successo riproduttivo ricavato dal controllo di 63 nidificazioni nelle aree A e B della presente ricerca pari al 44.4% risulta in linea con quello di MARCHESI *et al.* (2002) riportato per il Trentino (49%) e con quello di BIONDA (2002) per il Verbano Cusio Ossola in Piemonte (44%) nel periodo tra i 1997 e il 2003 dal controllo di 57 nidificazioni. Tale valore risulta però fortemente più basso rispetto a quanto registrato per la provincia di Bergamo, negli anni 1997-2001, da BASSI *et al.* (2003) che riporta valori di successo riproduttivo compresi tra il 63.6% e il 100% delle coppie presenti.

Anche il raffronto con altre situazioni europee evidenzia che il valore del successo riproduttivo e della percentuale di coppie di successo registrati nella presente ricerca risulta inferiore (ARLETTAZ 1988; HALLER 1978; MARCHESI *et al.* 1999; SASCOR *et al.* 1996), con particolare riferimento alle situazioni della Francia meridionale (Luberon) in cui le coppie studiate da PENTERIANI *et al.* (2002) mostrano un successo riproduttivo pari al 92%; in questi ecosistemi infatti, è stata dimostrata l'importanza del ruolo del coniglio selvatico nel determinare la produttività delle popolazioni di Gufo reale (PENTERIANI *et al.* 2008).

Il totale dei giovani involati per coppia controllata (0.71) e per coppia di successo (1.61) nelle due aree di studio (A e B) sono in linea con quelli riportati per alcune realtà alpine come ad esempio quello di 0.89 giovani involati per coppia controllata e di 1.81 giovani per coppia di successo registrato nella Provincia Autonoma di Trento (MARCHESI *et al.* 2002). Valori simili (0.88 J/CPT e 1.89 J/CPS) sono stati trovati anche nella provincia del Verbano Cusio Ossola da BIONDA & BRAMBILLA (2012) e nell'Engadina svizzera (0.88 J/CPT e 1.61 J/CPS) (JENNY 2011) (*cf.* Tab. 13).

L'area di studio A (Bassa Valtellina) presenta uno dei valori più bassi di successo riproduttivo a livello italiano ed europeo (27.8%). Al contrario il numero di giovani involati per coppia di successo (2.20) è collocato nella media alta tra i valori registrati in Italia e in Europa (CASANOVA & GALLI 1998; RISTIG *et al.* 1998; DALBECK & HEG 2006 e *cf.* Tab. 13). Questi risultati, che potrebbero sembrare in apparente contraddizione, possono essere spiegati dalla presenza di poche coppie riproduttive dall'elevata *fitness* individuale, presumibilmente detentori di territori a maggiore qualità, in grado di compensare con un aumento delle dimensioni medie delle covate il basso numero di coppie riprodottesesi con successo in Valtellina.

Situazioni analoghe sono state descritte per l'Italia anche da BIONDA & BRAMBILLA (2012) per la provincia del Verbano Cusio Ossola.

Nonostante l'area bresciana sia stata indagata nell'arco di una sola stagione riproduttiva, sembra delinearsi un *pattern* riproduttivo simile a quello registrato nella confinante provincia di Bergamo: la percentuale delle coppie riprodottesesi con successo è pari al 41.7% delle coppie controllate mentre il numero di giovani involati per coppie controllate e per coppie di successo è rispettivamente di 0.67 e 1.60. Tali valori sembrano in linea con quanto riscontrato in altre realtà europee (MEBS 1972; OLSSON 1979; JENNY 2011) ma si rende necessario prolungare il periodo di ricerca per acquisire serie storiche più attendibili.

Dal confronto dei parametri riproduttivi della popolazione bergamasca, studiata nei due differenti periodi (1997-2001 e 2010-2012) si è evidenziato un forte calo sia in termini di successo riproduttivo, diminuito dal 96% (BASSI 2001) al 54.5%,

sia per il numero di giovani involati su coppie controllate (da 1.40 a 0.79 giovani per coppie controllate) (Tabb. 9 e 10).

Al momento dunque non è possibile formulare alcun tipo d'ipotesi ma se tale trend dovesse essere confermato, si evidenzerebbe una forte differenza in termini di successo riproduttivo tra coppie "di elevata qualità" e coppie di qualità inferiore o scadente.

Tra le motivazioni più plausibili per motivare queste forti differenze tra coppie nell'area di studio andrebbero indagati i seguenti aspetti:

- Valutazione della qualità degli habitat di nidificazione e di caccia;
- Analisi della mortalità, suddivisa per sesso e classi d'età, per valutare se effettivamente la mortalità artificiale da cause riconducibili alla presenza di elettrodotti possa causare squilibri all'interno della popolazione tra le diverse classi di età e conseguente turnover degli adulti sostituiti da soggetti di minore esperienza;
- Competizione intraspecifica e raggiungimento della capacità portante poiché nelle aree di studio si è registrata una tra le densità più elevate a livello europeo;
- Valutazione delle capacità attrattive dell'area di indagine nei confronti di *floaters* in dispersione o di adulti e altri soggetti in migrazione verticale nel corso della stagione invernale (anche grazie a studi genetici);
- Influenza della piovosità media nel corso delle stagioni riproduttive poiché primavere particolarmente piovose possono inficiare notevolmente il successo riproduttivo poiché diminuiscono notevolmente l'efficacia della predazione (PENTERIANI 1996; BIONDA & BRAMBILLA 2012).

Pertanto si considerano cruciali, per la futura conservazione di questa preziosa popolazione alpina e prealpina di fondovalle, ulteriori ricerche per meglio inquadrare l'andamento demografico grazie al recupero di serie storiche di dati e all'analisi dei soggetti recuperati morti e feriti.

In futuro, queste ricerche andrebbero affiancate da ulteriori interventi di mitigazione sui tratti di elettrodotti non ancora mitigati in modo che si siano garantite maggiori probabilità di sopravvivenza agli adulti riproduttori e ai soggetti in dispersione e si possano effettuare interessanti confronti sulla

produttività delle coppie man mano che gli interventi di mitigazione saranno attuati.

Inoltre tale declino potrebbe dipendere sia dal progressivo consumo di territorio che determina una conseguente distruzione e/o banalizzazione delle caratteristiche naturali ed ecologiche dei principali fondovalle e aree collinari (interventi edilizi a scopo residenziale e turistico, di capannoni e aree industriali e di zone attrezzate a verde pubblico quali piste ciclabili, parchi e giardini a svantaggio delle sempre più residue fasce tampone tra cui habitat ripariali, incolti e altri habitat seminaturali) sia dal sempre più frequente abbandono delle attività agricole e di allevamento di media montagna che contribuiscono al mantenimento di aree aperte (prati, pascoli, coltivazioni estensive) particolarmente idonee per l'attività di caccia. L'avanzata del bosco nelle aree prealpine costituisce un serio problema per tutta una serie di *taxa* e, in particolar modo, per il Gufo reale che in aree aperte e a vegetazione fitta e compatta non può svolgere efficacemente il proprio ruolo di superpredatore posto ai vertici della catena alimentare come evidenziato anche da PENTERIANI *et al.* (2001) in un'area della Provenza.

