

SIGILLUM ALMAE UNIVERSITATIS STUDII PARMENSIS – Università degli studi di Parma

DIPARTIMENTO DI SCIENZE CHIMICHE, DELLA VITA E DELLA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

Tesi di Master Interateneo di I Livello in Gestione e Conservazione dell'Ambiente e della Fauna

CANDIDATO: Alessandro Crippa

RELATORE: Professor Adriano Martinoli

CORRELATORE: Dott. Andrea Mustoni

MONITORAGGIO E *STATUS* DELLA POPOLAZIONE DI AQUILA REALE (*Aquila chrysaetos*) NEL PARCO NATURALE ADAMELLO-BRENTA

ANNO ACCADEMICO 2018 - 2019



1 RIASSUNTO [italiano e inglese]	3
2 PREMESSA	5
3 INTRODUZIONE	6
3.1 I PARCHI IN ITALIA	10
3.2 FLORA	12
3.3 FAUNA	15
4 BIOLOGIA	18
4.1 POSIZIONE SISTEMATICA	18
4.2 DISTRIBUZIONE	19
4.3 MORFOLOGIA E PIUMAGGIO	20
4.4 RIPRODUZIONE E NIDIFICAZIONE	23
4.5 CICLO VITALE	26
5 MATERIALI E METODI	30
5.1 AREA DI STUDIO	30
5.2 OBIETTIVI	31
5.3 MATERIALI	32
5.4 METODI	34
6 RISULTATI E DISCUSSIONE	36
6.1 SITUAZIONE DELLA SPECIE NEL PARCO	36
6.2 CARATTERIZZAZIONE DEI NIDI E DEI TERRITORI	38
6.3 RIPRODUZIONE	41
6.4 PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO	46
7 CONCLUSIONI	48
8 RINGRAZIAMENTI	49
9 BIBLIOGRAFIA	50

1 RIASSUNTO

Il seguente lavoro di tesi di master si inserisce nell'ambito del monitoraggio dell'aquila reale (*Aquila chrysaetos*) condotto dal Parco Naturale Adamello Brenta nell'anno 2017 e volto ad accrescere la serie storica di dati e a valutare lo *status* del rapace. Oltre al monitoraggio di questa specie effettuato nel periodo primaverile-estivo sono stati raccolti dati climatici e ambientali, ai quali è stata correlata la produttività negli anni della suddetta specie.

Delle 18 coppie storiche presenti nel parco o nelle aree ad esso limitrofe, ne sono state monitorate 14, corrispondenti alle coppie gravitanti nel territorio del Parco. Le 4 coppie "escluse" si trovano infatti nelle zone limitrofe all'area protetta e quindi oltre ad essere di minor interesse per valutare lo *status* delle popolazioni per il Parco, si trovavano anche in aree non facilmente raggiungibili da un punto di vista logistico.

Gli obiettivi principali della tesi sono stati: (i) monitorare le coppie di aquila reale all'interno dei confini del parco e nelle aree circostanti, valutando lo *status* della specie, (ii) archiviare e georeferenziare tutti i dati storici disponibili al Parco, (iii) indagare la produttività della specie nei diversi anni in funzione delle principali variabili climatiche e ambientali e (iv) produrre un protocollo di monitoraggio della specie, mirando ad una standardizzazione del metodo.

I risultati ottenuti hanno dimostrato che la popolazione del rapace, all'interno dei confini del Parco è stabile e gode di un buono stato di salute, testimoniato dalla elevata produttività riscontrata durante il monitoraggio (0,58 giovani/coppia). La densità del rapace (12,3 coppie/1000 km², leggermente maggiore nel settore delle Dolomiti di Brenta rispetto alla regione dell'Adamello-Presanella) è superiore rispetto alla media di quella riscontrata sulle Alpi e simile a quella di altri Parchi Naturali vicini. I nidi noti si trovano a quote anche molto diverse tra loro (quota media = 1595 m.; DS= ±278 m) e questo si riscontra anche nel fatto che non esiste una esposizione preferenziale molto marcata.

Lo studio della relazione tra produttività e clima (piovosità media e temperatura media), seppure gli effetti siano al limite della significatività, ha mostrato come le precipitazioni durante il periodo della cova abbiano un effetto negativo sull'esito della riproduzione mentre un effetto positivo sia dato dalla temperatura registrata durante il periodo di allevamento e involo. Queste relazioni necessitano sicuramente di ulteriori approfondimenti per accertare il loro coinvolgimento nelle dinamiche di popolazione per questa specie.

ABSTRACT

The following master thesis work is a part of the monitoring of the golden eagle (*Aquila chrysaetos*) conducted by the Adamello Brenta Nature Park in 2017 and aimed at implementing the historical data series and assessing the *status* of the raptor. In addition to the monitoring of this species carried out in the spring-summer period, climatic and environmental data were collected, to which productivity was correlated over the years of the aforementioned species.

Of the 18 historical couples present in the Park or in the areas adjacent to it, 14 have been monitored, corresponding to the gravitating couples in the territory of the Park. The 4 "excluded" couples are found in the areas adjacent to the protected area and therefore besides being of less interest to assess the status of the populations for the Park, they were also found in areas not easily reachable from a logistic point of view.

The main objectives of the thesis were: (i) to monitor the pairs of golden eagles within the park boundaries and in the surrounding areas, assessing the *status* of the species, (ii) to archive and to geo-reference all the historical data available to the Park, (iii) to investigate the productivity of the species over the different years according to the main climatic and environmental variables and (iv) to produce a monitoring protocol of the species, aiming at a standardization of the method.

The results obtained had shown that the population of the raptor, inside the Park were stable and enjoys a good state of health, witnessed by the high productivity found during monitoring (0.58 young / couple). The density of the raptor (12.3 pairs / 1000 km² was slightly greater in the sector of the Brenta Dolomites than in the Adamello-Presanella mountains) was higher than the average of the Alps and similar to other nearby Natural Parks. Known nests were found at very different altitudes (average altitude = 1595 m; DS = $\pm$ 278 m) and this were also related to a not a very marked preferential exposure.

The study of the relationship between productivity and climate (average rainfall and average temperature), although the effects were on the verge of significance, showed how precipitation during the hatching period had a negative effect on the outcome of reproduction while a positive effect was given by the temperature recorded during the breeding and flight period. These relationships certainly need further investigation to ascertain their involvement in population dynamics for this species.

2 PREMESSA

L'aquila è uno degli animali più conosciuti e, allo stesso tempo, più misteriosi presenti sul nostro territorio. Maestoso e forte ma anche delicato e vulnerabile, è un talismano dei fotografi e di ogni naturalista che percorre cime impervie solo per poterla osservare in volo, mentre si libra tra le correnti e scende in picchiata per scomparire nei boschi. Il fascino e il valore che questo uccello suscita nell'animo umano è difficilmente eguagliato da altri animali ed ha radici antichissime e eterogenee. Da sempre, infatti, l'aquila è collegata alla fierezza e alla forza, alla resistenza e all'invincibilità, tanto da essere presente in leggende e miti di svariate popolazioni di tutto il mondo, e radicata nel folklore e nelle tradizioni più arcaiche. Per i Greci, l'aquila era associata a Zeus, il padre degli dei, i Romani l'adottarono come stemma da apporre sugli stendardi delle proprie legioni e i primi cristiani la rappresentavano come colei che combatteva contro il serpente, in una continua lotta tra bene e male. Anche nei miti e nelle leggende degli Indiani d'America ritroviamo spesso questo rapace, come simbolo divino e regale, capace di sovrastare e osservare tutto il mondo materiale e chi lo abita.

Queste tradizioni sono arrivate fino ai giorni nostri, basti pensare alla penna di aquila reale presente sul cappello degli alpini, per simboleggiare la lealtà, le resistenza e libertà, oppure all'emblema di città e paesi, ad esempio Palermo o ancora allo stemma di squadre sportive (Aquila Basket Trento, S.S. Lazio...).

Già da questi pochi esempi ci rendiamo conto di quanto questo animale sia stato, ed è tuttora presente nell'immaginario comune e nella collettività. Ma, nonostante ciò, la sua storia con l'uomo è stata abbastanza tormentata e per alcuni periodi storici ha subito pesanti torture e persecuzioni perché considerato nocivo e dannoso, entrando in competizione con allevatori e cittadini. Si diceva infatti che potesse trasportare animali molto grandi come ovini e bovini e perfino ghermire fanciulle. A causa di queste assurdità, soprattutto con l'avvento delle armi da fuoco, è iniziato un insensato e continuo massacro di questa specie. Le aquile adulte venivano uccise coi fucili, le uova e i nidi bruciati e la situazione del rapace in Italia era critica. La plasticità e la grande capacità di adattamento, unite all'adozione di una serie di leggi atte a proteggere la fauna, hanno permesso all'aquila reale di prosperare e ritornare ad abitare le nostre montagne e solcare i nostri cieli.

3 INTRODUZIONE

Il presente lavoro di tesi è stato svolto nel Parco Naturale Adamello Brenta, un'area protetta situata nella parte occidentale del Trentino (**Figura 1**). Il Parco si snoda attraverso il Massiccio Adamello-Presanella, a ovest sul confine con la Lombardia, e le dolomiti di Brenta a est. Queste due differenti zone sono idealmente separate dalla val Rendena, che attraversa la provincia di Trento da sud-ovest a nord-est. Per questo motivo, il suddetto Parco Naturale abbraccia un territorio che non rappresenta un'unica unità paesaggistica e naturalistica (Tomasi, 1973). Le due macroregioni sono collegate a nord del Parco, nei pressi di Madonna di Campiglio, più precisamente in corrispondenza di campo Carlo Magno; questa area funge da corridoio ecologico, permettendo lo scambio genetico e il passaggio di individui di diverse specie da una parte all'altra del Parco (Tomasi 1992).

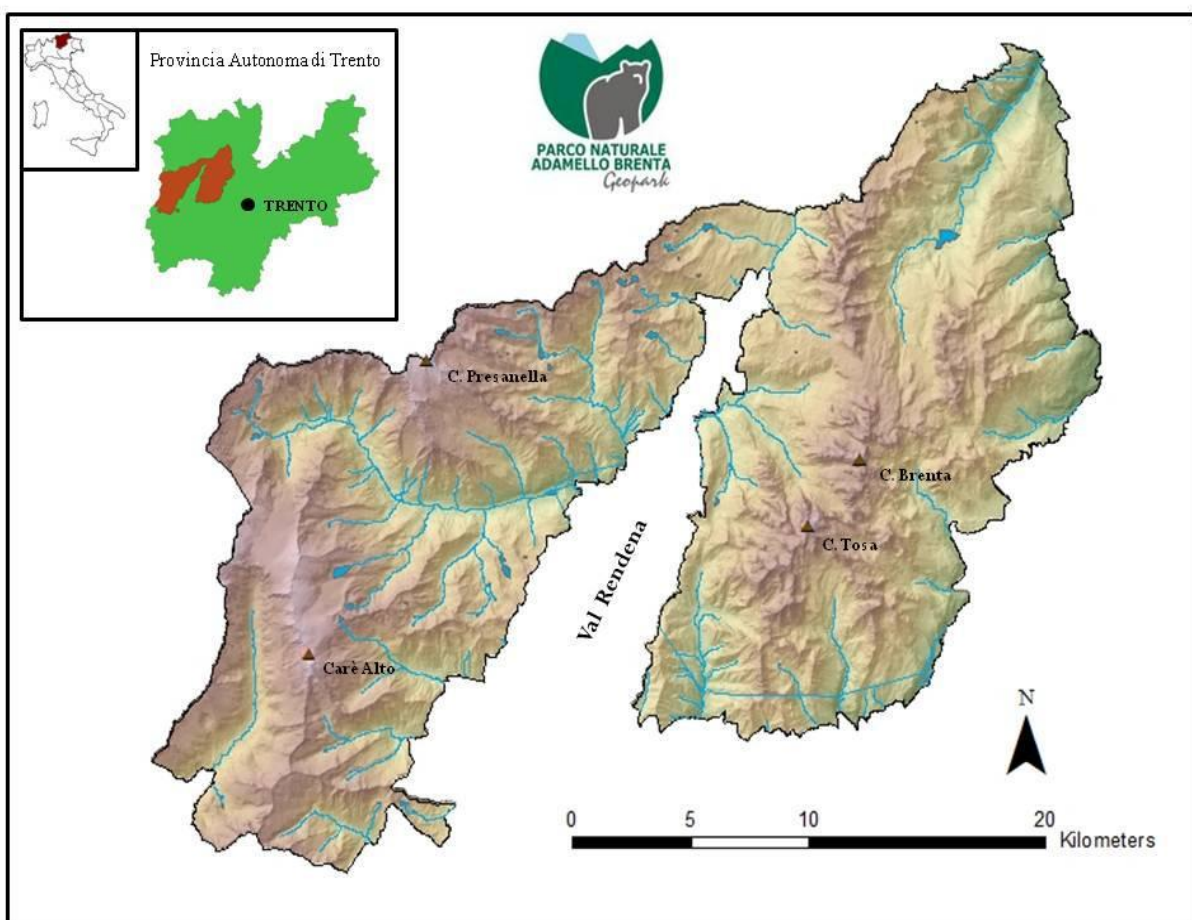


Figura 1. *Mapa del Parco Naturale Adamello Brenta e sua collocazione nel territorio della Provincia Autonoma di Trento.*

Con la superficie di circa 620,5 kmq, il PNAB (questo l'acronimo del Parco Naturale Adamello-Brenta) è una delle zone protette più estese del Trentino e in generale delle Alpi. Racchiusa tra le Valli di Non, di Sole, Giudicarie e del Chiese, l'area protetta vanta un patrimonio naturalistico e ambientale molto ricco e variegato. Numerose sono le valli di pregio e che costituiscono elementi di valore, la

Val Genova (conosciuta come la “valle delle cascate” per la ricchezza di corsi d’acqua che scorrono dalle valli sospese, tra cui le famose cascate sono le Nardis) e la Val di Tovel, sede dell’omonimo lago, conosciuto per la proliferazione dell’alga *Tovellia sanguinea* che tingeva le sue acque di rosso, ne sono due evidenti esempi. La prima è ritenuta da celebri alpinisti e geografi una delle più belle valli dell’intero Arco Alpino. Essa presenta un classico modellamento glaciale, che si apre tra le vette più celebri della zona orientale del Parco, *Cima Presanella* (3.558 m) (**Figura 2**), *Monte Adamello* (3.554 m) e *Carè Alto* (3.462 m). Per ricchezza d’acqua, in rapporto alla superficie del bacino, ha il primato tra tutte le valli delle Alpi italiane. La Val di Tovel, al contrario, si trova nel gruppo del Brenta, si sviluppa in altezza dai 600 m di S. Emerenziana fino ai 2.990 m di *Cima Falkner*, ed è famosa, non solo per lo splendido lago, ma anche per la ricchezza floristica e le desertiche “marocche” (Tomasi, 1992).



Figura 2. Ghiacciaio dell’Adamello-Presanella (foto di M. Zeni).

La bellezza e la diversità geologica e geomorfologica del Parco, sono valse, nel giugno 2008, il riconoscimento di Adamello Brenta Geopark, inserendo nella rete Europea e Globale dei Geoparchi. Entrambe le reti collaborano per tutelare, conservare e valorizzare il patrimonio geologico sotto la guida dell’Unesco. L’Adamello Brenta Geopark include l’intera superficie del Parco Naturale Adamello Brenta e il territorio dei comuni in esso presenti, ricoprendo un’area complessiva di 1.146 km² (**Figura 3**).

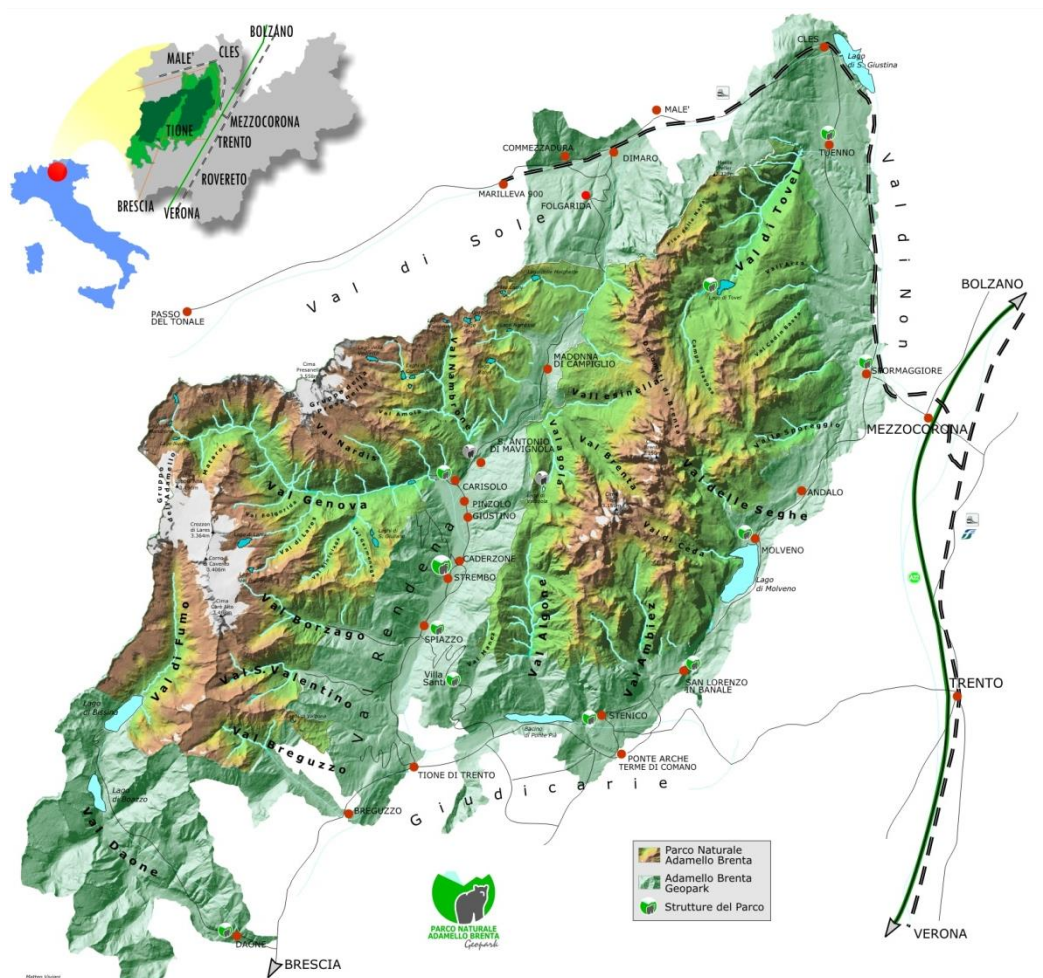


Figura 3. Confini territoriale del Parco Naturale e del Geoparco.