L'antropizzazione crescente, l'apertura di cave di versante presso fondovalle caratterizzati dalla crescente disponibilità di prede antropofile, quali ratti, ricci e piccioni torraioli ha, da un lato, favorito l'insediamento della specie da territori altrimenti disertati o abitati a basse densità ma dall'altro espone il rapace a una vasta gamma di rischi e fattori di minaccia come dimostrato da MARCHESI *et al.* (2002).

Oltre alla sottrazione di habitat idonei alla caccia e al generalizzato degrado ambientale, un ruolo importante per la diminuzione del successo riproduttivo potrebbe derivare anche dal massiccio impiego di rodenticidi e di trattamenti antiparassitari che vengono usati nell'ambito delle coltivazioni agricole e per il mantenimento di viti e oliveti nelle aree più termofile delle aree di studio. Infine il forte calo del successo riproduttivo evidenziato in questi ultimi anni nella porzione bergamasca del Sebino e della Val Cavallina potrebbe anche dipendere dalla forte incidenza delle cause di mortalità non naturali (in primis l'elettrocuzione e l'impatto contro cavi sospesi) capaci di alterare fortemente (e in

taluni casi in maniera irreversibile) le dinamiche di una popolazione già fortemente esposta.

In almeno tre siti della porzione bergamasca, in cui non sono state più documentate nidificazioni negli ultimi 3 anni (2010-2012), sono state recuperate 6 carcasse di gufi reali (di cui 4 adulti potenziali riproduttori) folgorati nelle adiacenze delle pareti occupate. Si ritiene che nella migliore delle ipotesi, tali eventi di mortalità possano obbligatoriamente condurre le coppie a un serrato *turnover* che, inevitabilmente, riduce le possibilità di riproduzione. In assenza di specifici e urgenti interventi di mitigazione degli elettrodotti a MT, per alcuni siti potrebbero verificarsi sparizioni locali degli adulti e attrarre individui erratici di minor qualità.

### **Mortalità**

Nel ventennio in esame sul totale delle aree indagate, le principali cause di recupero sono state l'elettrocuzione (44.4%) e l'impatto con cavi quasi esclusivamente elettrici (25.4%). Pertanto i soli elettrodotti, poiché responsabili di entrambi i fenomeni, incidono fortemente sulla conservazione della specie determinando il 69.8% dei recuperi totali nelle aree A e B (Tab. 17).

I seguenti valori sono perfettamente in linea con il valore medio (pari al 55%) degli studi europei in materia (Tab. 19).

Per quanto riguarda le aree A e B, la percentuale di gufi reali feriti o morti a causa delle linee elettriche, già particolarmente elevata, potrebbe anche aumentare poiché il 17.5% dei casi di recupero è stato ascritto alla categoria delle "cause ignote" (Fig. 17).

Il periodo in cui si è verificato il maggior numero di recuperi è compreso tra luglio e settembre (fase di post involo dei giovani) e tra ottobre e marzo (parzialmente coincidente col periodo di corteggiamento dei partner) (Tab. 18).

Questi dati da una parte suggeriscono una stretta connessione con gli episodi di dispersione giovanile, che per le Alpi avviene rispettivamente tra il 13 agosto e il 20 novembre (media= 20 settembre; n = 29) (AEBISCHER *et al.* 2010).

Sull'arco alpino simili analogie sono state riscontrate anche da RUBOLINI *et al.* (2001), da MARCHESI *et al.* (2001) e da FERLONI & BASSI (2009) per l'intera provincia di Sondrio.

#### **6.4 SELEZIONE DELL'HABITAT E INFLUENZA DELL'AMBIENTE SUL SUCCESSO RIPRODUTTIVO**

L'analisi della selezione dell'habitat mostra una preferenza delle pareti rocciose più estese e meglio esposte al sole rispetto alle pareti non occupate, come riscontrato anche in diverse realtà italiane ed europee (PENTERIANI *et al.* 1999; BASSI *et al.* 2003; BALLUET & FAURE 2004; BRAMBILLA *et al.* 2010). Le pareti molto estese conferiscono una protezione da eventuali predatori terrestri, uomo incluso, e verosimilmente dispongono di un numero maggiore di siti adatti per nidificare (nicchie, anfratti e terrazzini) mentre l'esposizione favorevole offre condizioni climatiche migliori, fondamentali durante la precoce fase di cova (gennaio-marzo).

Le variabili riferite all'uso del suolo che differiscono significativamente tra pareti occupate e non occupate sono l'estensione delle colture legnose e i corpi idrici entrambe positivamente correlate ai siti di presenza; la prima variabile, almeno in parte, potrebbe essere influenzata dall'esposizione dei siti di presenza del Gufo che sono per lo più rivolti a sud, alla medesima stregua dei vigneti e degli oliveti coltivati sui versanti più termofili. Da un punto di vista trofico queste coltivazioni possono attrarre, nei mesi di maturazione dell'uva (tra luglio e ottobre) e delle olive (tra ottobre e novembre), un numero più elevato di *taxa* potenzialmente predabili dalla specie quali ratti, ricci, storni, merli e altri turdidi.

L'analisi del regime alimentare effettuata in provincia di Bergamo da BASSI (2003) ha dimostrato che la classe degli Uccelli costituisce infatti un'importante integrazione alla dieta annuale contribuendo fino al 21.4% del totale delle Classi identificate presentando un picco in inverno (febbraio), periodo in cui ghiri e ricci non sono disponibili poiché in letargo.

Anche in un'area della Provincia Autonoma di Trento, i vigneti sono risultati presenti in maniera significativamente maggiore nei siti occupati rispetto a quelli non occupati (MARCHESI *et al.* 1997).

La maggior presenza dei corpi idrici nei territori di Gufo reale rispetto ai siti di assenza, già evidenziata da diverse ricerche (COCHET 1991; PEDRINI 1997; BALLUET & FAURE 2004; ORTEGO 2007), può essere giustificata dalla maggiore complessità ambientale che si traduce in una più diversificata e consistente disponibilità di prede nei pressi di laghi e fiumi.