L'area protetta vanta, infatti, numerose cime che oltrepassano i 3000 metri di altezza, otto di queste si trovano nel settore delle dolomiti di Brenta (De Battaglia, 1982), di queste, Cima Brenta (3.150 m) e Cima Tosa (3.173 m) sono le principali.

Le due macroregioni del parco sono profondamente diverse e identificative: la zona dell'Adamello-Presanella è costituita da rocce di origine magmatica come la tonalite o la granodiorite, quella delle Dolomiti di Brenta da rocce carbonatiche di origine sedimentaria (Sarzo, 2012). La durezza delle rocce tonalitiche e la loro recente formazione conferisce al Massiccio dell'Adamello-Presanella forme spigolose, cime aguzze e creste affilate. Il paesaggio e la morfologia di questa area sono caratterizzati anche dalla presenza di numerosi ghiacciai, relitti delle glaciazioni del Quaternario. Questi ultimi, in seguito a meccanismi di sovra-escavazione, hanno modellato il territorio generando valli glaciali con caratteristica forma a "U". Oggi i ghiacciai sono sempre più in fase di marcato ritiro, tuttavia continuano ad essere elementi caratterizzanti degli ambienti di alta quota. In questo settore è presente il complesso glaciale più esteso di tutte le Alpi (18 km²), che comprende le Vedrette del Mandrone, dell'Adamè, della Lobbia e di Salarno (Smiraglia, 1992). A causa della cospicua presenza di ghiacci perenni e all'impermeabilità della tonalite, il Massiccio Adamello-Presanella è ricco di laghi, torrenti e cascate, rendendo l'acqua la protagonista di queste montagne (**Figura 4**).



Figura 4. *Cascate Nardis in Val Genova (foto di A. Crippa).*

Un paesaggio completamente diverso lo possiamo osservare nel Massiccio delle Dolomiti di Brenta, a est della Val Rendena. La dolomia è la principale componente di questo settore del Parco, originatosi in seguito al susseguirsi di molti cicli sedimentari fondomarini datati a circa 200 milioni di anni fa (Tomasi, 1990). L'alternarsi tra questi cicli e le spinte orogenetiche ha contribuito alla genesi dell'imponente paesaggio dolomitico, caratterizzato da marcate stratificazioni orizzontali che contrastano con la verticalità delle pareti. La povertà di corpi idrici e torrenti rappresenta una differenza importante rispetto al Gruppo dell'Adamello-Presanella.

L'elevata biodiversità dell'intera area protetta è da imputarsi tanto alla diversità morfologia del territorio, quanto alla varietà climatica. Il tipo di clima del Parco è di transizione tra quello prealpino e quello endoalpino (Arrighetti, 1973). A causa delle notevoli differenze altitudinali (oltre 2.700 m di dislivello), alla complessità morfologica delle valli e all'esposizioni che interessano questo territorio, troviamo condizioni climatiche locali estremamente diversificate (Gandolfo e Sulli, 1993). Tale diversità è difficilmente quantificabile a causa dello scarso numero di stazioni di rilevamento, soprattutto a quote elevate, ma può essere compresa studiando le fitocenosi e servendosi della valenza ecologica delle specie vegetali. In linea generale le precipitazioni medie annue sono superiori ai 1.100mm/anno, poiché i massicci Adamello-Presanella e Dolomiti di Brenta (**Figura 5**) rappresentano una barriera orografica alle correnti umide provenienti da sud (Arrighetti, 1973). Fanno eccezioni la Val di Sole e la Val di Non che rimangono isolate da tale fenomeno (Arrighetti, 1973) e che registrano dati pluviometrici inferiori (massimo 900 mm/anno).



Figura 5. *Dolomiti di Brenta (foto di A. Crippa).*

3.1 I PARCHI IN ITALIA

Di parchi, in Italia, se ne iniziò a parlare già alla fine del '800 e, da queste discussioni, nacquero nel 1922 i primi due imponenti parchi nazionali, quello del Gran Paradiso e quello D'Abruzzo. Ed è in questo contesto che, nel 1919, fu avanzata da Giovanni Pedrotti la proposta (non andata a buon fine) di istituire il Parco Adamello-Brenta. A questa prima iniziativa, ne seguirono altre negli anni seguenti (1928, 1935, 1936, 1942, 1951), fino a quella del 1967, anno in cui si varò la legge istitutiva (Pedrotti, 2008). Con l'approvazione di questa proposta nacque anche il Parco Naturale Paneveggio-Pale di San Martino situato nel Trentino orientale (Boato et al., 1990).

Nel 1935 il governo fascista aveva istituito il parco dello Stelvio, situato a nord dell'attuale Parco Naturale Adamello Brenta. Negli anni '50 venne formulato un disegno di legge, approvato in senato, che prevedeva la nascita del Parco Brenta-Adamello-Stelvio. Questo progetto grandioso fu però bocciato dalla regione Trentino Alto Adige, nonostante i fondi statali fossero già stati stanziati a Renzo Videsott (direttore del Parco Nazionale del Gran Paradiso dal 1944 al 1969) per la realizzazione di questa idea (Pedrotti, 2008).

Come detto precedentemente, l'identificazione dell'area naturale protetta risale al 1967 grazie all'approvazione del Piano Urbanistico Provinciale; questa fu la prima grande opera di pianificazione

di questo genere. Infatti, in una Italia a forte crescita urbanistica ed economica, per la prima volta, venne emanato un Piano Urbanistico che limitava lo sfruttamento del suolo da parte dell'attività edilizia, per rispetto dell'ambiente naturale (Campestrini, 1990).

La nascita effettiva del parco si deve alla Legge Provinciale del 6 maggio 1988, N. 18 "Ordinamento dei parchi naturali" (B.U. 17 maggio 1988, N.22) che, all'Art. 1 (Oggetto e finalità) recita:

1. L'ordinamento dei due parchi naturali provinciali "Adamello - Brenta" e "Paneveggio - Pale di San Martino", istituiti e delimitati dal piano urbanistico provinciale, è disciplinato dalla presente legge.
2. Scopo dei parchi è la tutela delle caratteristiche naturali e ambientali, la promozione dello studio scientifico e l'uso sociale dei beni ambientali.

Successivamente questa legge fu sostituita dalla "Legge sulle foreste e sulla protezione della natura" del 23 maggio 2007 (LP 23/07) che, all'Art.33, recita:

- a) la conservazione, il recupero e la valorizzazione delle caratteristiche naturali e ambientali, con particolare riferimento agli habitat, alle specie, alle emergenze naturali e alla biodiversità;
- b) l'applicazione di metodi di gestione idonei a realizzare un'integrazione tra uomo e ambiente naturale, anche mediante la salvaguardia e la valorizzazione dei valori antropologici, archeologici, storici e architettonici;
- c) la promozione e la divulgazione dello studio scientifico;
- d) l'uso sociale dei beni ambientali in modo compatibile con la loro conservazione;
- e) l'educazione e la formazione in materia di tutela e di valorizzazione ambientale e naturalistica.

Il Parco è situato nel massiccio montuoso delle Dolomiti, nome evocativo che rappresenta un patrimonio universale. Anche l'Unesco nel corso degli anni ha sostenuto e incentivato campagne per far inserire il territorio dolomitico tra i "Monumenti del Mondo". Per proteggere e conservare queste aree sono nati diversi parchi e aree protette in questa zona, che coprono un territorio che comprende le provincie di Trento, Bolzano, Belluno, Pordenone e Udine (Moschini et al., 2001):

Parco Nazionale Dolomiti Bellunesi

Parco Naturale Dolomiti Friulane

Parco Naturale Dolomiti D'Ampezzo

Parco Naturale Adamello-Brenta

Parco Naturale Paneveggio-Pale di S. Martino

Parco Naturale Sicilar

Parco Naturale Puez-Odle

Parco Naturale Fanes-Sennes-Braies

Parco Naturale Dolomiti di Sesto

Passando dalla L.P. del 1967 a quella del 1988 il parco è stato ampliato. Inizialmente, il Parco copriva un'area di 544 km², ma dopo la revisione del Piano la sua superficie fu portata a 618,6 km² (Tomasi, 1992).

L'ampliamento aggiunse al parco due vaste zone, la prima, di 95,2 km² situata alle pendici dell'Adamello, comprende la Val di Fumo, e le parti più elevate delle valli di Borzago, San Valentino e Breguzzo, la seconda comprende la bassa val di Tovel e si estende per 19 km² (Boato, 1990).

Il territorio del parco è diviso in Riserve integrali, Riserve guidate, Riserve controllate e Riserve speciali; ovviamente la presenza e l'incidenza umana è maggiore nelle riserve guidate che non nelle altre zone, mentre le riserve speciali sono per la maggior parte aree modeste volte alla sola conservazione dell'ambiente.

3.2 FLORA

Come visto precedentemente, la grande varietà ed eterogeneità degli ambienti del parco, si è tramutata anche in una grande varietà e complessità floristica (Arrighetti, 1973). Infatti i diversi substrati geologici del Brenta e dell'Adamello-Presanella, il grande dislivello tra il fondovalle e le cime più elevate, la presenza di ghiacciai, morene, laghi, torbiere hanno, col tempo, fatto sì che si creassero differenti condizioni ambientali e climatiche che si ritrovano nelle diverse vallate e che hanno consentito una diversificazione floristica così evidente (Da Trieste, 1998).

Il numero totale di *taxa* censiti su tutto il territorio è pari a 1.911, dei quali 1.386 all'interno del parco e 1.740 nelle zone limitrofe ed esterne all'area protetta. Questa maggiore ricchezza floristica delle aree al di fuori dei confini è una diretta conseguenza del fatto che questa zona comprende anche gli ambienti di fondovalle (Posser & Festi, 2008). Le mappe delle specie della lista rossa mostrano come 124 *taxa* all'interno del Parco e 214 all'esterno appartengano alla categoria "minacciata". Questi dati, aggiornati al 2008, evidenziano un sensibile aumento del numero di specie a rischio. Ciò per due motivi principali, il primo è che abbiamo una maggiore conoscenza floristica del parco, e il secondo è data dalla sempre maggiore antropizzazione soprattutto dei fondovalle, che sottrae spazio vitale ai vari organismi che le abitano (Festi, 2008). Vista la fragilità di alcune di esse, 52 specie, tra Parco e aree limitrofe non posso essere raccolte.

Particolarmente rilevante è la componente endemica, 160 *taxa* nell'area interna al Parco e 127 in quella esterna; tra i *taxa* stenoendemici di maggior pregio possiamo nominare *Nigritella buschmanniae*, una orchidea che nelle estati tinge di rosa alcune piccole aree delle Dolomiti di Brenta. Altre specie hanno areali ancor più ristretti e delicati, è il caso, ad esempio, di *Hieracium tonalens*, una spermatofita appartenente alle Astaraceae che si trova solo tra Stavel e l'ex forte Pozzi Alti (Gottschelich, 2000).

Come detto precedentemente, diverse zone del Parco mostrano una diversa ricchezza floristica, e in generale, si nota come la zona del Brenta abbia una abbondanza maggiore rispetto alla fascia del Presanella, infatti le zone calcaree sono generalmente più “popolate” di quelle silicee. Il maggior numero di specie è presente nel quadrante di San Lorenzo in Banale con 1.162 differenti segnalazioni (Festi, 2008).

Andando da fondovalle fino alla cima dei vari massicci montuosi, osserviamo un progressivo cambiamento della vegetazione, e notiamo come questa si disponga a strati, chiamati “piani altitudinali” (**Figura 6**).

I piani che interessano il Parco Naturale Adamello Brenta sono quello collinare, montano, subalpino, alpino e nivale (Da Trieste, 1998):

PIANO COLLINARE: si estende fino a circa 900 m ed è caratterizzato da boschi di caducifoglie, carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), roverella (*Quercus pubescens*) e orniello (*Fraxinus ornus*) sono le specie tipiche della regione del Brenta in questa prima fascia altitudinale. La vegetazione della zona dell’Adamello-Presanella, invece, è costituita da tiglio (*Tilia cordata*), frassino maggiore (*Fraxinus excelsior*) e talvolta da carpino bianco (*Carpinus betulus*) e olmo montano (*Ulmus glabra*), tutte specie mesofile (Trieste, 1998; Pedrotti 2005).

PIANO MONTANO: si trova tra i 900 e i 1.600 m ed è divisibile in 3 “sottopiani”. Quello montano inferiore è costituito da boschi di faggio (*Fagus sylvatica*) e pino silvestre (*Pinus Sylvestris*), il montano medio è dimora di abete bianco (*Abies alba*) e abete rosso (*Picea abies*), e infine il montano superiore ospita grandi distese di abete rosso. Nonostante le specie siano le medesime sia sul Brenta che nella zona dell’Adamello-Presanella, le associazioni sono differenti e caratteristiche, le più comuni sono *Carici albae - Fagetum* sui rilievi calcarei e il *Galio odorati – Fagetum* su quelli silicei, per quanto riguarda le faggete. In generale pino silvestre e erica sono presenti nella zona del Brenta, i boschi di abete bianco si trovano nelle zone più umide ed esposte, mentre, dove il clima è continentale, incontriamo soprattutto abeti rossi (Trieste, 1998; Pedrotti 2005).

PIANO SUBALPINO: si sviluppa tra 1.600 e 2.200 m. L’orizzonte inferiore comprende i boschi di conifere (precisamente di abete rosso, larice e pino cembro). Il larice (*Larix decidua*), conifera pioniera, è la pianta che raggiunge le quote maggiori sia a livello di singolo individuo (2500m) sia di associazione boschiva (2.250m). Man mano che si sale in quota e che le condizioni diventano più impervie e selettive, la vegetazione cambia e incontriamo la cosiddetta tundra artico-alpina caratterizzata da arbusti contorti, come rododendri e mughete. Il pino cembro (*Pinus cembra*), diffuso in buon numero nella zona dell’Adamello-Presanella è invece sporadico e raro sulle Dolomiti. Sui terreni silicei a Ph acido cresce con buona diffusione il rododendro ferrugineo (*Rhododendron ferrugineum*) e, più in quota abbiamo una forte presenza di mirtilli (*Vaccinum* sp.). Sui suoli calcarei,

invece, troviamo distese di pino mugo (*Pinus mugo*) accompagnato da ericacee tra cui il rododendro peloso (*Rhododendron hirsutum*) (Trieste, 1998; Pedrotti 2005).

PIANO ALPINO: è compreso tra 2.200 e 2.800-3.000 m e si divide in alpino inferiore con pascoli a festuca (*Festuca scabriculum*) sui rilievi silicei e sesleria (*Sesleria albicans*) su quelli calcarei e alpino medio con pascoli a carice a foglie ricurve (*Carex curvula*) che caratterizza la zona dell'Adamello-Presanella e a carice rigida (*Carex firma*) che, invece, ritroviamo nel Brenta. E' una zona a forte impronta endemica, che conferisce al Parco un importante valore naturalistico. *Arnica montana*, *Gentiana punctata*, *Daphne striata*, *Pederota bonarota* sono tra gli esempi più comuni e identificative (Trieste, 1998; Pedrotti 2005).

PIANO NIVALE (o alpino superiore): si trova oltre i 2.800-3.000 m e presenta una vegetazione pioniera fanerogamica e crittogame (Trieste, 1998; Pedrotti 2005).

Associazioni fitosociologiche		
Fasce altitudinali	Settore Adamello-Presanella	Settore Dolomiti di Brenta
Collinare (<800/900m)	<i>Salvio-Fraxinetum</i> <i>Galio laevigati-Carpinetum betuli</i>	<i>Fraxino orni-Ostryetum carpinifoliae</i>
Montana (800/900-1600m)	<i>Asperulo odoratae-Fagetum</i> <i>Cardamino pentaphylli-Abietetum</i> <i>Vaccinio-Abietetum</i> <i>Luzulo nivae-Quercetum petraeae</i> <i>Salvio-Fraxinetum</i> <i>Calamintho grandifloruro-Aceretum pseudoplatani</i> <i>Calamagrostio villosae-Fagetum</i> <i>Calamagrostio villosae-Abietetum</i> <i>Luzulo-Picetum</i>	<i>Erico-Pinetum sylvestris</i> <i>Carici albae-Fagetum</i> <i>Carici albae-Abietetum</i> <i>Pyrolo-Abietetum albae</i> <i>Cardamino-Fagetum</i> <i>Adenostylo glabrae-Abietetum</i> <i>Adenostylo glabrae-Piceetum</i>
Sub-alpina (1600-2250m)	<i>Rhododendron ferruginei-Pinetum prostratae</i> <i>Alnetum viridis</i> <i>Rhododendron-Laricetum</i> <i>Junipero-Laricetum</i> <i>Vaccinio-Pinetum cembrae</i> <i>Cotoneastro integerrimae-Pinetum cembrae</i> <i>Rhododendretum ferruginei</i> <i>Junipero-Arctostaphyletum</i> <i>Empetro-Vaccinietum</i> <i>Loiseleurio-Cetrarietum</i>	<i>Adenostylo glabrae-Piceetum</i> <i>Erico-Pinetum prostratae</i> <i>Rhododendron hirsuti-Pinetum prostratae</i> <i>Sorbo chamaemespii-Pinetum mugo</i> <i>Rhododendretum ferruginei</i> <i>Rhododendretum hirsuti</i> <i>Rhododendron ferruginei-Laricetum</i>
Alpina (2250-3000m)	<i>Festucetum scabriculum</i>	<i>Seslerio-caricetum sempervirentis</i> <i>Ranuncolo hybridi-Caricetum sempervirentis</i>
Nivale (>3000m)	<i>Andreaenion nivalis</i>	-

Figura 6. Associazioni fitosociologiche del PNAB (tratto da Pedrotti, 2005).

3.3 FAUNA

Alla elevata complessità ambientale e floristica fa, di conseguenza, seguito una importante variabilità faunistica. La presenza di ambienti eterogenei e integri ha consentito la nascita di condizioni che permettessero la presenza di quasi tutte le specie caratteristiche dell'arco alpino. In questo breve sottocapitolo tratterò solamente le specie più rilevanti e di "pregio" senza dimenticare che ogni specie, compresa tutta la microfauna, di cui non tratterò, è fondamentale per la sopravvivenza di un ecosistema.

Il Parco vanta una importantissima componente ornitica, numerose sono le specie stanziali e migratorie che incontriamo sul territorio, tanto che i due settori del Parco infatti sono stati designati come Zone di Protezione Speciale (ZPS) all'interno della Direttiva 79/409/CEE (Direttiva Uccelli).

Molto rappresentati sono i rapaci sia notturni che diurni, che colonizzano tutte le zone del Parco. Tra gli Accipitridi nidificanti non possiamo non citare l'aquila reale (*Aquila chrysaetos*), regina incontrastata dei cieli, la poiana (*Buteo buteo*), il falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*) e l'astore (*Accipiter gentilis*). Sporadiche sono le segnalazioni di gipeto (*Gypaetus barbatus*), grifone (*Gyps fulvus*) e biancone (*Circaetus gallicus*). Tra i falconidi importante è la presenza del falco pellegrino (*Falco peregrinus*). Anche la presenza dei rapaci notturni è considerevole, gufo reale (*Bubo bubo*), civetta nana (*Glaucidium passerinum*) e allocco (*Strix aluco*) sono i padroni delle notti del Parco (Caldonazzi, 1994; Pedrini, 2003; Volcan, 2013).

Nel Parco sono presenti tutte e quattro le specie di tetraonidi caratteristiche dell'Arco Alpino: la pernice bianca (*Lagopus mutus*), il francolino di monte (*Bonasa bonasia*), il gallo cedrone (*Tetrao urogallus*) e il fagiano di monte (*Tetrao tetrix*), tutte considerate "relitti glaciali". Tra i galliformi del Parco è importante citare anche la coturnice (*Alectoris graeca*) (Caldonazzi, 1994).

Molto interessante e numeroso è l'ordine dei carnivori. I mustelidi sono rappresentati da ben 5 specie: la faina (*Martes foina*), la martora (*Martes martes*), la donnola (*Mustela nivalis*), il Tasso (*Meles meles*) e l'ermellino (*Mustela erminea*) (AA.VV., 2007). La volpe (*Vulpes vulpes*) è il canide più diffuso nel Parco; di recente è stata documentata la presenza del lupo (*Canis lupus*) che ha iniziato a ricolonizzare questi territori, nei quali si era storicamente estinto a causa della pressione antropica (Osti, 1988; Groff *et al.*, 2010). Nel 2010 è stata campionata per la prima volta questa specie nel Parco, in seguito all'esito positivo di analisi genetiche condotte su un escremento ritrovato. Si tratterebbe dell'individuo maschio M24 (Groff *et al.*, 2010). La lince (*Lynx lynx*) è scomparsa in epoca storica e non è stata più segnalata la sua presenza (Osti, 1988), salvo alcuni avvistamenti successivi ad un probabile atto di reintroduzione illegale che si è concluso con la morte degli esemplari rilasciati. Nel 2008 è stata sorprendentemente accertata nelle Dolomiti di Brenta la presenza di una lince euroasiatica maschio proveniente dalla Svizzera (Groff *et al.*, 2010). Un'altra entità faunistica di particolare rilievo è lo sciacallo dorato (*Canis aureus moreoticus*). La sua presenza è stata riconosciuta all'interno del Parco nel 2012, in seguito al ritrovamento di un individuo morto, ma sono ancora poche le conoscenze in merito al suo status (Groff *et al.*, 2014). Strettamente legato alla storia e alla vita del Parco Naturale Adamello Brenta è l'orso bruno (*Ursus arctos arctos*) che ha rappresentato e rappresenta una vera e propria emergenza faunistica in tutto l'Arco Alpino. Nel

1996 il Parco, in collaborazione con la Provincia Autonoma di Trento e l'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica, ha condotto in prima linea il Progetto *Life Ursus* con l'obiettivo di favorire l'affermazione di una popolazione stabile di orsi nelle Alpi Centrali (Mustoni, 2004). Gli obiettivi del progetto sono stati raggiunti, ma la popolazione di orsi è ancora oggi lontana dal pericolo di estinzione e necessita di mirate e apposite misure gestionali.

Anche il gruppo degli ungulati è molto ben rappresentato, infatti troviamo ben 5 diverse specie. Tra queste capriolo (*Capreolus capreolus*) (**Figura 7a**) e cervo (*Cervus elaphus*) più legate ad ambienti boschivi di media montagna e alle radure, e camoscio (*Rupicapra rupicapra*) (**Figura 7b**) e stambecco (*Capra ibex*) presenti invece in alta montagna. In particolare la presenza dello stambecco è il risultato di un importante progetto di reintroduzione condotto dal Parco a partire dal 1995 ed inserito in un programma più generale che mirava a rendere più numerose e stabili le popolazioni sull'Arco Alpino (AA.VV., 2007). Localizzati in alcune aree del Parco si possono trovare anche esemplari di muflone (*Ovis aries musimon*), specie introdotta a scopo venatorio.



Figure 7a, 7b. Esemplare di capriolo adulto (a sinistra) e camoscio adulto (a destra) (foto di A. Crippa).

Nell'ambito del gruppo dei lagomorfi nel Parco sono presenti la lepre comune (*Lepus europaeus*) e la lepre variabile (*Lepus timidus*), che hanno mostrato un declino sempre più spinto negli ultimi anni (AA.VV., 2007). Le due specie attualmente non sono cacciabili.

Altrettanto ricca e interessante la presenza di roditori: tra i più diffusi e caratteristici lo scoiattolo (*Sciurus vulgaris*) (**Figura 8a**) e la marmotta (*Marmota marmota*) (**Figura 8b**). Tra i rettili ricordiamo il ramarro (*Lacerta viridis*), l'orbettino (*Anguis fragilis*), la lucertola vivipara (*Lacerta vivipara*), il biacco (*Hierophis viridiflavus*), il colubro liscio (*Coronella austriaca*), il saettone (*Elaphe longissima*), l'aspide (*Vipera aspis*) e il marasso (*Vipera berus*) (Barbieri, 1994).



Figure 8a, 8b. *Esemplare di scoiattolo rosso (a sinistra) e di marmotta (a destra) (foto di A. Crippa).*

4 BIOLOGIA

4.1 POSIZIONE SISTEMATICA

Dominio :	Eukaryota
Regno :	Animalia
Phylum :	Chordata
Classe :	Aves
Ordine :	Accipitriformes
Famiglia :	Accipitridae
Genere :	<i>Aquila</i>
Specie :	<i>A. chrysaetos</i>

L'aquila reale è una specie politipica, nella quale si individuano le seguenti sottospecie: *A. c. chrysaetos* diffusa in Europa Occidentale fino all'Ovest Asia; *A.c. homeyeri* presente in Spagna in Nord Africa e nel Medio Oriente; *A.c. canadensis*, che, come suggerisce il nome domina i cieli del Nord America e *A.c. daphanea* e *A.c. japonica* situate in Asia (Forsman, 1999).

Il genere *Aquila* comprende 10 differenti specie ed è ampiamente diffuso a livello globale, infatti esemplari del suddetto genere sono presenti ovunque tranne che in Sud America (Watson, 1997).

Le specie del genere *Aquila* nidificanti in Italia sono due, aquila reale e aquila del Bonelli (*Aquila fasciata*), mentre occasionalmente ci si può imbattere in specie migratrici quali l'aquila anatraia minore (*Aquila pomarina*), l'aquila anatraia maggiore (*Aquila clanga Pallas*), l'aquila imperiale (*Aquila heliaca*) (Direttiva uccelli, Pedrini et al, 2003). In Trentino l'unica aquila nidificante è *A. chrysaetos*, casuale quella dell'aquila anatraia minore e maggiore. Queste segnalazioni, tutte relativamente antiche, sono state contestate già a loro tempo da autori storici, dato che probabilmente si tratta di errori dettati dalla confusione con specie più comuni (Pedrini, 2003).

4.2 DISTRIBUZIONE

L'aquila reale è distribuita in ambienti tra loro molto diversi. Questa specie è abbondantemente diffusa nell'emisfero boreale (soprattutto da 70°N a 20°N), mentre nell'emisfero australe non è presente (Watson, 1997). In Europa è distribuita su larga scala, dagli ambienti pianeggianti fino alle cime più alte, dagli *habitat* costieri ai terreni agricoli (Forsman, 1999). Nonostante la grande

diversità ecologica degli spazi che colonizza, è essenziale che siano presenti alcuni elementi chiave quali i terreni aperti e la disponibilità di prede e luoghi adatti per la nidificazione (Watson, 1997).

La popolazione europea è stimata in 6.600-12.000 coppie, di cui 1.000-5.000 nidificanti nella sola Turchia. Il numero degli individui ha visto un decremento generalizzato a partire dal XIX secolo. Negli ultimi anni, grazie anche all'istituzione di norme protezionistiche, la specie ha mostrato incrementi locali e lieve fluttuazioni (Scortegagna, 2010). Oltre alla grande abbondanza presente in Turchia, in Europa le popolazioni maggiori di aquila reale le ritroviamo in Spagna, in Scandinavia e sulle Alpi (Forsman, 1999).

Nelle fredde regioni della Siberia e della tundra artica, l'aquila reale nidifica nella foresta frammentata di betulle e salici e caccia nelle immense distese di prateria e macchia. Labutin et al. (1982) hanno notato una affascinante associazione tra il rapace in questione e il chiurlo maggiore (*Numenius arquata*), molto probabilmente per proteggere i nidi di entrambe le specie dai corvi. Durante la stagione fredda le aquile si nutrono principalmente di pernici bianche e, soprattutto, di lepri variabili. Durante le estati, invece, la tundra pullula di uccelli migratori che permettono una dieta più varia.

Nella penisola scandinava l'aquila reale vive a quote superiori a 2.000 m in un paesaggio dominato da praterie elevate e paludi, ma anche da boschi di pini e abeti rossi. Qui si nutre di pernici bianche, galli cedroni, ungulati, pecore, lepri e conigli, cacciati sia nei boschi aperti sia nelle praterie.

Nel nord della Svezia, dove l'altitudine supera difficilmente i 500 m, l'aquila reale nidifica principalmente nella estesa foresta boreale in corrispondenza di torbiere e zone aperte utilizzate per cacciare principalmente galli cedroni e cuccioli di alci e renne. Nella regione della taiga, però, la popolazione del rapace è molto frammentata e irregolare, infatti la fitta copertura boschiva di conifere rende difficoltosa la caccia.

L'area europea posta a 40° di latitudine è caratterizzata dalla presenza di imponenti catene montuose quali le Alpi, i Pirenei, i Carpazi e il Caucaso. In queste zone, le aquile vivono vicino al limite del bosco, nidificando principalmente sulle pareti e cacciando nelle zone di pascolo e nelle praterie situate al di sopra dei nidi. Le prede principali sono le marmotte e i piccoli degli ungulati, principalmente camosci e caprioli.

Infine sulle montagne della Spagna e della Grecia, nella zona mediterranea, le aquile reali sono ben diffuse e numerose. Le cime infatti non sono così elevate come quelle dell'Arco Alpino e il clima è più favorevole e meno rigido. La vegetazione è caratterizzata dalla macchia in vari stati di degradazione alternata a zone boschive e di prateria. Le prede principali sono uccelli e piccoli mammiferi. Non di rado si osservano aquile reali cacciare rettili e tartarughe (Watson, 1997).

Questo uccello, in Italia, non si trova solo sulle Alpi, ma è diffuso su larga scala (Staneva, 2004). Il numero di coppie stimate è pari a 467-541, di cui quasi 400 sulle sole Alpi. Su tutta la catena appenninica sono invece stimate 57-69 coppie nidificanti; le restanti abitano le due maggiori isole, con la popolazione sarda che è circa il triplo di quella siciliana. Da studi risalenti agli anni '80 possiamo notare come in quel periodo, le coppie italiane erano stimate in 318-403 (Fasce e Fasce,

1992). Da questi dati si nota che la popolazione di aquila reale abbia avuto un *trend* positivo in Italia negli ultimi decenni.

4.3 MORFOLOGIA E PIUMAGGIO

L'aquila reale è un rapace di grosse dimensioni, la lunghezza totale varia da 76 a 93 centimetri e l'apertura alare è compresa tra i 190 e i 240 centimetri (Scortegagna, 2010). Come accade in molti rapaci le femmine sono generalmente più grandi e pesanti dei maschi, si parla appunto di dimorfismo sessuale (Newton, 1979). Infatti, analizzando il peso degli individui che nidificano sulle Alpi, vediamo come quello dei maschi oscilla tra i 3.000 e i 4.600 grammi, mentre quello delle femmine varia da 3.750 a 6.600 grammi (Scortegagna, 2010). È un uccello dotato di lunghe ali che si restringono alla base che possono anche superare i 72 cm e conferiscono, anche ad un uccello così maestoso, un aspetto più slanciato. Durante la picchiata le ali vengono avvicinate al corpo, donando alla sagoma dell'animale la classica forma a "V". Uno dei caratteri identificativi più validi è il colore (Figura 9).



Figura 9. Piumaggio dell'aquila reale durante i diversi stadi della vita.

MUTA: come avviene per molte specie di uccelli, anche l'aquila reale, attua, nel corso della sua esistenza una muta. Possiamo però affermare che questa specie non ha una completa muta annuale, infatti perde e sostituisce una porzione del piumaggio ogni anno, senza attuarne una completa sostituzione (Watson, 1997).

Il periodo delle mute, nell'aquila reale, inizia tra marzo e aprile e continua fino a settembre o ottobre, infatti, normalmente, durante l'inverno la muta si interrompe dato che la stagione fredda

richiede uno sforzo energetico maggiore per sopravvivere e cercare cibo (Watson 1997). La muta delle piume di contorno, inizia nella regione della testa e del collo e procede lungo la direzione anteriore-posteriore. Nei primi due/tre anni, solo il 30% delle penne delle ali sono sostituite annualmente, mentre nelle mute successive avviene il ricambio del 50% di queste ultime (Bortolotti, 1984). Per le piume pettorali il tempo stimato per il completo ricambio è di 2 anni (Forsman, 1999).

PRIMO PIUMAGGIO: dura per circa 9 mesi, ma in alcuni individui può protrarsi fino alla primavera del secondo anno di vita. Le ali superiori sono tipicamente di un marrone scuro, mentre la coda ha una porzione bianca molto evidente diversa da individuo a individuo. In questo primo piumaggio, solitamente, è presente una porzione di piume bianche, anche se in alcuni individui giovani, queste non sono visibili del tutto (Bortolotti 1984; Watson, 1997; Forsman 1999).

SECONDO PIUMAGGIO: viene conferito durante la muta che avviene nell'estate del secondo anno di vita. In questo piumaggio la parte medio bassa delle ali superiori è di colore un po' più chiaro e uniforme. Le piume inferiori sono sostituite, il loro colore è di un marrone ruggine. La coda è molto simile a quella del piumaggio precedente (Bortolotti 1984; Watson, 1997; Forsman 1999).