In particolar modo presso i laghi e lungo le anse dei fiumi Adda e Oglio, stazionano nel corso di tutto l'anno contingenti di uccelli acquatici particolarmente abbondanti quali gabbiani comuni, svassi maggiori, folaghe e germani reali che frequentano i porticcioli e le anse più riparate alla base delle pareti di nidificazione. Infine le sponde associate ai corpi idrici di maggiori dimensioni (Lago d'Iseo) sono caratterizzate da estese e complesse pareti rocciose ancor più riparate, spesso a strapiombo sul lago, che conferiscono una garanzia quasi assoluta dal disturbo antropico.

Nei settori indagati, inoltre, le aree occupate dallo strigide mostrano un'estensione minore della variabile bosco rispetto alle aree di assenza. Questo risultato, confermato anche da diverse indagini europee e italiane (FREY 1973, DONAZAR 1988; COCHET 1991; LEDITZNIG 1996; MARCHESI *et al.* 1997; PENTERIANI *et al.* 2001), rafforza l'ipotesi che i boschi sembrano limitare la densità del Gufo reale probabilmente a causa della sua principale tecnica di caccia denominata "*sit and wait*", che consiste in lunghe attese da posatoi dominanti che offrono una buona visibilità su ambienti aperti in cui la specie, data la sua notevole apertura alare, possa muoversi più agevolmente.

Infatti anche l'estensione delle aree aperte (prati, pascoli, praterie naturali, vegetazione rada e seminativi) mostra una differenza significativa tra le pareti occupate e non occupate come riportato da diversi autori (BLONDEL & BADAN 1974; DONAZAR 1988; MARTINEZ *et al.* 1992; PENTERIANI 199, 2001).

Il presente risultato sottolinea le forti criticità che scaturiscono dal progressivo rimboschimento, in atto su Alpi e Prealpi, a seguito dell'abbandono delle tradizionali attività umane (sfalcio, allevamento, disboscamenti) nelle aree rurali.

Il successo riproduttivo dei 31 territori di Gufo reale indagati nel periodo 2010-2012 risulta influenzato positivamente dall'estensione di cave di versante e dei corpi idrici.

Sebbene il Gufo reale sfrutti un'ampia varietà di habitat di nidificazione, la presenza di cave nei fondovalle ricchi di prede, ha probabilmente aumentato le possibilità di insediamento in aree altrimenti disertate (BASSI 2003). Anche nella porzione bresciana, nel 2012, è stato scoperto il territorio di una coppia all'interno di un'ampia cava di versante in attività.

In certi casi le cave sono occupate con percentuali superiori alle falesie naturali (BERGERHAUSEN *et al.* 1989) mentre KUNSTMULER (1996) mette in luce una netta preferenza per la cava in uso (81%) rispetto a quella inattiva (19%).

Nel bergamasco, all'interno di una stessa cava, sono stati riconfermati a distanza di 10 anni dalla loro scoperta (BASSI 2001) i 2 nidi distanti tra loro meno di 900 metri, distanza minima segnalata in Italia (MARCHESI *et al.* 1999).

I rapaci in cava tollerano la presenza umana, il traffico veicolare e gli spari delle mine. Pertanto si ritiene che, in contesti ambientali poveri di pareti naturali, la cava di versante favorisca l'insediamento della specie.

Tra i possibili vantaggi: aumentata disponibilità di pareti nei pressi di fondovalle ricchi di specie antropofile (*Rattus norvegicus*, *Erinaceus europaeus*, *Columba livia*), maggiore biodiversità dell'area circostante (stagni di cava) che richiama diverse specie di vertebrati (anche anfobie che rientrano nelle specie predate), divieto d'accesso (caccia e arrampicata sportiva), predazione favorita dalla superficie priva di vegetazione e dalla disponibilità di posatoi in posizione dominante.

Tra i possibili svantaggi: aumento dei rischi nella dispersione giovanile per la vicinanza di ambienti fortemente antropizzati, maggiori possibilità di intossicazione (ingestione prede avvelenate, assimilazione di metalli pesanti), aumento del rischio di frane per l'esplosione di mine, aumento delle predazioni di *Vulpes vulpes* e *Meles meles* nei confronti dei giovani essendo più frequente la nidificazione a terra, cessazione dei vantaggi indicati a seguito del cambio di destinazione d'uso (BASSI 2003).

L'importanza delle cave di versante per l'insediamento della specie influenza positivamente il successo riproduttivo non solo delle 4 coppie che nidificano al loro interno ma anche di quelle coppie il cui territorio include cave attive e inattive nell'arco di 1 km dal loro nido anche se collocato su pareti rocciose naturali.

Dallo studio di MARCHESI *et al.* (2002) si osserva che su 17 popolazioni europee di Gufo reale, quelle che mostrano densità maggiori sono in ambienti posti a altitudini inferiori e alterati dall'uomo; questo però espone a maggiori rischi di mortalità per elettrocuzione e collisione.

Infine, nella presente indagine, anche l'estensione dei corpi idrici svolge un ruolo significativo influenzando positivamente il successo riproduttivo delle coppie di Gufo reale in analogia con quanto riportato da SERGIO *et al.* (2004) e da BIONDA & BRAMBILLA (2012) in cui è stata considerata come variabile un indice di dispersione del reticolo idrico superficiale.

Tale variabile è probabilmente una stima indiretta della densità della specie preda preferita (*Rattus norvegicus*) per il nord Italia che risulta particolarmente consistente nelle aree ricche di corpi idrici (HAUSSER 1995; SERGIO *et al.* 2004).

## **6.5 INTERVENTI DI MITIGAZIONE: IL CASO DELLA VALTELLINA**

Il fondovalle valtellinese è caratterizzato da una fitta rete di linee elettriche che determina ogni anno numerosi casi di mortalità nell'avifauna (FERLONI & BASSI 2009). L'analisi di 98 gufi reali rinvenuti morti in provincia di Sondrio nel trentennio 1977-2006, ha evidenziato come, per il 66% di questi, la causa di morte fosse direttamente collegata alla presenza di linee elettriche (BASSI & FERLONI 2007). Circa il 70% dei recuperi è avvenuto tra settembre e marzo, con massimi da novembre a gennaio (BASSI & FERLONI 2007); inoltre, oltre il 50% dei casi ha riguardato soggetti di età pari o superiore al secondo inverno, e quindi potenziali riproduttori (FERLONI & BASSI 2009; *ined*). Risulta pertanto evidente come questa causa di mortalità costituisca un importante fattore limitante per la distribuzione e il successo riproduttivo della specie, che proprio nei mesi invernali e primaverili svolge tutte le principali attività legate alla riproduzione (SERGIO *et al.* 2004). L'analisi spaziale dei casi di mortalità legati alla presenza di elettrodotti, ha evidenziato una concentrazione in 10 dei 78 comuni della provincia di Sondrio, quasi tutti disposti lungo l'asse vallivo della medio-bassa Valtellina e sui versanti sotto i 1500 m di quota (FERLONI *ined*).

Per porre rimedio a questa grave situazione, nell'ambito degli interventi per il potenziamento della Rete Ecologica Regionale, la Provincia di Sondrio ha stipulato un protocollo di intesa per la messa in sicurezza delle linee elettriche a favore dell'avifauna con ENEL Distribuzione SpA, Ente proprietario di 86.5 km di elettrodotti a Media Tensione in bassa Valtellina (BASSI *et al.* 2011).

Gli interventi hanno riguardato l'area di fondovalle e di medio versante compresa tra i Comuni di Piantedo-Nuova Olonio (a ovest) e Forcola-Ardenno (a est) fino a 1200 m di quota.

Al fine di individuare i tratti di linee elettriche da sottoporre a interventi di mitigazione, i dati relativi al recupero di esemplari di Gufo reale, alla localizzazione delle pareti idonee alla specie e alla presenza delle coppie territoriali, sono stati incrociati con le tipologie di uso del suolo dell'area di studio (definite in base alla Carta DUSAF) e con le linee elettriche esistenti, per individuare le zone a maggiore criticità. Le potenziali aree di caccia sono state individuate tramite estrapolazione dal DUSAF delle tipologie ambientali notoriamente utilizzate dalla specie (PENTERIANI 1996).

Al fine di definire la reale distribuzione dei territori è stato realizzato un censimento utilizzando la combinazione di più metodiche.

I tratti di linee elettriche sono quindi stati classificati in 4 livelli di priorità di intervento, definiti come segue:

- 1) priorità elevatissima: aree potenzialmente idonee ricadenti entro 2 km da una parete in cui è stata accertata la presenza della specie e aree potenzialmente idonee ove si siano già verificati casi di mortalità dovuti a elettrocuzione/collisione. Lunghezza totale: 30.9 km.
- 2) priorità elevata: aree potenzialmente idonee entro 3 km da una parete potenzialmente idonea quale sito riproduttivo e aree potenzialmente idonee poste lungo il fondovalle. Lunghezza totale: 30.6 km.
- 3) priorità media: aree boscate ricadenti entro 3 km da una parete potenzialmente idonea quale sito riproduttivo. Lunghezza totale: 22.5 km.
- 4) priorità bassa: aree densamente urbanizzate poste entro 3 km da una parete in cui è stata accertata la presenza del Gufo reale e aree boscate poste oltre 3 km da una parete in cui è stata accertata la presenza della specie. Lunghezza totale: 2.6 km.

I fondi disponibili hanno consentito la messa in sicurezza di 210 tralicci (pari a 21 km di linee) ricadenti nelle linee classificate a priorità elevatissima.

I conduttori in tensione sono stati isolati tramite l'applicazione di profili in gomma EPDM (Fig. 13), con rigidità dielettrica superiore ad almeno 10 Kv per mm di spessore, e nastri autoagglomeranti sui conduttori e sulle morsettature in tensione nell'arco di 1 m da ciascun supporto del traliccio-pilone (Fig. 14). Queste soluzioni, omologate da ENEL, hanno il vantaggio di essere di facile installazione e sono applicabili sui colli morti e vivi, sui cavallotti nei pali di derivazione e sui conduttori in corrispondenza degli isolatori rigidi. Soluzioni alternative, quali la sostituzione dei conduttori con cavo "Elicord", la messa in posa di segnalatori visivi anti collisione e l'interramento della linea sono state preventivamente scartate sulla base dei costi troppo elevati che avrebbero permesso di mitigare solo pochi km di linea (< 10 km).



**Figura 13** - Profilo in gomma EPDM da applicare sui conduttori in tensione omologato da ENEL (Foto: E. Bassi).



**Figura 14** - Esempi di applicazione dei profili in gomma sui conduttori e isolatori in tensione (Foto: ENEL).

Come discusso nel paragrafo 6.3, nell'Area A il numero di giovani involati sul numero di coppie di successo risulta molto elevato, collocandosi al di sopra della media europea di 1.7 (*cf.* PENTERIANI 1996), la percentuale di coppie riprodotte con successo si è assestata su valori decisamente contenuti (27.8%) se confrontata con altri studi effettuati sulle Alpi e in Centro Europa (*cf.* JENNY 2011). Questi dati, pur riguardando un arco temporale limitato, suggeriscono un'elevata eterogeneità spaziale nel successo riproduttivo di questa popolazione. Si considerano pertanto cruciali per la futura conservazione di questa popolazione alpina, ulteriori ricerche sul *trend* demografico affiancate da ulteriori interventi di mitigazione sui tratti di elettrodotto non ancora messi in sicurezza (BASSI *et al.* in stampa).

## RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare sentitamente il mio correlatore, Dott. Enrico Bassi, per avermi permesso di svolgere questa tesi mettendo a disposizione i suoi dati pregressi, per avermi insegnato il lavoro di campo, per la rilettura critica della tesi e per avermi fatto capire, attraverso la passione per il proprio lavoro, quanto sia gratificante lavorare per la salvaguardia della fauna; il mio relatore, Dott. Diego Rubolini per l'impostazione dei database, per le elaborazioni statistiche, gli spunti e le correzioni del testo.

Ringrazio Radames Bionda per i consigli, il grande aiuto durante le uscite notturne e per l'immensa passione trasmessami grazie alla sua esperienza sulla specie indagata.

Ringrazio Rocco Leo e Roberto Bertoli per la fiducia datami riguardo all'indicazione della localizzazione di alcuni siti di Gufo reale e per avermi messo a disposizione i dati di mortalità in provincia di Brescia. Grazie al tecnico faunistico della Provincia di Sondrio, Dott.ssa Maria Ferloni, sia per aver seguito con attenzione tutte le fasi della ricerca in Valtellina sia per avermi trasmesso i dati del database faunistico provinciale. Grazie anche al Servizio Caccia e Pesca della Provincia di Sondrio per l'uso della foresteria del Centro di Recupero della Fauna Selvatica di Ponte in Valtellina.

Ringrazio tutti coloro che hanno contribuito alla realizzazione di questa ricerca aiutandomi, in svariati modi, nella raccolta di dati: Bassi E., Bionda R., Leo R., Bertoli R., Ferloni M., gli agenti della Polizia Provinciale di Sondrio (Mozzetti E., Bernardara E., Ronconi A., Luciani F. e Pasini M.) e Guerrini M.