TERZO PIUMAGGIO: è raggiunto nella terza estate di vita. In questo piumaggio la "copertura" delle ali superiori è largamente sostituita da piume scure. In ogni caso, rimane qualche zona non mutata che conferisce al piumaggio delle zone più chiare. Il confine tra il piumaggio più scuro e quello più chiaro, alla base della coda, è più diffuso e frastagliato rispetto al piumaggio più giovane (Bortolotti 1984; Watson, 1997; Forsman 1999).

QUARTO PIUMAGGIO: viene acquisito durante la quarta estate di vita. In questo piumaggio il colore delle ali superiori appare pallido, ma questa copertura è intervallata da macchie di piume più scure. La coda presenta una zona centrale nera contornata di alcune piume bianche. Come suggerito da vari esperti, dopo il quarto piumaggio, la variazione della muta è molto diversa tra gli individui, e ciò rende difficile la stima dell'età. In ogni caso, più un'aquila reale invecchia, più le sue piume si fanno scure fino a che tutte le tracce bianche scompaiono. In alcuni individui adulti, però, si è notato che alcune striature bianco-grigie, situate alle base della coda, sono rimaste fino alla morte (Bortolotti 1984; Watson, 1997; Forsman 1999).

Un altro aspetto identificativo di questa specie è il lungo becco uncinato, che raggiunge i 5 cm di lunghezza (Watson, 1997) adatto per lacerare e smembrare prede di considerevoli dimensioni (**Figura 10**). Gli artigli lunghi e possenti servono per uccidere la preda e trasportarla al nido.



Figura 10. *Dettaglio del becco dell'aquila reale (foto presa dal web).*

4.4 RIPRODUZIONE E NIDIFICAZIONE

L'aquila reale è considerata una specie esclusivamente monogama (Cramp e Simmons, 1980), anche se in natura sono documentati alcuni e rari casi di "trio" (tre individui che condividono lo stesso nido). Questi possono essere un maschio e due femmine (poliginia) oppure una femmina e due maschi (poliandria). Da alcuni studi effettuati si evince come la presenza dei trii sia fortemente legata alla disponibilità di cibo, ed in particolar modo la poliginia è presente in zone molto ricche di prede, mentre la poliandria si può osservare in ambienti poverissimi di cibo (Newton, 1979). In ogni caso la presenza dei trii è da considerarsi rara. Non si sa molto del comportamento delle aquile reali al di fuori della stagione dell'allevamento. Quel che si è osservato è che da novembre a marzo aumentano considerevolmente i voli di coppia raggiungendo un picco tra gennaio e febbraio. Emozionante è il volo che precede l'accoppiamento ed è chiamato parata nuziale; la coppia si esibisce in spettacolari manovre, compiendo giri della morte e picchiate velocissime (Watson, 1997). Questi voli sono intervallati dalla scelta del luogo di nidificazione e quindi dalla successiva costruzione del nido. Quella delle parate nuziali è probabilmente l'unica forma di corteggiamento, oltre la copula, che avviene diverse settimane prima della deposizione delle uova (Watson, 1997).

Fondamentale, per l'aquila reale, è la scelta del luogo di nidificazione. I nidi sono costruiti in larga parte su pareti e nelle cenge (**Figura 11**), qualche volta su albero e raramente su strutture antropiche come piloni (Watson, 1997). Una coppia, durante le varie stagioni riproduttive, può usare lo stesso nido o crearne uno nuovo. Il materiale per la nidificazione viene portato a uno o più nidi durante il corso degli anni, fino a far diventare questi ultimi estremamente grandi (nido con diametro anche maggiore di 6 metri, Ellis, 1979). Tipicamente i nidi hanno un'altezza di circa mezzo metro, un diametro intorno a 1-1,5 m e un volume di 0,9-1,8 m³ (Gordon, 1955). Studi e monitoraggi effettuati in buona parte dell'Europa hanno evidenziato come principalmente l'aquila reale utilizzi i nidi su

parete; nelle zone montuose europee circa il 10% dei nidi sono costruiti sugli alberi (**Figura 12**), e nella maggior parte dei casi queste aree hanno pareti sono poco adatte. Al contrario in Svezia, Bulgaria e Finlandia i nidi sono principalmente edificati su albero e questo fatto è, ancora una volta, conseguenza dell'assenza di pareti utilizzabili.



Figura 11. *Nido d'aquila abbandonato da pochi anni, su roccia (foto di L. Martignoni).*



Figura 12. *Nido di aquila reale su albero (foto presa dal web).*

Martin Tjernberg ha effettuato negli anni '80 uno degli studi più dettagliati sui nidi su albero delle aquile reali (Tjernberg 1983). Da questo lavoro è emerso come questi rapaci, nel 70% dei casi, abbiano usato alberi con tronchi aventi diametro massimo da 45-65 cm per la nidificazione. L'altezza media degli alberi utilizzati per i nidi era di 17,2 m, mentre l'altezza media del nido era di 11,7 m.

Solamente il 10% dei nidi era posto nella metà inferiore dell'albero, e ancor più raramente la nidificazione avveniva sulla cima della pianta. Se, nel complesso, è facile misurare le variabili e le criticità dei nidi su albero, più difficile è fare lo stesso lavoro con i nidi edificati su parete (Watson, 1997). In particolare, due studi condotti in Spagna hanno evidenziato che le aquile reali scelgono di nidificare su pareti con determinate caratteristiche: devono essere zone inaccessibili e lontane dalla presenza umana, quindi distanti da sentieri, piste e paesi. Ciò è probabilmente da collegare al fatto che questa specie di rapace è stata oggetto di una massiccia persecuzione umana (Fernandez, 1993). Inoltre, anche la geologia e l'altezza delle pareti (**Figura 13**) hanno una influenza importante sulla scelta del sito di nidificazione. Le pareti inoltre devono avere cenge abbastanza pronunciate da poter supportare le ampie strutture (**Figura 14**), e abbastanza riparate sia dai fenomeni atmosferici che da possibili vie d'accesso (Watson, 1997).



Figura 13. Parete situata in Val di Tovel ricca di cenge. E' un ambiente tipico per la nidificazione dell'aquila reale (foto di A. Crippa).

Occasionalmente ci si può imbattere in nidi costruiti a terra, ai piedi di una parete o anche sulla vegetazione di un versante. Le cause di queste collocazioni possono essere diverse da sito a sito. Molte volte si tratta di nidi che, per qualche imprevisto, sono caduti dalla parete e si sono posizionati alla base di essa. In altri casi possono essere siti d'emergenza costruiti verso la fine dell'inverno nel caso che la neve abbia coperto il nido precedentemente creato. Alternativamente, possono essere edificati da genitori giovani e inesperti (Watson, 1997). In alcune zone del mondo, soprattutto negli Stati Uniti (in Europa solamente in Scozia), non è così raro imbattersi in nidi costruiti su strutture antropiche come ad esempio su piloni elettrici, o piattaforme poste in vicinanza a siti di estrazione di carbone o di miniere (Watson e Dennis, 1992).



Figura 14. *Nido di aquila reale, su roccia, costruito all'interno di una cengia (foto di A. Crippa).*

Nonostante nell'immaginario comune le aquile siano specie nidificanti su pinnacoli remoti vicini alla sommità di montagne impervie, questo fatto è raro e anche poco utile per l'animale stesso. Infatti, le severe condizioni climatiche della cima di molte montagne sono un deterrente per l'uccello. In ogni caso la vicinanza ai territori di caccia è forse il fattore che maggiormente influisce sulla scelta del sito di nidificazione. La relazione tra l'altezza del nido e l'elevazione dei territori circostanti è il prodotto di pressioni opposte: da una parte nidificare ad altitudini elevate riduce il rischio di predazione e anche di persecuzione da parte dell'uomo, dall'altra, oltre alle condizioni climatiche più rigide, c'è il problema del trasporto delle prede che avviene in "salita" e perciò è molto dispendioso dal punto di vista energetico (Watson, 1997). Un altro fattore che influenza la scelta del sito di nidificazione è il clima. Infatti a basse temperature i fenomeni atmosferici possono essere un serio problema. Se il nido è esposto a grosse nevicate, può accadere che i due genitori rinuncino alla cova, se invece le piogge sono frequenti e molto forti si rischia di arrivare alla morte dei nascituri. Anche una esposizione continua e incontrollata al sole può portare al surriscaldamento e alla morte dei nuovi nati (Kochert, 1972). Studi effettuati in varie aree di studio in Europa mostrano una correlazione tra il clima e l'orientamento dei nidi. In Scozia la direzione preferenziale è rivolta a nord, in Norvegia e Svezia, dove i nidi si trovano a quote maggiori, la principale direzione dell'esposizione è verso sud; nelle aree più meridionali dell'Europa, ad altitudini elevate, quindi sostanzialmente sulle Alpi e sui Pirenei (a quote di 1.500-1.800 m), i nidi sono rivolti principalmente a sud, al contrario, le popolazioni di queste regioni che vivono a quote inferiori, tra i 600-900 m evitano questa direzione di esposizione. Si è evidenziato, da questi studi, che, a parità di latitudine, si ha un cambiamento di orientamento dei nidi aumentando di quota. Queste differenze sono riconducibili principalmente alla quantità e intensità di radiazione solare che colpisce il nido. Infatti, a quote alte, e quindi a temperature basse, un irraggiamento consistente è utile per scaldare i nuovi nati, e inoltre i raggi solari permettono alla neve di sciogliersi prima. In regioni più basse, e di conseguenza a temperature maggiori, una prolungata esposizione al sole potrebbe essere mortale per i pulli (Watson, 1997).

4.5 CICLO VITALE

Tipicamente una coppia d'aquila reale depone una o due uova ad ogni stagione riproduttiva. Di solito, alle nostre latitudini, la deposizione avviene nei primi 10 giorni di marzo e la schiusa si ha più o meno nella seconda metà di aprile. Queste date non vanno però assolutizzate poichè le diverse popolazioni del rapace che vivono in zone e climi differenti, possono anticipare o posticipare il periodo della schiusa. Le uova sono usualmente ovali, raramente presentano zone più spigolose e appuntite. Uno studio scozzese afferma che le dimensioni medie sono 75 x 59 mm e pesano circa 145 g. Durante il corso dell'incubazione le uova perdono umidità e di conseguenza alla schiusa sono più leggere del 10% (Watson, 1990). Il colore del guscio varia da un bianco-pallido ad un bianco-rosato; ogni tanto può capitare che le uova "fresche" abbiano un colore azzurrognolo che poi viene perso nel giro di pochi giorni. Le uova possono essere più o meno segnate da macchie e striature da marroni ad ambrate. L'intensità e l'estensione delle venature è molto variabile all'interno della specie. Studi scozzesi hanno ipotizzato che la diversità delle chiazze si può imputare alla dieta differente dei vari individui ed inoltre hanno dimostrato come le aquile che nidificano sugli alberi producano uova con macchie molto diffuse e scure, forse addirittura per proteggerle dai uccelli predatori, utilizzandole come mimetismo (Watson, 1997).

Nell'emisfero boreale il rapace nidifica in un *range* superiore a 50° di latitudine. Ovviamente la deposizione delle uova avviene in momenti anche molto diversi da zona a zona; nelle aree desertiche e calde dell'Oman, situate a 20°N, la cova ha inizio a dicembre, mentre le popolazioni più settentrionali che vivono in Siberia e Alasca (fino a 70°N) non depongono prima di maggio, sfruttando le brevi e miti estati per l'allevamento dei piccoli. Generalmente in Europa il numero di uova deposte da ogni coppia è di due, con un solo uovo più frequente rispetto alla covata con 3 uova (Watson, 1999). Negli Stati Uniti, inoltre, la deposizione di due uova è più frequente che in Europa, ma sono maggiori anche i casi di tre uova (circa il 12% a fronte del 5% in Europa). In questa zona abbiamo anche segnalazioni di cova di 4 uova (Ray, 1928). L'intervallo tra due successive deposizioni di uova varia tra 3 a 5 giorni.

L'incubazione inizia con la deposizione del primo uovo e dura in media da 41 a 45 giorni (Gordon, 1955). Il ruolo degli adulti durante la cova non è del tutto chiaro, infatti differenti studi sono arrivati a diverse conclusioni. Alcuni di essi evidenziano come siano le femmine a covare per oltre l'83% del tempo (Collopy, 1984) mentre i maschi danno il cambio al proprio *partner* solo due volte al giorno per un periodo di 50 minuti ciascuna. Altri studi, come quello di Gordon del 1955 mostrano invece come i compiti siano perfettamente equiparati e come ogni singolo genitore trascorra metà del proprio tempo al nido (Watson, 1997). Sicuramente quest'ultimo esempio è molto più raro in natura, e solitamente è la femmina che si impiega maggiormente nella cova (Watson, 1997).

Una volta schiuse le uova, vengono alla luce aquilotti (**Figura 15**), coperti da un sottile pre-piumaggio bianco-grigio (che è sostituito a partire dal sesto giorno di vita da piume più lunghe e di un colore bianco-neve), dal peso di circa 100 g (Watson, 1997). Questo primo piumaggio viene completamente rimpiazzato a partire dal quindicesimo giorno di vita quando le piume da grigie

diventano più scure. Le prime penne di contorno a comparire sono le primarie seguite dalle secondarie, dalle penne della coda e da quelle scapolari che appaiono al diciottesimo giorno. Le piume del corpo spuntano dopo il ventisettesimo giorno, mentre le ultime a comparire sono le piume della testa e della gola (Ellis, 1979). Gli aquilotti vanno incontro a 3 distinte fasi del piumaggio. Il primo piumaggio, che permane fino al venticinquesimo giorno, copre interamente il pulcino con un colore grigiastro. Dal giorno 25 al 50 le piume bianche cominciano a essere sostituite da quelle nere; in questa fase l'uccello appare pezzato con macchie bianche e nere. Dal cinquantesimo giorno in poi il corpo del pullo è uniformemente marrone scuro, e da questo momento in poi i cambiamenti sono meno evidenti (Watson, 1997).



Figura 15. Due pulli di aquila reale presenti in un nido (foto presa dal web).

La crescita dei piccoli di aquila reale segue la classica curva di crescita dei rapaci. I piccoli di entrambi i sessi crescono lentamente per i primi 10 giorni e molto velocemente per i successivi 30 giorni e poi ancora lentamente per i giorni a seguire, raggiungendo, nel giro di 50 giorni il peso di 4 kg per le femmine e 3,5 kg per i maschi (Watson, 1997). Il cibo è procurato nei primi mesi di vita dai genitori, che cacciano e trasportano le prede al nido per permettere ai piccoli di nutrirsi. Questi compiti sono chiaramente divisi tra i 2 genitori, il maschio provvede alla caccia e al trasporto del cibo al nido (per una percentuale superiore all'80%), mentre la femmina aiuta gli aquilotti a mangiare e li protegge dal sole delle ore più calde facendo ombra col proprio corpo (Watson, 1997).

Per i primi 30 giorni di vita i pulcini sono totalmente dipendenti per quanto riguarda lo sminuzzamento del cibo, infatti non sono in grado di strappare bocconi di carne dalla preda e portarli al becco. Dopo il primo mese iniziano a sviluppare la coordinazione e il bilanciamento necessario per afferrare la preda con gli artigli e dilaniarla col becco. Dopo 50 giorni questo meccanismo è stato perfezionato e gli aquilotti sono ormai in grado di mangiare senza alcun problema. Da questo momento in poi i pulcini assumono la tipica postura a "mantello", che consiste nello stare sopra la preda con le ali parzialmente aperte, la coda a ventaglio e la testa china verso il basso, dando la sensazione di coprire totalmente il cibo (Ellis, 1979).

Molti fattori, sia individuali che ambientali, influenzano la durata del periodo trascorso dagli aquilotti nel nido. In primo luogo il periodo della cova, dello sviluppo individuale e di conseguenza la propensione a spiccare il volo sono parametri fondamentali per stimare il tempo di giacimento nel nido. In seconda battuta anche molti fattori esterni concorrono nel definire questa prima fase di vita: temperatura, piovosità, quantità di cibo portata al nido e disturbo antropico sono i fondamentali (Watson, 1997). Infine anche il sesso del piccolo sembra essere un elemento chiave, infatti, come in altre specie di rapaci, i maschi tendono a crescere più velocemente delle femmine (Newton 1979).

Il fenomeno del cainismo, per il quale il pulcino più piccolo è ucciso dal più grande è relativamente comune nelle aquile reali e in generale in tutte le specie del genere *Aquila*; di solito si verifica nei primi 15 giorni dopo la nascita (Scortegagna, 2010). Si pensa che questo comportamento evolutivo sia dettato, principalmente, dalla quantità di cibo disponibile (Watson, 1997). Infatti, se la quantità di prede non è sufficiente per sfamare entrambi i pulli, con ogni probabilità il maggiore sopprimerà il minore per poter sopravvivere.