Ringrazio inoltre Mario Pierik e Donatella Bettini per i fondamentali consigli e aiuti riguardo ai software GIS. Un ringraziamento particolare va a chi ha reso possibile tutto questo, la mia famiglia, che nonostante le preoccupazioni per ogni uscita notturna, ha sempre creduto in me. Infine ringrazio il mio migliore amico Antonio, che davanti a diversi caffè bollenti al ritorno dalle fredde uscite invernali, era l'unico che sapeva ascoltare e apprezzare veramente l'importanza della presente ricerca.

*Grazie al Gufo reale, vero protagonista di questo studio, per ogni volta che, nel buio, la sua voce risuonava, facendomi stare meglio...*

## BIBLIOGRAFIA

AEBISCHER A., NYFFELER P., KOCH S., ARLETTAZ R., 2005 - Jugenddispersion und Mortalität Schweizer Uhus *Bubo bubo* – Ein aktueller Zwischenbericht. *Ornithol. Anz.*, 44:197–200.

AEBISCHER A., NYFFELER P., KOCH S., ARLETTAZ R., 2010 - Wide-range dispersal in juvenile Eagle Owls (*Bubo bubo*) across the European Alps calls for transnational conservation programmes. *Journal of Ornithology*, 151:1-9.

ARLETTAZ R., 1988 - Status de Hibou gran-duc, *Bubo bubo*, en Valais central. *Bull Murithienne* 106: 3-23.

BALLUET P. & FAURE R., 2004 - Typologie des sites occupés par le Grand-duc d'Europe *Bubo bubo* dans le nord-est du Massif Central (département de la Loire). *Nos Oiseaux* 51: 211-226.

BASSI E., 2001 - Scelta del sito di nidificazione del Gufo reale (*Bubo bubo*, Strigiformes, Aves) nel Settore Orientale delle Prealpi Bergamasche. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Pavia.

BASSI E., 2003 - Importanza degli ambienti di cava per l'insediamento del gufo reale *Bubo bubo*. *Avocetta* 27: 127.

BASSI E., BONVICINI P. & GALEOTTI P. 2003 - Successo riproduttivo e selezione del territorio di nidificazione del Gufo reale *Bubo bubo* nelle Prealpi bergamasche. *Avocetta* 27: 97.

BASSI E., BONVICINI P. & GALEOTTI P. 2003 - Analisi e andamento stagionale della dieta di Gufo reale *Bubo bubo* in provincia di Bergamo. *Avocetta* 27: 141.

BASSI E., FACOETTI R., VIGANO` E. & GALEOTTI P. 2005 - Efficacia delle segnalazioni indirette per la localizzazione dei territori di gufo reale *Bubo bubo*. *Avocetta* 29: 137.

BASSI E., 2005 - Andamento stagionale della mortalità di gufo reale *Bubo bubo* in provincia di Bergamo. *Avocetta* 29: 101.

BASSI E., BIONDA R., TROTTI P., FOLATTI M.G. & FERLONI M., 2011 - Mitigazione dell'impatto delle linee elettriche per la conservazione del gufo reale *Bubo bubo* in provincia di Sondrio. In stampa. Atti XV Convegno Nazionale di Ornitologia, Cervia (RA), 22-25 settembre 2011.

BAYLE P. & SCHAULS R., 2011 - Biologie de quatre couples de grand-duc d'Europe *Bubo bubo* au Luxembourg. *Bulletin de la Société des naturalistes luxembourgeois* 112: 51-58.

BENEYTO A. & BORAU J.A., 1996 - El Buho real (*Bubo bubo*) en Cataluña (NE de España). In Muntaner, J. & Mayol, J. (eds) *Biología y Conservación de las Rapaces Mediterráneas, 1994*: 477–483. Madrid: SEO.

BERGERHAUSEN W. & WILLEMS H., 1988 - Methodik und Effizienz der Bestandkontroll einer Population des Uhus (*Bubo bubo*). *Charadrius*, 24: 171-187.

BERGERHAUSEN W., RADLER K. & WILLEMS H., 1989 - Reproduktion des Uhus (*Bubo bubo*) in verschiedenen europäischen Teilpopulationen sowie einer "Population" in Gehegen. *Charadrius*, 25,2: 85-93.

BERGIER P. & BADAN O., 1979 - Complements sur la reproduction du Grand-duc, *Bubo bubo*, en Provence. *Alauda*, 47 (4): 271-275.

BERGIER P. & BADAN O., 1991 - Evaluation of some breeding parameters in a population of Eagle Owls, *Bubo bubo*, in Provence (South Eastern France). *Birds of Prey Bulletin*, 4: 57-61.

BERTOLI R. & LEO R., 1992 - Abstract. I<sup>a</sup> Giornata sui rapaci. Indagine sulla distribuzione del Gufo reale in un ambiente prealpino lombardo. Zerbolò (Pavia).

BETTEGA C., DELGADO M., CAMPIONI L., PEDRINI P. & PENTERIANI V., 2011 - The quality of chicks and breeding output do not differ between first and replacement clutches in the Eagle Owl *Bubo bubo*. *Ornis Fennica*, 88: 00-00.

BINI A., CORBARI D., FALLETTI P., FASSINA M., PEROTTI C.R. & PICCIN A., 2007 - Morphology and geological setting of Iseo lake (Lombardy) through multibeam bathymetry and high-resolution seismic profiles. *Swiss j. geosci.* 100 (2007) 23-40 (pdf dalla rete).

BIONDA R., 2002 - Censimento di Gufo reale *Bubo bubo* nella provincia del Verbano Cusio Ossola. I Convegno Italiano Rapaci diurni e notturni. Preganziol (TV) 9-10 marzo.

BIONDA R., 2007 - Dieta del gufo reale *Bubo bubo* nella provincia del Verbano Cusio Ossola, Alpi centro-occidentali italiane: confronto tra diverse tipologie ambientali. Parco Naturale Alpe Veglia e Devero.

BIONDA R., 2007 - Variabilità annuale del successo riproduttivo nella popolazione di gufo reale *Bubo bubo* della provincia del Verbano Cusio Ossola, Alpi centro-occidentali italiane. Atti del XIV Convegno Italiano di Ornitologia, Trieste.

BIONDA R., BRAMBILLA M., 2012 - Rainfall and landscape features affect productivity in an alpine population of Eagle Owl *Bubo bubo*. *Journal of Ornithology*, 153: 167-171.

BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2004 - Birds in the European Union: a status assessment. Birdlife International, Wageningen.

BLONDEL J., BADAN O., 1976 - La biologie du Hibou grand-duc en Provence. *Nois Oiseaux*, 33: 189-219.

BOGLIANI G., BERGERO V., BRAMBILLA M., CASALE F., CROVETTO G.M., FALCO R., SICCARDI P., 2009 - Rete Ecologica Regionale. Fondazione Lombardia per l'Ambiente e Regione Lombardia, Milano.