Molti studi hanno evidenziato come, di solito, la durata di questo primo periodo di vita si aggiri tra i 60 e gli 80 giorni (Watson, 1997). Successivamente, verso fine luglio/ inizio agosto, iniziano i primi voli sempre sotto l'attenta supervisione degli adulti. Il giovane involato dipenderà ancora per qualche mese, fino a metà inverno, quando inizia la nuova stagione riproduttiva, dai genitori; trascorso questo tempo lascerà per sempre il territorio natale (Scortegagna, 2010). Dopo il primo involo, per alcune settimane, gli aquilotti si sistemano in luoghi situati a meno di 100 metri dal nido e qui rimangono silenziosi e difficilmente visibili in attesa del cibo portato dagli adulti. Solitamente, si posizionano su rami di alberi inaccessibili ai predatori terrestri e ogni tanto prendono il volo per brevi tratte, poiché le piume adibite al volo non sono ancora del tutto formate (Walker, 1987).

Uno studio effettuato da Bahat (1992) ha evidenziato come la prima azione predatoria compiuta da un aquilotto fosse avvenuta 68 giorni dopo l'involto e che l'ultima caccia coi genitori sia stata fatta 126 giorni dopo l'abbandono del nido. Durante questo periodo la dipendenza dai genitori diminuisce di giorno in giorno e la difficoltà delle azioni di caccia intraprese aumenta gradualmente (Watson, 1997).

Una volta che è avvenuto il primo volo, il pullo va incontro a 3 diversi periodi che lo porteranno all'abbandono dei territori natali. Durante il primo, che dura fino al settantesimo giorno dall'involto, il giovane rimane vicino al nido ed è ancora totalmente dipendente dai genitori. Il secondo intervallo, che si prolunga per altri 60 giorni, ci mostra un aquilotto che vive a circa 4-5 km dal nido, che inizia a cacciare e a rendersi sempre più indipendente. Nell'ultimo momento, che dura circa fino al giorno 180 dopo l'involto, il giovane, ormai del tutto indipendente, si allontana progressivamente dal nido e dai territori parentali (i maschi stanziano ad una distanza media di 12 km, mentre le femmine di 28 km) (Watson, 1997). Solitamente sia maschi che femmine trascorrono il loro primo inverno in questo nuovo e passeggero territorio. Finita la stagione fredda lasciano per sempre la zona di presenza del nido per disperdersi a grandi distanze, per poi riavvicinarsi ai territori natali dopo 2-3 anni. L'aquila reale di solito non alleva pulli prima dei 4-5 anni di età, anche se sono stati

documentati individui col piumaggio da sub-adulti riprodursi; questo di solito avviene principalmente in aree dove la popolazione di adulti è depressa per la persecuzione umana (Watson, 1997).

5 MATERIALI E METODI

L'aquila reale è tra le specie faunistiche di maggior prestigio e valore per il Parco Naturale Adamello Brenta e più in generale per il Trentino, come evidenziato nei vari Piani faunistici delle aree protette presenti sul territorio provinciale e nell'Atlante degli Uccelli del Trentino (Pedrini et al., 2005); in quest'ultima pubblicazione la specie è considerata vulnerabile. Le minacce principali sono la possibile perdita di *habitat* a causa del continuo rimboschimento e le uccisioni illegali da parte dell'uomo (Birdlife International, 2004).

Anche a livello nazionale è inserita nelle disposizioni legislative di settore e nella Lista Rossa degli Uccelli d'Italia, mentre a livello europeo è considerata specie di notevole valore conservazionistico e di tutela, come evidenziato dalle indagini conoscitive promosse dall'Unione Europea e dalle direttive della stessa. In Europa l'aquila reale è considerata rara (Birdlife International, 2004; Tucker e Heath, 1994) e rientra tra le specie dell'allegato 1 (cioè tra le specie prioritarie per le quali sono presenti misure speciali di conservazione) della "nuova" Direttiva Uccelli (CEE 2009/147).

Preso atto della valenza della specie, e data la presenza importante dell'uccello sul territorio, sin dal 1996 il PNAB ha avviato uno specifico piano di monitoraggio. In una prima fase – tra il 1996 ed il 1998 - il PNAB ha affidato un incarico all'allora Museo Tridentino di Scienze Naturali. Nel 1999 - visti gli interessanti risultati conseguiti - il PNAB ha deciso di proseguire il monitoraggio per altri 3 anni dal 1999 al 2001 (Volcan, 2011).

Successivamente, dal 2002 ad oggi, la ricerca è stata condotta direttamente dal Parco Naturale Adamello Brenta, anche se il monitoraggio non è stato eseguito in tutti gli anni (sospensione nel 2008-2009 e tardivo monitoraggio [da maggio] nel 2010). I dati raccolti costituiscono una serie storica importante coprendo un periodo complessivo di oltre 20 anni.

5.1 AREA DI STUDIO

L'area di studio (**Figura 16**) soggetta al suddetto lavoro di tesi non segue perfettamente i confini né del Parco né del Geoparco, anzi si può affermare che la superficie oggetto del monitoraggio contenga completamente sia il primo che il secondo, estendendosi ben oltre questi confini. Questa zona, infatti, corrisponde al territorio di pianificazione individuato dal primo Piano Faunistico del Parco Naturale Adamello Brenta (Volcan, 2011). Il territorio monitorato ha un'area approssimativa di 1.400 km² (Volcan, 2016).

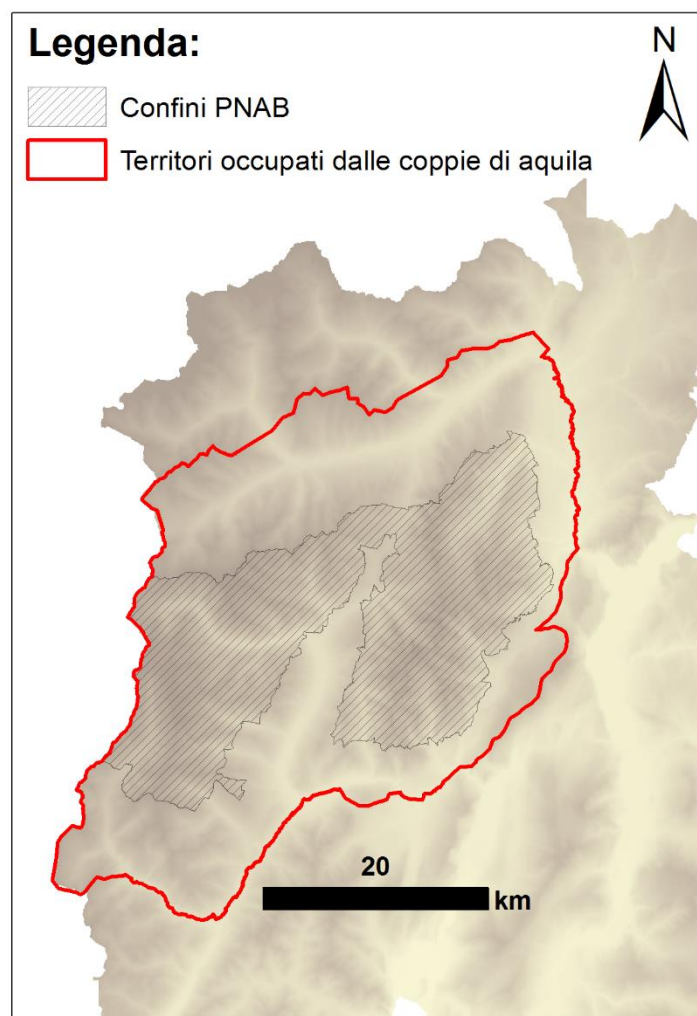


Figura 16. Area di studio considerata per il monitoraggio dell'aquila nel territorio del PNAB e aree limitrofe.

Le quote si collocano tra i 550-3.558 m s.l.m., in funzione di ciò è interessata dalla presenza di ambienti decisamente eterogenei tra loro e zone profondamente diverse. È delimitata da significative barriere ecologiche quali alte creste montuose ed estesi fondovalli che verosimilmente costituiscono i naturali confini territoriali tra le coppie d'aquile insediate nell'area e quelle limitrofe (Volcan, 2011).

5.2 OBIETTIVI

Il seguente lavoro di tesi ha una serie di differenti finalità: (i) monitorare le coppie di aquila reale all'interno dei confini del Parco e nelle aree circostanti, valutando lo *status* della specie, (ii) archiviare e georeferenziare tutti i dati storici disponibili al Parco, (iii) indagare la produttività della specie nei diversi anni in funzione delle principali variabili climatiche e ambientali e (iv) produrre un protocollo di monitoraggio della specie, mirando ad una standardizzazione del metodo.

In particolare il primo obiettivo si è prefissato di proseguire nel lavoro di monitoraggio delle coppie di aquila reale svolto dal Parco per definirne lo *status*, la distribuzione, la numerosità, le dinamiche e le eventuali problematiche delle coppie presenti. E' infatti fondamentale, affinché un monitoraggio risulti efficiente nel tempo, acquisire una serie storica di dati il più precisa, dettagliata e continuativa possibile. Per far ciò sono stati descritti tutti i nidi noti, attuali e storici, attraverso le loro caratteristiche, la loro posizione, il punto di osservazione ed estensione/confine dei territori utilizzati dalle diverse coppie presenti. Un secondo obiettivo ha previsto l'archiviazione in un geodatabase di tutti i dati disponibili al Parco, con l'aggiunta di tutti i dati raccolti nel 2017. Tale lavoro propedeutico alla caratterizzazione dei nidi anche da un punto di vista ambientale e climatico e quindi alla correlazione della produttività registrata annualmente da ciascuna coppia con questi nuovi parametri associati, cercando di capire le potenzialità dei vari territori.

Ultimo obiettivo di questo lavoro è quello di redigere un semplice protocollo di monitoraggio che permetta di ottenere dati robusti e confrontabili di anno in anno con uno sforzo ragionevole.

In particolare, per quanto concerne il lavoro di monitoraggio svolto nel periodo primaverile-estivo del 2017, ci si è prefissi di definire i seguenti parametri per ciascuna coppia:

- localizzazione dei siti riproduttivi;
- localizzazione dei territori utilizzati;
- successo riproduttivo e tasso di involo.

La raccolta di tali dati permetterà di valutare il numero di coppie territoriali presenti nell'area di studio e la relativa densità, una stima quantitativa della popolazione presente, stimando anche le aquile non territoriali che frequentano queste zone.

5.3 MATERIALI

Le attrezzature per svolgere i miei studi mi sono state fornite direttamente dall'Ufficio Fauna del PNAB, e consistevano in:

- BINOCOLO (ZAISS 8X42);
- MACCHINA FOTOGRAFICA (Nikon P900);
- CANOCCHIALE (LEICA Apo-Televid 82);
- CARTINA DEL PARCO (scala 1:50.000 e sezioni in scala 1:10.000);
- CARTOGRAFIA CON LA POSIZIONE DEI NIDI NOTI (scala 1:10.000 o di maggior dettaglio);
- BUSSOLA;
- TELEMETRO (LEICA LRF 800);
- SCHEDE PER LA RACCOLTA DATI (**Figura 17**);
- GPS (Garmin GPSmap 60CS).

SCHEDA MONITORAGGIO AQUILA

RILEVATORE:	SCHEDA N.:
DATA:	QUOTA osservatore: msm
PUNTO D'OSSERVAZIONE:	
Coordinate geografiche E _____ N _____ (facoltative) ALLEGARE SEMPRE COPIA DI CARTA TOPOGRAFICA 1:10.000-1:25.000 CON LA POSIZIONE DELL'OSSERVATORE E LE LOCALIZZAZIONI DEGLI SPOSTAMENTI EFFETTUATI DALLE AQUILE AVVISTATE	
CONDIZIONI ATMOSFERICHE:	
visibilità:	copertura del cielo: $\frac{1}{4}$ ☐ $\frac{1}{2}$ ☐ $\frac{3}{4}$ ☐ $\frac{4}{4}$ ☐
vento:	altro:
INIZIO OSSERVAZIONE:	FINE OSS.:

AVVISTAMENTO N 1	
Inizio avvistamento.:	fine avv.: n. individui
Coppia territoriale: ☐ ; coppia con giovane ☐ ; aquila solitaria ☐ ;	
Età presunta: adulto: M ☐ F ☐ Ind ☐ ; subadulto: ☐ ☐ ; IMMATURO: ☐ ☐ ; GIOVANE DELL'ANNO: ☐ ☐ IND. TOT. ☐ ☐ ☐ ☐	
Coordinate geografiche E _____ N _____ (facoltativa) ALLEGARE SEMPRE COPIA DI CARTA TOPOGRAFICA 1:10.000-1:25.000 DEL PRIMO AVVISTAMENTO, DIREZIONE DI ARRIVO E DI SCOMPARSA	
Proveniente da: si è diretto verso:	
quota di volo stimata: _____ m	Nido sì ☐ no ☐ E: _____; N: _____
tipo di comportamento:	volteggio di coppia ☐ volo solitario ☐ Volo a festoni ☐ coppia con giovane/i ☐
lotta fra coppia territoriale e altre aquile ☐ Trasporto rami ☐ trasporto prede ☐ Posato ☐ su albero ☐ su roccia ☐	
AVVISTAMENTO N 2	
Inizio avvistamento.:	fine avv.: n. individui
Coppia territoriale: ☐ ; coppia con giovane ☐ ; aquila solitaria ☐ ;	
Età presunta: adulto: M ☐ F ☐ Ind ☐ ; subadulto: ☐ ☐ ; IMMATURO: ☐ ☐ ; GIOVANE DELL'ANNO: ☐ ☐ IND. TOT. ☐ ☐ ☐ ☐	
Coordinate geografiche E _____ N _____ (facoltativa) ALLEGARE SEMPRE COPIA DI CARTA TOPOGRAFICA 1:10.000-1:25.000 DEL PRIMO AVVISTAMENTO, DIREZIONE DI ARRIVO E DI SCOMPARSA	
Proveniente da: si è diretto verso:	
quota di volo stimata: _____ m	Nido sì ☐ no ☐ E: _____; N: _____
tipo di comportamento:	volteggio di coppia ☐ volo solitario ☐ Volo a festoni ☐ coppia con giovane/i ☐
lotta fra coppia territoriale e altre aquile ☐ Trasporto rami ☐ trasporto prede ☐ Posato ☐ su albero ☐ su roccia ☐	

Figura 17. Scheda raccolta dati per il monitoraggio dell'aquila nel territorio del PNAB e aree limitrofe.

5.4 METODI

Per il seguente lavoro di tesi è stata utilizzata una metodologia di monitoraggio e raccolta dati “classica” che si basa sulla consultazione della serie storica di dati, quindi una parte più indiretta, e su una consistente e notevole parte di monitoraggio diretto, fatta su campo. Questa seconda operazione è suddivisa in tre fondamentali e differenti passaggi (Fasce e Fasce, 2003). Il primo consiste nel controllo diretto e annuale di ogni coppia effettuato come minimo 3 volte durante l’anno. Tale indagine è fondamentale per studiare il comportamento della coppia, evidenziando eventuali atteggiamenti indicativi di corteggiamento e successivo accoppiamento (questa prima parte del lavoro non è stata svolta da me). Un secondo passaggio prevede il controllo di ogni nido noto di tutte le singole coppie durante la fase di cova. Questo perché, come già precedentemente scritto, è possibile che un sito di nidificazione già utilizzato in passato, venga “sistemato” e riutilizzato. Se il sito è occupato, significa che la riproduzione è avvenuta e la femmina è in cova, se tutti i nidi noti sono vuoti allora se ne devono ricercare di nuovi.

Una volta chiarita al meglio la situazione riguardo le coppie, lo sforzo del monitoraggio è rivolto a identificare le femmine in cova e successivamente l’involto degli aquilotti (che permette il calcolo del successo riproduttivo annuale).

Per effettuare il controllo dei nidi, della cova e del periodo successivo alla schiusa delle uova sono stati individuati e utilizzati dei punti di osservazione a distanza. Tali punti devono innanzitutto (i) essere facilmente raggiungibili o tramite automobile o con camminate non troppo impegnative, sia per facilitare il trasporto dell’attrezzatura, sia per ottimizzare i tempi; (ii) essere sufficientemente nascosti e distanti per evitare di attirare la presenza di curiosi o appassionati che potrebbero arrecare disturbo all’animale; (iii) trovarsi in posizione non troppo sopraelevata, permettendo l’osservazione dei rapaci “contro cielo” in modo da evidenziare al meglio la sagoma e facilitare lo studio degli spostamenti dei vari esemplari.

Durante una tipica giornata di monitoraggio venivano osservate almeno 2 differenti coppie di aquila. La prima in mattinata, circa dalle 9.00 alle 12.00, la seconda nel pomeriggio (dalle 14.00 alle 16/16.30). Tutti gli avvistamenti di aquila ed eventualmente altri rapaci venivano segnati su una scheda (**Figura 17**), in cui veniva anche specificato il tipo di avvistamento, l’orario, il comportamento dell’animale e la direzione di volo.

Una seconda parte del tirocinio ha previsto il controllo e l’archiviazione in *database* delle caratteristiche del nido, dell’ambiente in cui esso è collocato e del monitoraggio svolto (occupazione nido, cova, schiusa e tasso di involo) per tutti i dati storici. Si è proceduto poi con la georeferenziazione di tutti i siti di nidificazione noti ed anche delle coordinate dei punti di osservazione (compresa la direzione di osservazione del nido). Il *geodatabase* è stato creato con il programma ArcMap 9.3. Inoltre ciascun sito è stato associato a tutta la documentazione fotografica disponibile. Tale lavoro risulta di fondamentale importanza per la fase successiva di analisi dei dati dell’intera serie storica.

Una volta raccolti tutti i dati sulle diverse coppie, sono stati calcolati diversi parametri per avere informazioni sullo *status* dell'aquila reale nel Parco. Sono stati individuati e indicati, il numero di coppie territoriali, cioè tutte le coppie di aquila reale nidificanti all'interno dei confini del PNAB e nelle zone limitrofe, le coppie controllate, vale a dire il numero delle coppie che sono state monitorate e censite in modo soddisfacente durante la stagione, le coppie di successo, cioè quelle che hanno involato almeno un aquilotto, i giovani involati, ossia il numero totale di neo-nati che sono sopravvissuti e appunto hanno compiuto il primo volo, la produttività, ovvero il rapporto tra coppie controllate e giovani involati, il successo riproduttivo, vale a dire il rapporto percentuale tra le coppie di successo e le coppie controllate, e, infine il tasso di involo, ossia il rapporto tra i giovani involati e le coppie di successo (**Tabella 2**).

La costruzione di un *geodatabase* ha permesso l'associazione di ciascun punto di nidificazione a caratteristiche ambientali quali quote, esposizioni ed *habitat* prevalente per permettere una prima descrizione dei siti riproduttivi per questa specie nell'area del Parco e un confronto con le altre situazioni note in Europa. Inoltre, il successo riproduttivo riscontrato negli anni (periodo: 1996-2017) nei vari siti monitorati è stato associato a dati climatici (temperature medie in °C e precipitazioni totali in mm). I dati meteo sono stati scaricati dal sito www.meteotrentino.it e in particolare è stata presa in considerazione la stazione di Tione di Trento (Lat 46,04 Long 10,73; quota: 533 m) e quella di Campodenno (Lat 46,26 Long 11,03; quota: 610 m), situate all'interno dei confini del Parco con dati confrontabili e complementari. I calcoli delle temperature medie e della piovosità sono stati eseguiti prendendo in considerazione le tempistiche della riproduzione (metà gennaio – fine febbraio), della cova (inizio marzo – fine aprile) e dell'allevamento dei pulli nel nido fino all'involo (inizio maggio – fine giugno). L'effetto del clima sulla produttività annuale delle coppie è stato testato mediante la creazione di Modelli Lineari Generalizzati (GLM), dai quali in successione sono stati esclusi gli effetti non significativi e che non contribuivano ad aumentare l' R^2 del modello.

Infine, è stato possibile produrre un protocollo di monitoraggio della specie e di archiviazione dei dati che miri alla standardizzazione del metodo e all'applicazione di un monitoraggio con un buon rapporto tra sforzo di campionamento e dati raccolti.

6 RISULTATI E DISCUSSIONE

6.1 SITUAZIONE DELLA SPECIE NEL PARCO

I primi studi su questo rapace, tra i confini del Parco, furono intrapresi da Paolo Pedrini dal 1982 al 1992 nell'ambito di una ricerca provinciale (Volcan 2016), e, a partire dal 1996, ha avuto inizio un monitoraggio annuale standardizzato, volto a controllare nel tempo il *trend* della popolazione di aquila reale all'interno dei confini del Parco. Dalle prime indagini di Pedrini vennero individuate, nel Parco, 14 coppie, 6 di esse gravitanti nell'area delle Dolomiti di Brenta e le restanti 8 nidificanti nell'area dell'Adamello-Presanella (Pedrini, 1991). Durante i monitoraggi del ventennio successivo si è notata una crescita della popolazione. Negli anni '90 si sono stanziate altre due coppie nel settore meridionale delle Dolomiti di Brenta, nel 2001 si è insediata la coppia denominata Cles (porzione a nord-est dell'area di studio) e nel 2003 la coppia Non 2 (porzione orientale della parte nord delle Dolomiti di Brenta). Nel 2016, quindi, le coppie di aquila reale censite nel Parco Naturale Adamello Brenta ammontano a 18 (Volcan 2016), più precisamente 10 nidificanti nel settore del Brenta e 8 nella zona dell'Adamello (**Tabella 1** e **Figura 18**). E' interessante notare, come nel 2013, le coppie stanziali nel PNAB fossero 19 e non 18. Questo poiché le valli di San Valentino e Borzago, solitamente territorio di una sola coppia di aquile, hanno ospitato anche una coppia di individui immaturi che hanno scelto questa zona per passare l'inverno prima di disperdersi altrove.

BRENTA (10 Coppie)	ADAMELLO-PRESANELLA (8/9 Coppie) *
Tovel (7)	Genova1 (13)
Non1 (18)	Genova2 (4)
Non2 (8)	San Val./Borzago (12)
Molveno (17)	Breguzzo (11)
Ambiez (16)	Daone (10)
Stenico (15)	Fumo (9)
Algone (14)	Presanella1 (2)
Brenta (5)	Presanella2 (1)
Meledrio (6)	
Cles (3)	

Tabella 1: Territori occupati dalle coppie di aquila reale presenti nel PNAB. I numeri si riferiscono al territorio cartografato nella mappa di Figura 18. [*= nell'anno 2013 la coppia "San Valentino/Borzago" ha ospitato nel proprio territorio una coppia di individui immaturi che poi si è dispersa durante la successiva stagione invernale]

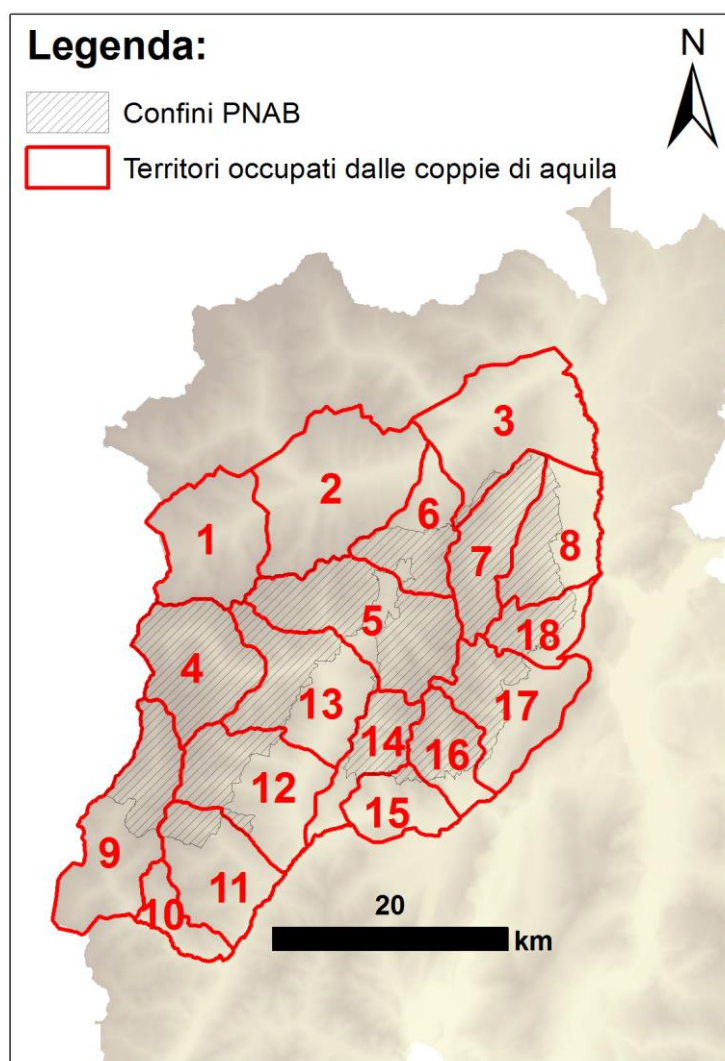


Figura 18. *Mappa dei territori occupati dalle 18 coppie di aquila nell'area del PNAB e territori limitrofi. La denominazione e ripartizione dei vari territori tra le Dolomiti di Brenta e il massiccio montuoso dell'Adamello-Presanella è riportato in Tabella 1.*

Gli individui adulti presenti stabilmente nel Parco e aree limitrofe sono quindi 36 (18 coppie). Accanto a questi ogni anno ci si può imbattere in una serie di aquile definite *floaters*, che sono animali di passaggio che attraversano le Alpi in entrambi i sensi (Volcan, 2016).

Durante il ventennio dal 1996 al 2016 (**Tabella 2**) sono state controllate 223 coppie sulle 367 totali note. Le coppie riproduttive sono state 79 e gli aquilotti involati 82, con una produttività di 0,37, un successo riproduttivo del 35,4% e un tasso d'involto di 1,04. Un valore di produttività molto simile (0,36) è stato riscontrato nel Parco delle Dolomiti Friulane più o meno nello stesso periodo (1999-2016) (Borgo, 2017).

ANNO	COPPIE TERRITORIALI	COPPIE CONTROLLATE	COPPIE DI SUCCESSO	GIOVANI INVOLATI	PRODUTTIVITÀ	SUCCESSO RIPRODUTTIVO	TASSO INVOLTO
1996	16	5	3	4	0,80	60	1,33
1997	16	9	0	0	0	0	0
1998	16	12	6	6	0,50	50	1
1999	16	10	2	2	0,20	20	1
2000	16	14	5	5	0,36	35,7	1
2001	17	15	3	3	0,27	20	1
2002	17	14	5	6	0,43	35,7	1,2
2003	18	14	8	8	0,57	57	1
2004	18	14	7	7	0,50	50	1
2005	18	15	6	6	0,40	40	1
2006	18	14	8	8	0,57	57	1
2007	18	15	4	5	0,30	26,7	1,25
2008							
2009							
2010	18	12	4	4	0,33	33	1
2011	18	14	6	6	0,43	43	1
2012	18	16	8	8	0,50	50	1
2013	19	17	1	1	0,5	5	1
2014	18	5	1	1	0,2	20	1
2015	18	4	1	1	0,25	25	1
2016	18	4	1	1	0,25	25	1

Tabella 2. Dati ricavati dai monitoraggi svolti nel territorio del PNAB e aree limitrofe dal 1996 al 2016.

6.2 CARATTERIZZAZIONE DEI NIDI E DEI TERRITORI

I nidi localizzati con certezza in questi 20 anni sono 92, quelli certi ma non localizzati con precisione 7 e 3 sono crollati per precipitazioni nevose o a causa del vento. Altri nidi, anche se non perfettamente localizzati sono con certezza presenti, e la loro posizione è ascrivibile all'interno di un'area limitata. In media i nidi per coppia sono 6,3 (considerando anche i nidi sicuri ma non localizzati con certezza), con un massimo di 11 siti differenti per 2 coppie (la coppia Stenico ne ha 13 ma 2 oltre a essere dubbi, non sono stati localizzati con certezza) e un minimo di 2 siti, anche questo per 2 coppie (Volcan, 2016). Tredici nidi (11 localizzati con precisione e 2 non identificati ma circoscritti in una zona a bosco) sul totale (poco più del 10%) sono stati costruiti su albero, più precisante 4 su abete rosso, 2 su abete bianco, 2 su pino mugo e 3 su una conifera non precisamente identificata. Questa percentuale è in perfetta sintonia con la media delle zone montuose europee (Watson, 1997). Un dettaglio della collocazione del nido (su roccia o albero/cespuglio) è riportata in **Tabella 3**. Nel Parco delle Dolomiti Friulane i nidi noti sono 81 (di cui 7 su albero) che significa una media di 7,4 nidi per coppia (Borgo, 2017), un valore simile a quello del PNAB.

Le 18 coppie censite sono distribuite su una superficie di 1440 km² (area di studio) con un *home range* medio di 80 km² (estensione minima: 28,3 km² per la coppia Daone, estensione massima:

141,3 km² per la coppia Presanella_2, DS: $\pm 32,2$ km²) per coppia con una densità pari a 12,3 coppie/1000 km² (**Tabella 4**). Più nel dettaglio, le coppie stanziato nella zona dell'Adamello-Presanella hanno un *home range* medio di 90 km² con DS pari a $\pm 32,8$ km², mentre nella macroregione delle dolomiti di Brenta l'estensione media dei territori si aggira intorno ai 70,5 km² con una DS pari a $\pm 30,8$ km². Confrontando i dati con altre aree di presenza di questa specie, è interessante notare che nel vicino Parco dello Stelvio la presenza di aquila reale è consistente, con densità che si aggirano intorno alle 15,75 coppie/1000 km² (Bassi et al., 2015). Tale valore, superiore a quello riscontrato nel PNAB, questo poiché, probabilmente, la disponibilità di prede è maggiore e i rapaci necessitano di territori di caccia di minore estensione. Nella zona delle Alpi Centro-Orientali, invece, la densità è minore, circa 5,9 coppie/1000 kmq, meno della metà rispetto ai valori riscontrabili nel Parco (Pedrini, 2001). Nella macroregione degli Appennini il valore è significativamente minore, circa 1,8 coppie/1000 km² (Borlenghi e Corsetti, 2002), mentre nel Parco Nazionale del Gran Paradiso la densità di aquila reale è molto elevata, circa 23 coppie/1000 km² (Borlenghi et al, 2014).

COPPIA	NUM NIDI	SU ROCCIA	SU ALBERO/ CESPUGLIO	SUBSTRATO	ALT MED	DS	DUBBI
Tovel	11	11	0	Carbonatico	1575	128,2	3
Non2	8	7	1	Carbonatico	1603	55,7	1
Non1	9	7	2	Carbonatico	1505	285,2	1
Molveno	10	9	1	Carbonatico	1462	192	2
Ambiez	9	8	1	Carbonatico	1561	172	0
Stenico	13	11	2	Carbonatico	1332	350,2	2
Algone	8	6	2	Carbonatico	1602	171,3	0
Brenta	5	5	0	Carbonatico	1582	181,8	0
Meledrio	6	5	0	Carbonatico	1812	115,1	1
Cles	3	2	0	Carbonatico	1176	81,9	3
Genova1	4	2	0	Siliceo	1566	44,7	2
Genova2	5	3	2	Siliceo	1678	313,7	0
San Val./Borzago	3	3	0	Siliceo	2044	599	2
Breguzzo	5	4	0	Siliceo	1850	213	3
Daone	6	5	1	Siliceo	1736	285,8	3
Fumo	6	5	1	Siliceo	1852	233,1	2
Presanella1	2	2	0	Siliceo	1880	24,7	2
Presanella2	2	2	0	Siliceo	1651	65,7	0

Tabella 3. Frequenze di collocazione dei nidi di aquila per le coppie gravitanti nel territorio del PNAB e aree limitrofe.

NOME COPPIA	AREA (km ²)
Cles (3)	121,29
Non2 (8)	73,37
Tovel (7)	65,59
Meledrio (6)	60,29
Presanella2	141,17
Presanella1	88,79
Genova2 (4)	87,73
Brenta (5)	121,62
Non1 (18)	38,82
San Val./Borzago (12)	101,02
Molveno (17)	87,90
Ambiez (16)	45,94
Stenico (15)	43,02
Algone (14)	47,59
Genova1 (13)	101,58
Fumo (9)	107,46
Daone (10)	28,29
Breguzzo (11)	79,48
Media	80,05

Tabella 4. *Home range* occupato da ogni coppia presente nel PNAB e aree limitrofe. I numeri tra parentesi si riferiscono al territorio cartografato nella mappa di Figura 18.

La maggior parte dei nidi è concentrata nella macroregione del Brenta (ben 82 sui 115 nidi conosciuti), poichè il substrato carbonatico facilita la presenza di numerose cenge e, di conseguenza, di siti idonei alla nidificazione.

I nidi conosciuti sono collocati ad una quota media di 1595 m s.l.m. (quota minima: 664 m per la coppia Stenico; quota massima: 2552 m per la coppia Borzago; DS: ± 278 m), più nel dettaglio, nella zona delle Dolomiti del Brenta la quota media è di 1522 m s.l.m. (DS: ± 244 m), mentre nel settore dell'Adamello-Presanella i nidi si trovano ad una altezza media maggiore 1776 m s.l.m. (DS: ± 276 m). I dati provenienti dal Parco dello Stelvio indicano come, in questa area protetta, l'altezza media dei nidi sia significativamente più elevata, 2035 m s.l.m., con un *range* altitudinale che si estende tra 1317 e 2496 m (DS: ± 230.5 m (Bassi et al., 2015)).

Le esposizioni dei siti di nidificazione prevalenti sono riportate nella **Tabella 5** e rappresentate in **Figura 18**.