BRAMBILLA M., BASSI E., BERGERO V., BOGLIANI G., CASALE F., CHEMOLLO M., FALCO R., LONGONI V., NEGRI I., REGINATO F. & VITULANO S., 2012 - Piano di monitoraggio dei Vertebrati terrestri di interesse comunitario (Direttive 79/409/CEE e 92/43/CEE) in Lombardia Monitoraggio degli Uccelli. Fondazione Lombardia per l'Ambiente.

BRAMBILLA M., BASSI E., CECI C., RUBOLINI D., 2010 - Environmental factors affecting patterns of distribution and co-occurrence of two competing raptor species. *Ibis*, 152(2): 310-322.

BRAMBILLA M., RUBOLINI D., GUIDALI F., 2006 - Eagle Owl *Bubo bubo* proximity can lower productivity of cliff-nesting peregrines *Falco peregrinus*. *Ornis Fennica* 83 (1), 20.

BRICHETTI P. & FRACASSO G., 2006 - Ornitologia italiana. Vol 3: Stercorariidae-Caprimulgidae. *Alberto Perdisa Editore*, Bologna.

BROWN L.H., 1974 - Data required for effective study of raptors population. Pp. 9-20, in: F.N. Hamerstrom, Jr., B.E. Harrell, and R.R. Olendorff, eds. *Management of raptors*. Raptor Res. Found., Vermillion, S.D.

BROWN D. & ROTHERY P., 1978 - Randomness and local regularity of points in a plane. *Biometrika* 65: 115±122.

CAFFI E., 1913 - Gli Uccelli del Bergamasco. Off. Arti Graf. Conti. Bergamo.

CAMPIONI L., DELGADO M.M. & PENTERIANI V., 2010 - Social status influences microhabitat selection: breeder and floater Eagle Owls *Bubo bubo* use different post sites. *Ibis*, 152: 569-579.

CASANOVA M. & GALLI L., 1998 - Primi dati sulla biologia del Gufo reale, *Bubo bubo*, nel Finalese (Liguria occidentale). *Riv. ital. Orn.* 68 (2): 167-174.

CHOUSSY D., 1971 - Etude d'une population de Grand-Ducs, *Bubo bubo*, dans les Massif Central. *Nos Oiseaux*, 31: 37-56.

CITA M., GELATI R., GREGNANIN A., 1991 - Guide geologiche regionali-Itinerari Alpi e Prealpi lombarde a cura della Società Geologica Italiana. *Be-Ma editrice*.

COCHET G., 1985 - Données préliminaires sur le Hibou grand-duc (*Bubo bubo*) dans les Causses et les Cévennes. *Bièvre*, 7: 93-100.

COCHET G., 1991 - Les sites à Hibou grand-duc, *Bubo bubo*, et la géomorphologie. In: JUIILLARD, M. *Rapaces nocturnes*. Actes du 30e Colloque Interrégional d'Ornithologie Porrentruy (Suisse). *Nos Oiseaux*.

COCHET G., 2006 - Le grand-duc d'Europe. *Delachaux et Niestlé*, Paris.

CRAMP S., 1985 - Handbooks of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. Vol. 4, Oxford Univ. Press, Oxford.

CREDARO V. & PIROLA A., 1975 - La vegetazione della Provincia di Sondrio. Edizione Piccolo Credito Valtellinese.

DALBECK L., HEG D., 2006 - Reproductive success of a reintroduced population of Eagle owl *Bubo bubo* in relation to habitat characteristics in the Eifel, Germany. *Ardea* 94(1): 3-21.

DE FRANCESCHI P., 1991 - Gufo reale. In: Atlante degli uccelli nidificanti in Provincia di Verona (Veneto) 1983-1987. *Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona (II°serie)*. N.9, Verona.

DELGADO M.M., PENTERIANI V., NAMS V.O., CAMPIONI L., 2009 - Changes of movement patterns from early dispersal to settlement. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 64: 35-43.

DELGADO M.M., PENTERIANI V., 2007 - Vocal behaviour and neighbour spatial arrangement during vocal displays in eagle owls. *J. Zool.* 271: 3-10.

DONAZAR J.A., 1988 - Selección del lugar de nidificación por el Buho real (*Bubo bubo*) en Navarra. *Ardeola*, 36 (1): 25-39.

FASCE P., 1993 - Gufo reale. In: Meschini E. & Frugis S. Atlante degli Uccelli nidificanti in Italia. *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina*, XX: 1-344.

FAURE R., 1977 - Le Grand-Duc dans le nord-est du Massif Central – Méthode de recherche et de recensement. *Nos Oiseaux*, 34: 325-326.

FERLONI M. & BASSI E., 2008 - Il recupero di rapaci diurni e notturni in provincia di Sondrio: uno strumento per l'analisi di distribuzione e la raccolta di dati biometrici. Estratto dal Workshop: Ricerche naturalistiche in provincia di Sondrio *Il Naturalista Valtellinese*, (19): 144-145.

FREY H., 1973 - Zur Ökologie niederösterreichischer Uhupopulationen. *Egretta*, 16: 1-68.

GIGLIOLI E.H., 1886 - Avifauna italica. *Le Monnier*, Firenze.

GUISAN A. & ZIMMERMANN N.E., 2000 - Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135: 147-186.

GÜNTER VON LOSSOW, 2010 - Der Uhu *Bubo bubo* am Mittleren Lech 2003 bis 2009. Entdeckung der erfolgreichsten bayerischen Uhu-Population. *Ornithol. Anz.*, 49:1-24.

HALLER H., 1978 - Zur populationsökologie des Uhus *Bubo bubo* im Hochgebirge: Bestand, bestandsentwicklung und Lebensraum in den Rätischen Alpen. *Ornithol. Beob.* 75: 237–265.

HAUSSER J., 1995 - Mammifères de la Suisse: repartition, biologie, ecologie. Birkhäuser, Berlin.

HOFFMANN J. & GREEF J.M., 2003 - Mosaic indicators-theoretical approach for the development of indicators for species diversity in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98: 387-394.

JENNY D., 2011 - Bestandsentwicklung und Bruterfolg des Uhus *Bubo bubo* im Engadin. *Der Ornithologische Beobachter*, Band 108, Heft 3: 223-250.

KUNSTMULLER I., 1996 - Pocetnost a hnidni biologie vyra velkého (*Bubo bubo*) na Ceskomoravské vysocine v letech 1989-1995. *Buteo* 8: 81-102.

LEDITZNIG C., 1996 - Habitatwahl des Uhus (*Bubo bubo*) im Südwesten Niederösterreichs und in den donaanahen Gebieten des Mühlviertels auf Basis radiotelemetrischer Untersuchungen. *Abh. Zool.-Bot. Ges. Österreich*, 29: 47-68.