ESPOSIZIONE	N° NIDI
NORD	16
NORD-EST	10
EST	13
SUD-EST	15
SUD	21
SUD-OVEST	15
OVEST	12
NORD-OVEST	13

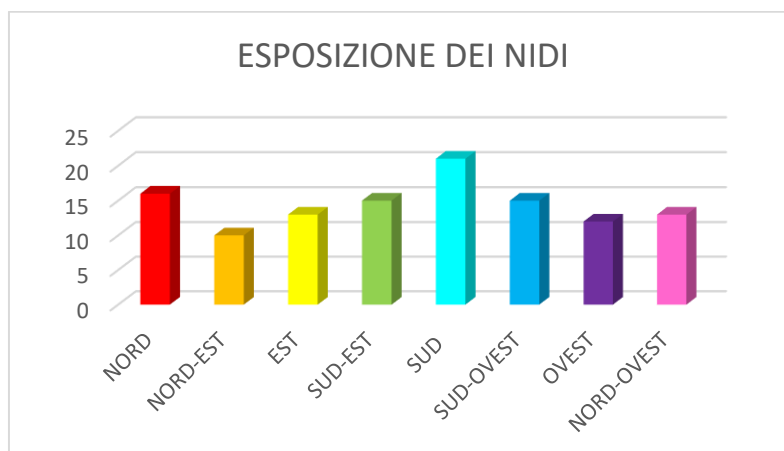


Tabella 5 e Figura 18. *Esposizioni dei nidi di aquila conosciuti nel territorio del PNAB e aree limitrofe.*

Si nota come l'esposizione preferenziale dei nidi sia quella rivolta a sud, infatti il numero di siti di nidificazione presenti da sud-est a sud-ovest sono 51. Questo dato concorda con quanto scritto da Watson (1997), che mostra come nelle zone alpine, a quote superiori a 1500 m, così come nelle regioni scandinave più fredde, i nidi si trovano principalmente rivolti a sud, esposizioni favorite per irraggiamento solare maggiore. Dato che le altezze dei nidi sono molto variabili, con un *range* compreso tra 664 m e 2552 m, sono presenti anche molti nidi con differente esposizione; ad esempio 39 sono situati in direzione nord (da nord-est a nord-ovest), una tipica esposizione delle zone Appenniniche e delle montagne Spagnole, più basse e calde (Watson, 1997).

6.3 RIPRODUZIONE

Delle 18 coppie di aquila reale presenti sul territorio del Parco Naturale Adamello Brenta, durante la mia stagione di monitoraggio, ne sono state controllate 14, 2 delle quali (quelle denominate Brenta e Non2) in modo non sufficiente da poter trarre tutte le informazioni sul successo riproduttivo. La collocazione in aree impervie e non facilmente raggiungibili, oltre alla distanza di raggiungimento, ha infatti reso il monitoraggio di queste due coppie meno agevole. Inoltre, la coppia Brenta ha fatto sorgere una serie di quesiti aggiuntivi. Infatti durante l'inverno del 2016, quello che potrebbe essere l'esemplare femmina della coppia, è stato trovato in stato debilitato a causa di una infezione batterica all'artiglio di una zampa che gli impediva di alzarsi in volo. Dopo circa una decina di giorni di cure antibiotiche, l'animale è stato liberato nei pressi del luogo di ritrovamento. Tutto ciò, però, può aver influito in maniera negativa sulla coppia e sulla riproduzione annuale. Quindi, ai fini dello studio sulla produttività, in accordo con quanto fatto negli anni precedenti, sono state considerate solamente le 12 coppie controllate in modo più continuo e assiduo (**Tabella 6**).

Le mie uscite sul campo sono iniziate il 15 aprile 2017, in accordo con le date stabilite nel progetto formativo e sono terminate il 30 agosto dello stesso anno. Il monitoraggio aquila però è stato avviato un paio di settimane prima, con l'uscita sul campo di due guardie del Parco, Gilberto Volcan e Michele Zeni.

In corrispondenza con la tempistica del ciclo riproduttivo e vitale dell'aquila reale sulle Alpi, le mie prime giornate di monitoraggio avvenivano a cavallo tra gli ultimi giorni di cova e la schiusa della prime uova. Tutte le informazioni relative all'occupazione del nido e alla continuità di presenza dell'adulto sono state registrate, unitamente alle date/orari di osservazione. Qualora si riscontrasse qualche differenza nel sito riproduttivo (ad esempio una nuova collocazione), si procedeva alla descrizione dello stesso, corredando il nuovo dato con materiale fotografico e tutte le indicazioni per ricostruire la sua posizione in carta. Inoltre, anche quando la coppia non mostrava segni di cova in corso, venivano segnati gli esemplari avvistati, al fine di cercare di avere un quadro più chiaro della situazione. Delle 12 coppie seguite durante questa prima fase, sei mostravano evidenti segni di cova.

NOME COPPIA	COPPIA CONTROL.	PRESENZA MASCHIO	PRESENZA FEMMINA	UTILIZZO SITO	OSSER. COVA	OSSER. ALLEV.	COPPIA SUCC.	INVOLO GIOV.I
Tovel	Si	Si	Si	Vecchio	Si	Si	Si	1
Non2	Insuff.							
Non1	Si	Si	Si	Vecchio	Si	No	No	0
Molveno	Si	Si	Si	Vecchio	Si	Si	Si	1
Ambiez	Si	Si	Si	Nessuno	No	No	No	0
Stenico	Si	Si	Si	Nuovo	Si	Si	Si	1
Algone	Si	Si	Si	Vecchio	No	SI	Si	1
Brenta	Insuff.							
Meledrio	Si	Si	Si	Nessuno	No	No	No	0
Cles	No							
Genova1	Si	Si	Si	Nessuno	No	No	No	0
Genova2	Si	Si	Si	Nuovo	No	Si	Si	1
S.Val./Borzago	Si	Si	Si	Nessuno	No	No	No	0
Breguzzo	Si	Si	Si	Vecchio	Si	Si	Si	1
Daone	No							
Fumo	Si	Si	Si	Vecchio	Si	Si	Si	1
Sole1	No							
Sole2	No							
TOTALE	12	12	12	6 V; 2N	6	7	7	7

Tabella 6. Risultati del monitoraggio durante l'anno 2017

Nei mesi successivi si andavano a ricercare, nelle varie coppie, i comportamenti tipici dell'allevamento, quindi l'apporto di cibo al nido, il richiamo insistente del pullo e anche le piume bianche dentro al nido, tipiche della prima muta. Delle 12 coppie monitorate 7 hanno mostrato segni di allevamento. In particolare le coppie Algone e Genova2, pur non avendo mostrato segni evidenti di cova, hanno dato alla luce due pulli. Al contrario, la coppia Non1, che presentava delle prove limpide di cova, non è stata in grado di giungere alla conclusione; questa problematica si è verificata in modo continuativo, negli ultimi anni in questa coppia. Invece, con buona probabilità, il

comportamento particolarmente schivo delle coppie Algone e Genova2 durante la cova può essere correlato al fatto che i territori di queste aquile sono spesso meta di molti turisti che producono maggiore disturbo e pericolo per gli animali. Uno studio condotto in Finlandia ha mostrato come l'aquila reale sia molto sensibile al turismo, infatti il grado di disturbo antropico ha influito negativamente sull'occupazione dei territori ma non sulla riproduzione, mettendo in evidenza come il turismo possa essere una fonte di disturbo sempre più crescente per la salvaguardia della specie (Kasisanlahti-Jokimaki et al, 2008).

Durante le ultime le ultime settimane di monitoraggio, lo sforzo sul campo è stato indirizzato verso la ricerca di prove dell'involto dei giovani. Una volta che questa veniva verificata, la coppia non era più seguita. Tutto ciò veniva fatto per utilizzare maggiormente il tempo rimasto per controllare le coppie di aquila che mostravano situazioni dubbie e incerte. Una delle coppie più "problematiche" e difficili da inquadrare è stata quella di San Valentino. Infatti, sebbene i due esemplari sono stati avvistati più volte, si aveva la sensazione che la parte sommitale della valle fosse occupata da un altro esemplare immaturo o addirittura da una seconda coppia di aquila reale. I dubbi e le perplessità su questa situazione sono aumentati quando è stato notato che nel 2013 la stessa coppia aveva "ospitato" nel proprio territorio 2 aquile reali immature che avevano poi abbandonato la zona durante la stagione invernale. Abbiamo quindi osservato a lungo la coppia e compiuto monitoraggi simultanei che però non hanno dato una conferma delle nostre prime sensazioni. E' stato così deciso di non considerare questa ipotetica seconda coppia, ma di pensare all'individuo immaturo osservato come un *floates* che seguiva una rotta di dispersione.

Dunque, alla fine della stagione di monitoraggio, delle 12 coppie seguite con costanza (Tovel, Non1, Molveno, Ambiez, Stenico, Algone, Meledrio, Genova1, Genova2, San Val./Borzago, Breguzzo, Fumo), sette (Tovel, Molveno, Stenico, Algone, Genova2, Breguzzo, Fumo) hanno portato a termine la cova riuscendo ad involare un giovane aquilotto a testa. La produttività è stata quindi pari a 0,58, un valore abbastanza alto soprattutto se confrontato con quelli degli ultimi anni (**Figura 19**).

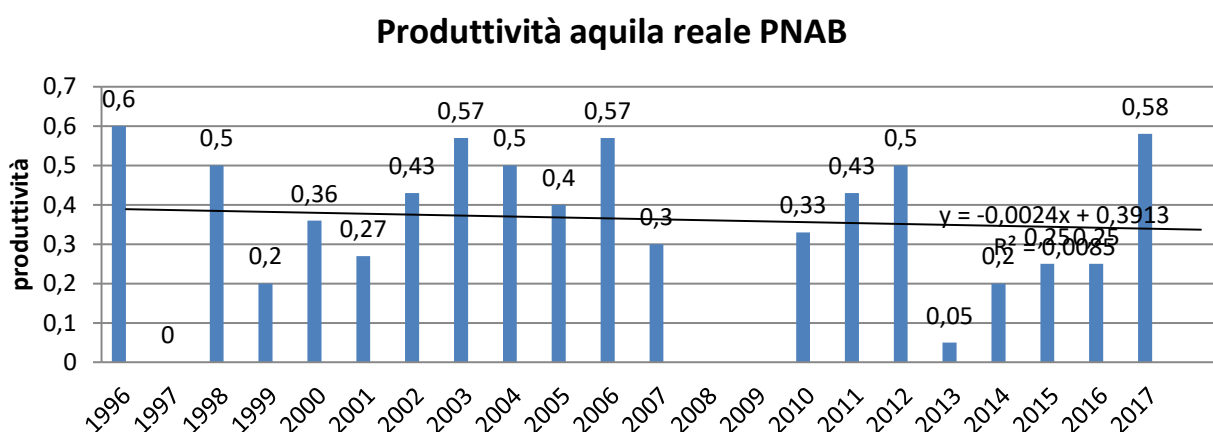


Figura 19. Produttività dell'aquila reale nel territorio del PNAB e aree limitrofe negli ultimi 20 anni.

In **Figura 20** sono riportati gli andamenti delle temperature massime, medie e minime rilevate negli anni per il periodo riproduttivo (metà gennaio – fine febbraio), di cova (inizio marzo – fine aprile) e

di allevamento dei pulli nel nido fino all'involto (inizio maggio – fine giugno). Per gli stessi periodi in Figura 21 sono riportate le precipitazioni totali registrate.

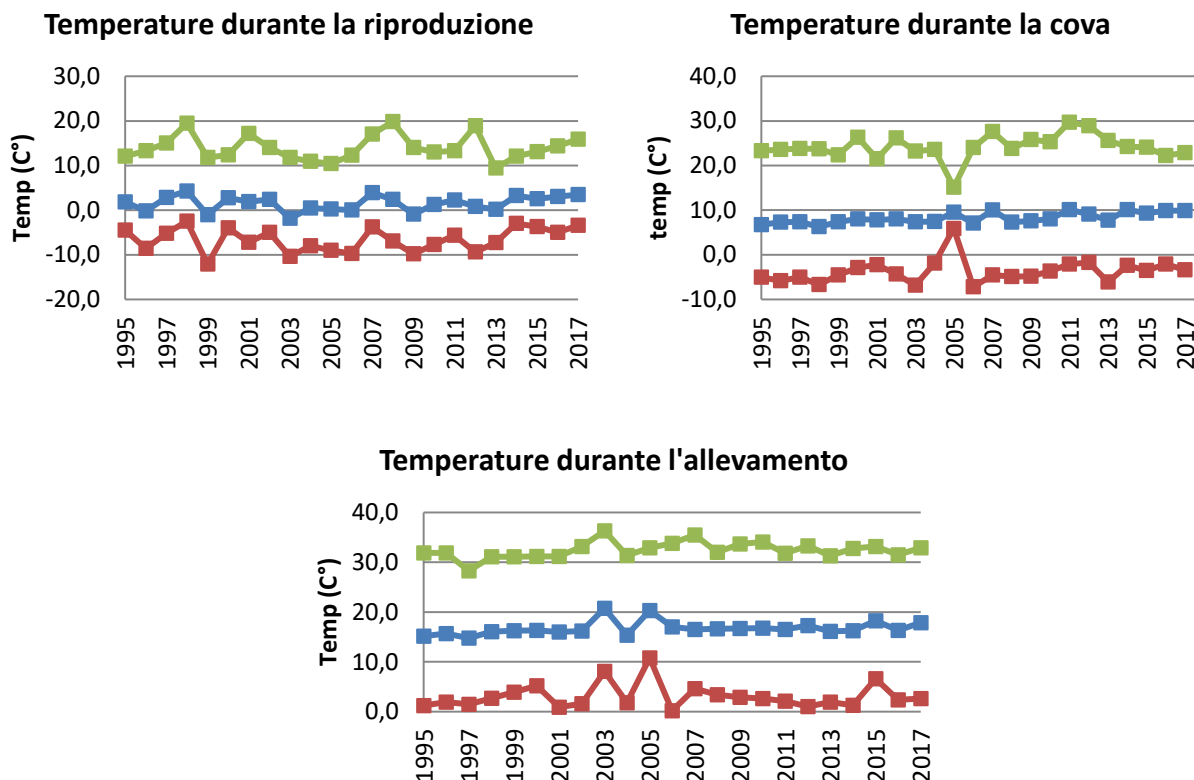


Figura 20. Temperature medie (in blu), massime (in verde) e minime (in rosso) durante il periodo della riproduzione (metà gennaio – fine febbraio), di cova (inizio marzo – fine aprile) e di allevamento dei pulli nel nido fino all'involto (inizio maggio – fine giugno).

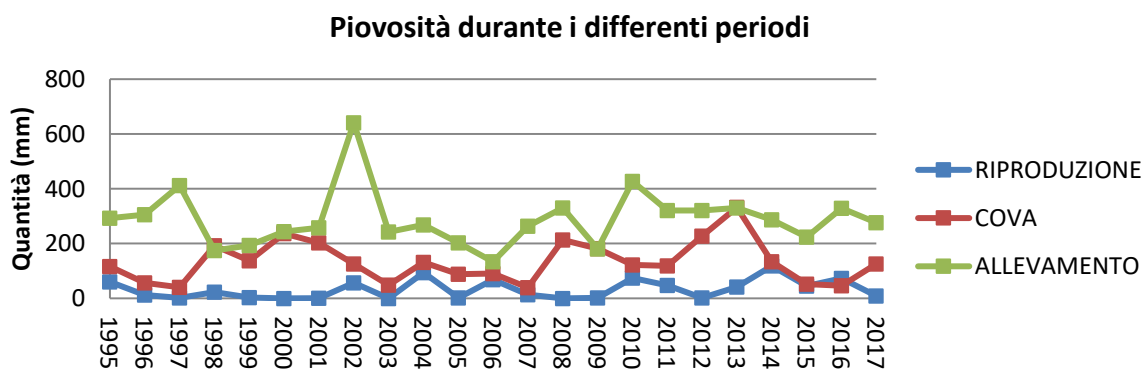


Figura 21. Piovosità calcolate per il periodo della riproduzione (metà gennaio – fine febbraio; in blu), di cova (inizio marzo – fine aprile; in rosso) e di allevamento dei pulli nel nido fino all'involto (inizio maggio – fine giugno; in verde).

L'archiviazione di tutti i dati storici e attuali presenti al Parco ha permesso inoltre di indagare l'esistenza di relazioni tra la produttività delle coppie di aquila reale monitorate e variabili

climatiche quali le temperature e le piogge durante i periodi riproduttivi, di cova e di allevamento, per verificare se periodi particolarmente piovosi/secchi (**Tabella 7**) o caldi/freddi (**Tabella 8**) influenzassero in qualche modo il successo riproduttivo delle varie coppie.

ANNO	Pioggia (mm)			Produttività
	RIPRODUZIONE	COVA	ALLEV.-INVOLO	
1995	59,8	115,8	292,6	no data
1996	12,2	57	306	0,8
1997	2,2	40,8	412	0
1998	22,4	192,6	174,8	0,5
1999	2,8	137,2	193,6	0,2
2000	0	236,2	244	0,36
2001	0,6	202,8	257,2	0,27
2002	56,2	125,4	640,8	0,43
2003	0	48,6	242,8	0,57
2004	94	131,6	268	0,5
2005	1,8	88	202,8	0,4
2006	68,4	90	133,6	0,57
2007	14	39,2	263	0,3
2008	no data	213,4	330,2	no data
2009	2	182,2	180	no data
2010	73,8	122,6	427,2	0,33
2011	47	119,1	320,3	0,43
2012	1,6	227,8	320,2	0,5
2013	41,6	332	330,2	0,05
2014	118,2	133,6	286,6	0,2
2015	44,6	52,2	223,8	0,25
2016	72,8	46,6	328,4	0,25
2017	9,2	125,4	276,8	0,58

Tabella 7. *Produttività annuale delle coppie di aquila in relazione alle precipitazioni registrate nel periodo della riproduzione, di cova e di allevamento/involo dei pulli.*

ANNO	T media (°C)			Produttività
	RIPRODUZIONE	COVA	ALLEV.-INVOLO	
1995	1,9	6,7	15,2	no data
1996	-0,2	7,3	15,7	0,8
1997	2,9	7,4	14,8	0
1998	4,3	6,3	16,1	0,5
1999	-1	7,4	16,2	0,2
2000	2,8	8	16,3	0,36
2001	1,9	7,8	16	0,27
2002	2,4	8	16,2	0,43
2003	-1,8	7,4	20,8	0,57
2004	0,4	7,4	15,4	0,5
2005	0,2	9,6	20,3	0,4
2006	0	7,1	17	0,57
2007	3,9	10	16,5	0,3
2008	2,4	7,3	16,6	no data
2009	-0,9	7,6	16,7	no data
2010	1,2	8	16,7	0,33
2011	2,3	10,1	16,5	0,43

2012	0,8	9,1	17,3	0,5
2013	0,2	7,7	16,1	0,05
2014	3,2	10,1	16,2	0,2
2015	2,6	9,3	18,2	0,25
2016	3,1	9,9	16,4	0,25
2017	3,4	9,9	17,8	0,58

Tabella 8. *Produttività annuale delle coppie di aquila in relazione alle temperature medie registrate nel periodo della riproduzione, di cova e di allevamento/involto dei pulli.*

Nella **Tabella 9** sono mostrate le relazioni rilevate mediante GLM che contribuiscono a determinare il successo riproduttivo delle singole coppie di aquila monitorate nel periodo 1996-2017. Seppure gli effetti siano al limite della significatività, si può notare come le precipitazioni durante il periodo della cova abbiano un effetto negativo sull'esito della riproduzione mentre un effetto positivo sia dato dalla temperatura registrata durante il periodo di allevamento e involto.

Parametro	β	SE	CI		z	P
			inferiore	superiore		
Intercetta	0,029	0,014	0,002	0,056	2,869	0,047
P cova	-0,036	0,023	-0,081	0,009	-0,502	0,058
T allevamento/involto	0,045	0,024	-0,002	0,092	2,537	0,051

Tabella 9. *Fattori climatici che contribuiscono a determinare la produttività annuale delle coppie di aquila (GLM, $R^2=0,11$).*

Uno studio spagnolo sull'aquila iberica (*Aquila adalberti*) ha concluso che una maggiore temperatura durante l'estate è correlata positivamente con la produttività della specie (Gonzalez, 1990).

6,4 PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO

Per rendere efficace il monitoraggio è opportuno seguire un programma standardizzato volto a massimizzare la resa delle "uscite" su campo ottimizzando le giornate-uomo.

In primo luogo sarebbe utile e necessario, anche se non fondamentale, programmare tre o quattro uscite invernali (verso gennaio) per identificare le coppie che mostrano segnali di riproduzione come le classiche parate nuziali e il trasporto di rami verdi verso una zona specifica della valle. Questo comportamento, infatti, indicherebbe la sistemazione di un vecchio nido, o la creazione di un nuovo sito di nidificazione in preparazione ad una imminente cova. Ovviamente, se si osserva il trasporto di rami verdi è importante segnare su mappa il punto di deposizione del materiale poiché, probabilmente, in quella zona ci sarà il nido (vecchio o nuovo). E' importante ricordare che in questo periodo dell'anno, generalmente, la coppia non sosta nel nido ma in zone limitrofe.

Le uscite per confermare effettivamente la cova e l'avvenuta riproduzione vanno effettuate verso fine marzo. Dato che le coppie di aquila nel parco sono 18 si devono controllare più coppie durante una giornata, per ottimizzare i tempi. Durante queste uscite si devono controllare tutti i nidi noti per verificare se la cova sta avvenendo in uno di essi. Se così fosse, la coppia viene considerata in cova e, di conseguenza, non è necessario che ci siano ulteriori controlli nel breve periodo. Se, invece,

nessuno dei nidi noti risulta occupato è utile svolgere ulteriori controlli sulla suddetta coppia cercando di individuare il nuovo sito di nidificazione. E' possibile che alcune coppie non si riproducano e quindi non utilizzino nidi durante tutta la stagione.

Verso inizio maggio (quando oramai le uova si sono schiuse) è importante cercare di chiarire tutte le situazioni dubbie. Inoltre si devono ricontrollare anche le coppie nelle quali la cova era certa per verificare la schiusa e la nascita del piccolo. In questo siamo aiutati dal fatto che, in queste settimane, l'aquilotto è bianco e quindi risalta parecchio all'interno del nido scuro e le sue piume si trovano un po' ovunque. Inoltre si possono notare comportamenti tipici come il trasporto di prede al nido.

Durante luglio è utile verificare l'involo effettivo dei pulli chiarendo totalmente la situazione delle varie coppie.

7 CONCLUSIONI

Come abbiamo visto, delle 12 coppie controllate con assiduità e metodo, 7 hanno portato all'involo un giovane aquilotto. Quindi la produttività delle coppie di aquile reale del PNAB è stata di 0,58 giovani per coppia; un valore abbastanza elevato, soprattutto se messo in relazione con i valori degli ultimi anni, molto più bassi. Questo dato ci indica come la popolazione del rapace sia in buona condizione all'interno del Parco. Questo risultato era un valore ipotizzabile all'inizio del monitoraggio sia per la presenza di habitat idonei alla nidificazione sia per l'abbondanza di prede. Inoltre si deve considerare un fatto importante, cioè che negli ultimi anni, il monitoraggio-aquila non è stata una priorità del parco e, di conseguenza, le giornate/uomo utilizzate sono state minime e, a mio avviso, poco utili ai fini di un monitoraggio attendibile.

Durante questa stagione di censimento abbiamo constatato che sono stati utilizzati due nuove siti di nidificazione, uno su roccia e uno su albero. Invece le restanti cinque coppie di successo hanno utilizzato nidi già noti. Alla fine di agosto 2017, quindi i siti di nidificazione noti e segnati in archivio sono 115, di cui 13 edificati su albero o cespuglio (82 di essi si trovano nella macroregione del Brenta). Questo è sicuramente un dato parziale, infatti le coppie Sole1, Sole2, Daone e Cles hanno subito pochissimi monitoraggi durante gli anni e ciò ha causato, con ogni probabilità, una sottostima dei nidi di queste coppie. I nidi si trovano ad una altezza media di 1595 m.s.l.m DS: 278 m, con una marcata differenza di quota tra le due macroregioni del Parco. I siti di nidificazione sono orientati in diverse direzioni, con una leggera preferenza verso Sud. Una esposizione così eterogenea può essere conseguenza dell'importante diversità di habitat del Parco e del grande *range* altitudinale tra i vari nidi.

La presenza dell'aquila reale nel PNAB è abbastanza abbondante, con una densità di 12,3 coppi/1000 km², leggermente maggiore nel settore delle Dolomiti di Brenta rispetto alla regione dell'Adamello-Presanella, un valore superiore alla media delle Alpi Centro-Orientali.

Per quanto riguarda lo studio della correlazione tra produttività e clima (piovosità media e temperatura media), seppure gli effetti siano al limite della significatività, si può notare come le precipitazioni durante il periodo della cova abbiano un effetto negativo sull'esito della riproduzione mentre un effetto positivo sia dato dalla temperatura registrata durante il periodo di allevamento e involo. Queste relazioni necessitano sicuramente di ulteriori approfondimenti per accertare il loro coinvolgimento nelle dinamiche di popolazione per questa specie.

RINGRAZIAMENTI

Vorrei ringraziare tutto l'ufficio Fauna del Parco, in particolare Marco e Michele che mi hanno seguito sempre con grande disponibilità e simpatia. Mi hanno rallegrato non poche giornate "di ufficio". Un altro ringraziamento gigante va a Roberta, per la sua impeccabile precisione e il suo fondamentale aiuto (soprattutto nella stesura della tesi!), e ad Andrea, per l'opportunità che mi ha concesso. Un grazie anche ad Adriano per avermi aiutato nella stesura della tesi.

Un pensiero speciale va a tutti i miei coinquilini e compagni di avventura Enrico, Luca, Jacopo e Elisa per le risate, le cene "poco light" e le passeggiate.

Un grande grazie va a Gilberto per i grandi insegnamenti, la pazienza e anche la simpatia presenti in tutte le uscite fatte insieme.

Voglio poi ringraziare tutti gli amici e le persone che mi sono vicine per avermi permesso di fare questa esperienza e di viverla al meglio; dalla mia famiglia alla mia ragazza (grazie per le svariate torte che mi hai cucinato!), dagli amici del "Maneggio" ai Condor fino ai compagni "scarsoni" della Muppet, che senza le mie grandi prestazioni si sentivano persi (anche se negano fino alla morte so che è così).

Un ultimo pensiero è destinato ai compagni del master per le grandi risate e per aver condiviso con me questa nostra grande passione verso la natura e l'ambiente.

BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2007. Piano faunistico. Parco Naturale Adamello Brenta, Strembo, (TN). Relazione Tecnica. Disponibile online: http://www.pnab.it/fileadmin/parco/documenti/pf_testo.pdf (19/01/2015).
- BASSI E., DIANA F., SARTIRANA F., TROTTI P., GALLI L., PEDROTTI L., 2015. Analisi del successo riproduttivo dell'aquila reale *Aquila chrysaetos* nel Parco Nazionale dello Stelvio in relazione al ritorno del gipeto *Gypaetus barbatus* sulle Alpi; XVII convegno di Ornitologia, Trento, 27-33.
- BOATO S., ARRIGHETTI A., OSTI F., 1988. Parchi e riserve naturali del Trentino Editore, TEMI, Trento.
- BORGIO A., 2017. Monitoraggio dell'aquila reale e dei galliformi alpini nel Parco delle Dolomiti Friulane. Relazione tecnica.
- BORLENGHI F., CORSETTI L., 2002. Densità e fattori limitanti dell'aquila reale, *Aquila chrysaetos*, nell'Appennino centrale. Rivista Italiana di Ornitologia 72: 19-26.
- BORLENGHI F., CIANCONI M., RANAZZI L., 2014. Evoluzione trentennale, *status* e parametri riproduttivi delle coppie di aquila reale (*Aquila chrysaetos*) nell'Appennino laziale (Italia centrale). Alula 11: 3-16
- BRICHETTI P., FRACASSO G., 2003. Ornitologia Italiana: 1 Gaviidae-Falconidae. Bologna, Italia, Alberto Perdisa Editore.
- CALDONAZZI M., PEDRINI P., ZANGHELLINI S., BARBIERI F., 1994. Gli uccelli del Parco Adamello-Brenta, Parco Naturale Adamello-Brenta vol. 8.
- CAMPESTRINI C., 1990. La salvaguardia delle risorse e la scelta ecologica in Trentino. In Flaim S. (a cura di), Incontri col Parco. Edizioni Arca, Trento, 15-29.
- COLLOPY M.W., 1984. Parental care and feeding ecology of Golden Eagle nestlings. The Auk 101: 752-760.
- CRAMP S., SIMMONS K.E.L., 1980. The Birds of the Western Palearctic, Vol2, Univeristy Press Oxford.
- DA TRIESTE F., MINGHETTI P., PEDROTTI F., 1998. I fiori del Parco Adamello-Brenta, Luci Editrice.
- DE BATTAGLIA F., 1982 Il gruppo del Brenta, Zanichelli editrice, Bologna.
- ELLIS D.H. 1979. Development of behavior in the Golden Eagle. Wildlife monographs 70: 3-94.
- FASCE P., FASCE L., 1992. Pellegrino, *Falco peregrinus*. In: Brichetti P. et al., Fauna d'Italia XXIX Aves, Edizione Calderini, Bologna, 682-692.
- FERNANDEZ C., 1993. Selection de falesias puor la nidification chez l'Aigle Royal *Aquila chrysaetos*: influence de l'accessibilité et des derangiaments humains. Alauda 61: 105-110.
- FORSMAN D., 1999. The raptors of the middle Europe, Christopher helm, London.
- GONZALEZ L.M., 1900. Factors influencing the present distribution of the Sappnish imperial eagle (*Aquila adalberti*). Biological Conservation 51: 311- 319.
- GORDON P.S., 1955. The golden eagle: king of birds Collins, London, Collins UK.

- GOTTSCHLICH G., 2000. *Hieracia nova Alpinum*. Linzer biol. Beitr. 32: 363-398.
- KAISANLAHTI-JOKIMÄKI M., JOKIMÄKI J., HUHTA E., UKKOLA M., HELLE P., OLLILA T., 2008. Territory occupancy and breeding success of the Golden Eagle (*Aquila chrysaetos*) around tourist destinations in northern Finland. *Onnis Fennica* 85: 2-12.
- KOCHERT M.N., 1972. Population *status* and chemical contamination in Golden Eagle in southwestern Idaho. M. Sc. University of Idaho, Moscow, USA.
- MOSCHINI R., IELARDI G., GAMBINO R., GIULIANO V., RENZI F., VALBONESI E., BORCHI E., LASEN C., ROSSI G., GIARRANTANA S., BOSCOLO G., 2001. Parchi Montani. Comunic/Azione.
- NEWTON I., 1979. Population ecology of raptors. Poyser Berkhamsted.
- PEDRINI P., 1990. L'Aquila reale in Provincia di Trento: *status*, ecologia e biologia riproduttiva. In: Nuovi contributi di ricerca su Aquila reale, Gallo cedrone, Coturnice e Marmotta. Atti del Convegno, San Michele all'Adige, Trento, Italia, 83-130.
- Pedrini P., 1991. Ecologia riproduttiva e problemi di conservazione dell'Aquila reale (*Aquila chrysaetos*) in Trentino (Alpi centro orientali). Atti V Convegno Italiano di Ornitologia. Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina. Volume XVII.
- PEDRINI P., CALDONAZZI M., ZANGHELLINI S., 2003. Atlante degli uccelli nidificanti e svernanti in provincia di Trento. Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento.
- PEDRINI P., CALDONAZZI M., ZANGHELLINI S., 2005. Atlante degli Uccelli nidificanti e svernanti in provincia di Trento. Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento. Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Biologica.
- PEDRINI P., SERGIO F., 2001. Density, productivity, diet, and human persecution of Golden Eagles (*Aquila chrysaetos*) in the central-eastern Italian Alps. *Journal of Raptor Research* 35: 40-48.
- PEDROTTI F., 2008. Notizie storiche sul Parco Naturale Adamello Brenta. Tipografia editrice TEMI s.a.s., Trento.
- POSSER F., FESTI F., 2008. Flora del Parco Naturale Adamello Brenta, Edizioni Osiride, Rovereto.
- RAY M.S., 1928. Record set of eggs of the Golden Eagle. *Condor* 30:250.
- SARZO A., 2012. Geologia. In: Degasperis F. (a cura di), Naturalmente trentino: i paesaggi, la natura, i luoghi. Società degli Alpinisti tridentini, 225-233, 403-409.
- SMIRAGLIA C., 1992. Guida ai ghiacciai e alla glaciologia. Zanichelli, Bologna, 243.
- STANEVA A. BURFIELD I., 2004. Birdlife International. Birds in Europe: population estimates, trends and conservation *status*. Cambridge, UK: Birdlife Conservation Series No. 12.
- TJERNBERG M., 1983. Habitat and nest site features of Golden Eagle *Aquila chrysaetos* in Sweden. *Swedish wildlife research* 131-163
- TOMASI G., 1973. Laghi. In: Tomasi G. (a cura di), L'ambiente naturale e umano dei parchi in Trentino. Provincia Autonoma di Trento, 91-134.

TOMASI G., 1992. Aspetti naturalistici. In: Flaim S. (a cura di) Incontri col Parco, Edizione Arca.

TUCKER G.M., HEATH M.F. (eds.), 1994. Birds in Europe: their Conservation Status. Birdlife Conservation Series,3. Birdlife International, Cambridge (UK).

VOLCAN G., 2011. Monitoraggio aquila. Relazione Tecnica. Disponibile online: www.pnab.it

VOLCAN G., 2013. Check-List degli uccelli del Parco Naturale Adamello Brenta. Relazione Tecnica.

VOLCAN G., 2013. Monitoraggio aquila. Relazione Tecnica. Disponibile online: www.pnab.it

VOLCAN G., 2016. Monitoraggio aquila. Relazione Tecnica. Disponibile online: www.pnab.it

WALKER D.G., 1987. Observation on the post-fledging period of the Golden Eagle in England. Ibis 129: 92-96.

WATSON J.,1997. The golden Eagle, T & AD Poyser, Londra.

AQUILA REALE (IUNC)

<http://www.iucn.it/scheda.php?id=-2102587042>

AQUILA REALE: BIOLOGIA E PROBLEMI DI CONSERVAZIONE IN ITALIA (silvae.it)

<http://www.carabinieri.it/editoria/natura/la-rivista/home/tematiche/ambiente/l-aquila-reale-biologia-e-problemi-di-conservazione-in-italia>

NOTIZIE STORICHE SUL PARCO ADAMELLO BRENTA

<http://www.angelosiciliano.com/PARCO%20NATURALE%20ADAMELLO%20BRENTA%20-%20F.%20Pedrotti%20.htm>

MONITORAGGIO AQUILA REALE NEL PARCO DELLO STELVIO

<http://www.stelviopark.it/>

PARCO NATURALE ADAMELLO BRENTA. DOCUMENTI PARCO ADAMELLO BRENTA, STREMBO (TN)

<http://www.pnab.it/>