LEDITZNIG C., 1992 - Telemetric study on the Eagle Owl (*Bubo bubo*) in the foreland of the Alps in Lower Austria - methods and first results. *Egretta*, 35: 69-72.

LEO R. & BERTOLI R., 2005 - Il Gufo reale (*Bubo bubo*) in un'area delle prealpi bresciane (Lombardia, nord Italia). *Natura Bresciana* 34: 147-150.

LIPU & BIRDLIFE ITALIA, 2009 - Valutazione dello stato di conservazione dell'avifauna italiana (a cura di Gustin M., Brambilla M., Celada C). Rapporto tecnico finale.

LIPU & WWF (a cura di) CALVARIO E., GUSTIN M., SARROCCO S., GALLO-ORSI U., BULGARINI F. & FRATICELLI F., 1999 - Nuova Lista Rossa degli uccelli nidificanti in Italia. *Riv. Ital. Orn.*, 69: 3-44.

LOURENÇO R., SANTOS S., RABAÇA J.E. & PENTERIANI V., 2011 - Superpredation patterns in by four large raptors in Europe. *Population Ecology* 53: 175-185.

MARCHESI L., PEDRINI P. & GALEOTTI P., 1997 - Selezione del territorio di nidificazione del Gufo reale *Bubo bubo* in provincia di Trento (Alpi centro-orientali). *Avocetta* 21: 90.

MARCHESI L., PEDRINI P. & GALEOTTI P., 1999 - Densità e dispersione territoriale del Gufo reale *Bubo bubo* in provincia di Trento (Alpi centro-orientali). *Avocetta*, 23: 19-23.

MARCHESI L. PEDRINI P. SERGIO F. & GARAVAGLIA R., 2001 - Impatto delle linee elettriche sulla produttività di una popolazione di Gufo reale (*Bubo bubo*). *Avocetta* 25: 130.

MARCHESI L., SERGIO F. & PEDRINI P., 2002 - Costs and benefits of breeding in human-altered landscapes for the eagle owl *Bubo bubo*. *Ibis*, 144, E164–E177.

MARTÍNEZ J.A., MARTÍNEZ J.E., MAÑOSA S., ZUBEROGOITIA I. & CALVO J.F., 2006 - How to manage human-induced mortality in the Eagle Owl *Bubo bubo*. *Bird Conservation International* 16: 265-278.

MARTÍNEZ J.A., ZUBEROGOITIA Í., ALONSO R., 2002 - Rapaces Nocturnas. Guía para la determinación de la edad y el sexo en las Estrigiformes ibéricas. *Monticola Ed.* Madrid.

MARTÍNEZ J.E. & CALVO J.F., 2000 - Selección de hábitat de nidificación por el Búho real *Bubo bubo* en ambientes mediterráneos semiáridos. *Ardeola* 47(2): 215-220.

MARTINI F., BONA E., FEDERICI G., FENAROLI F., PERCO G., 2012 - Flora vascolare della Lombardia Centro-Orientale. LINT Editoriale.

MEBS T., 1972 - Zur biologie des Uhus (*Bubo bubo*) in Nordlichen Frankenjura. *Anz. Orn. Ges. Bayern*. 11: 7–25.

MIKKOLA H., 1970 - Lapinpollon, viirupollon ja huuhkajan kesaaikaisesta ravinnosta (On the food of the great grey owl, *Strix nebulosa*, the ural owl, *Strix uralensis*, and the real owl, *Bubo bubo*, in Finland during summer). *Suomen Riista*, 22: 97-104.

MIKKOLA H., 1983 - Owls of Europe. T & AD Poyser Ltd, Calton.

NEWTON I., MARQUISS, M., WEIR, D. N. & MOSS, D., 1977 - Spacing of sparrowhawk nesting territories. *J. Anim. Ecol.* 46: 425±441.

NIGRELLI G., 2008 - Inquadramento climatico della Valtellina e della Valle Camonica. <http://www.naturaweb.net/pdf/climavv.pdf>.

OBUCH J. & BENDA P., 1996 - Contribution to feeding ecology of *Strix aluco* and *Bubo bubo* (Aves: Strigiformes) in southwestern Bulgaria. *Acta Soc. Zool. Bohem* 60: 43-49.

OBUCH J. & KARASKA D., 2010 - The Eurasian eagle-owl (*Bubo bubo*) diet in the Orava Region (N Slovakia). *Slovak Raptor Journal*, Vol. 4: 83-98.

OLSSON V., 1979 - Studies on a population of eagle owls, *Bubo bubo*, in southeast Sweden. *Viltrevy, Swedish Wildlife Resarch*, 11: 1-99.

OLSSON V., 1997 - Breeding success, dispersal and long term changes in a population of Eagle Owl *Bubo bubo* in southeastern Sweden 1952–1996. *Ornis Svecica* 7: 49–60.

OROMBELLI G., Laghi prealpini, da [www.igmi.org](http://www.igmi.org).

ORTEGO J., 2007 - Consequences of Eagle Owl nest-site habitat preference for breeding performance and territory stability. *Ornis Fennica*, 84: 78-90.

PAPAGEORGIU N.K., VLACHOS C.G. BAKALLOUDIS D.E., 1993 - Diet and nest site characteristics of Eagle Owl (*Bubo bubo*) breeding in two different habitats in north-eastern Greece. *Avocetta* 17:49-54.

PEDRINI P., 1989 - Indicazione per la localizzazione al canto di territori di Gufo reale. Atti II Seminario italiano Censimenti Faunistici dei Vertebrati. *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina*, 16: 379-384.

PENTERIANI V. & PINCHERA F., 1989 - Il metodo del playback e dell'ascolto sistematico nel censimento di una popolazione di Gufo reale, *Bubo bubo*. Atti 2° Seminario italiano Censimenti faunistici dei Vertebrati. *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina*, 16: 385-388.

PENTERIANI V. & PINCHERA F., 1990 - Declino del Gufo reale, *Bubo bubo*, in tre aree montane dell'Appennino abruzzese dal 1960 al 1989. Atti V Convegno italiano d'Ornitologia. *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina*, XVII: 351-356.

PENTERIANI V., PINCHERA F., 1991 - Censimento del Gufo reale *Bubo bubo* in un'area dell'Appennino abruzzese. *Riv. Ital. Orn.*, 60: 119-128.

PENTERIANI V., 1996 - Il Gufo reale. *Calderini Edagricole*, Bologna.

PENTERIANI V., GALLARDO M., ROCHE P., CAZASSUS H., 2001 - Effects of landscape spatial structure and composition on the settlement of the eagle owl *Bubo bubo* in a mediterranean habitat. *Ardea*, 89(2): 331-340.

PENTERIANI V., 2002 - Variation in the function of Eagle Owl vocal behaviour: territorial defence and intra-pair communication? *Ethology Ecology & Evolution* 14: 275-281.

PENTERIANI V., GALLARDO M., ROCHE P., 2002 - Landscape structure and food supply affect eagle owl (*Bubo bubo*) density and breeding performance: a case of intra-population heterogeneity. *Journal of Zoology*, 257: 365–372.

PENTERIANI V., 2003 - Breeding density affects the honesty of bird vocal displays as possible indicators of male/territory quality. *Ibis* 145: E127–E135.

PENTERIANI V., OTALORA F. & FERRER M., 2005 - Floater survival in settlement areas affects population dynamics. *Oikos* 108: 523–534.

PENTERIANI V., DELGADO M.M., ALONSO-ALVAREZ C., SERGIO F., 2007 - The importance of visual cues for nocturnal species: eagle owls signal by badge brightness. *Behav. Ecol.* 18: 143-147.

PENTERIANI V., DELGADO M.M., BARTOLOMMEI P., MAGGIO C., ALONSO-ALVAREZ C., HOLLOWAY J.G., 2008 - Owls and rabbits: predation against substandard individuals of an easy prey. *J Avian Biol* 39: 215–221.

PENTERIANI V. & DELGADO M.M., 2012 - There is a limbo under the moon: what social interactions tell us about the floaters' underworld. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 66: 317-327.

PICCIN A., VON GRAFENSTEIN U., e i partecipanti al Progetto DECLAKES, 2010 - Un tuffo nel Sebino: lo stato della conoscenza geologica del Lago d'Iseo. Atti 14a Conferenza Nazionale ASITA, Brescia 9-12 novembre 2010.

POSTUPALSKY S., 1974 - Raptor reproductive success: some problems with methods, criteria, and terminology. Pp. 21-31, in: F.N. Hamerstrom, Jr., B.E. Harrell, and R.R. Olendorff (eds.), *Management of raptors*. Raptor Res. Found., Vermillion, S.D.

RADLER K. & BERGERHAUSEN W., 1988 - On the life history of a reintroduced population of Eagle Owls (*Bubo bubo*). In Garcelon, D.K. & Roemer, G.W. (eds) *Proceedings of the International Symposium on Raptor Reintroductions*: 83 –94. Arcat: Institute of Wildlife Studies.

RAVASINI M., 1996 - L'Avifauna nidificante nella provincia di Parma: 1980-1995. Editoria Tipolitotecnica.

RISTIG U., MANNES H. & ZANG H., 1998 - Vom Uhu *Bubo bubo* in SE-Niedersachsen – Erfahrungen in einer durch Freilasungen entstandenen population. *Vogelkdl. Ber. Niedersachs.* 30: 91–101.

RIVAS-MARTINEZ S., 2008 - Global bioclimatics (Clasificación Bioclimatica de la Terra).

ROCHÉ J.C. & CHEVEREAU J., 2001 - Oiseaux d'Europe et du Maghreb. Centre Bioacoustique Alpin.

RUBOLINI D., BASSI E., BOGLIANI G., GALEOTTI P. & GARAVAGLIA R., 2001 - Eagle owl *Bubo bubo* and power line interactions in the Alps. *Bird Conservation International* 11: 319-324.

SANDOR A.D. & IONESCU D.T., 2009 - Diet of the eagle owl (*Bubo bubo*) in Braşov, Romania. *North-Western Journal of Zoology* Vol. 5, N. 1:170-178.

SARÀ M., SIRACUSA M., CIACCIO A., 1987 - Estinzione del Gufo reale *Bubo bubo* in Sicilia. *Riv. Ital. Orn.* 57: 50-56.

SASCOR R. & MAISTRI R., 1997 - Il Gufo reale *Bubo bubo* in Alto Adige. *Avocetta* 21: 91.

SCHAUB M., AEBISCHER A., GIMENEZ O., BERGER S. & ARLETTAZ R., 2010 - Massive immigration balances high anthropogenic mortality in a stable eagle owl population: Lessons for conservation. *Biol. Conserv.* 143: 1911-1918.

SERGIO F., MARCHESI L., PEDRINI P., FERRER M., PENTERIANI V., 2004 - Electrocutation alters the distribution and density of a top predator, the eagle owl *Bubo bubo*. *J. Appl. Ecol.*, 41: 836–845.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA, 1996 - Note illustrative e Foglio illustrativo, Foglio 078, Breno (pdf dalla rete).

SERVIZIO TERRITORIO DELLA PROVINCIA DI BERGAMO, Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Milano, Centro Studi per la Geodinamica Alpina e Quaternaria del CNR (a cura di), 2000 – Carta Geologica della Provincia di Bergamo, Note illustrative. Ditta Grafica Monti snc, Bergamo.

SIGISMONDI A., CALDARELLA M., CILLO N., LATERZA M., MARRESE M. & SCORRANO S., 2005 - Contributo alla conoscenza dello status del gufo reale *Bubo bubo* in Puglia e Basilicata. Atti XIII Convegno Italiano di Ornitologia. Varallo Sesia (Vercelli). *Avocetta* numero speciale, Vol. 29.

SIMEONOV S., MILCHEV B., BOEV Z., 1998 - Study of the eagle owl (*Bubo bubo* L.) (Aves: Strigiformes) in the Strandzha Mountain (southeast Bulgaria). II. Food spectrum and trophic specialization. *Acta Zool. Bulg.*, 50: 87-100.

TOFFOLI R. & BERAUDO P., CAULA B. & PAVIA M., 1999 - L'alimentazione di una coppia di Gufo reale *Bubo bubo* sulle Alpi Marittime. *Avocetta* 23: 102.

TOFFOLI R. & BIONDA R., 1997 - Il Gufo reale *Bubo bubo* in Piemonte. Primi dati su distribuzione, riproduzione, mortalità ed alimentazione. *Avocetta* 21: 99.

TOFFOLI R. & CALVINI M., 2008 - Il Gufo reale, *Bubo bubo*, in Provincia di Imperia: densità, riproduzione e selezione del territorio di nidificazione. *Riv. Ital. Orn.*, 77 (2): 123-133.

TORMEN G. & CIBIEN A., 1993 - Il Gufo reale (*Bubo bubo*) in provincia di Belluno. Dati preliminari. *Atti 1° Convegno Faunisti Veneti*, 53-59.

WICKL K.H., 1979 - Der Uhu (*Bubo bubo*) in Bayern. *Garmischer Vogelkundliche Berichte* 6: 1-47.

ZUBERGOITIA I. & CAMPOS L.S., 1998 - Censusing owls in large areas: a comparison between methods. *Alauda* 45 (1): 47-53.