



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dip. Territorio e Sistemi Agro-Forestali

Corso di laurea triennale in Tecnologie Forestali e Ambientali

**Ecologia ed habitat del camoscio alpino
(*Rupicapra rupicapra*): effetti della qualità del pascolo,
della rigidità invernale e delle densità locali sulle
popolazioni del Trentino Occidentale.**

RELATORIALE

Relatore:

Prof. Tommaso Sitzia

Correlatori:

Dott.ssa Roberta Chirichella

Dott. Michele Rocca

Laureando:

Filippo Orler

Matricola:

1006926

ANNO ACCADEMICO 2015-2016



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dip. Territorio e Sistemi Agro-Forestali

Corso di laurea triennale in Tecnologie Forestali e Ambientali

**Ecologia ed habitat del camoscio alpino
(*Rupicapra rupicapra*): effetti della qualità del pascolo,
della rigidità invernale e delle densità locali sulle
popolazioni del Trentino Occidentale.**

ELABORATO FINALE

Relatore:

Prof. Tommaso Sitzia

Correlatori:

Dott.ssa Roberta Chirichella

Dott. Michele Rocca

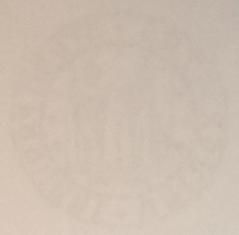
Laureando:

Filippo Orler

Matricola:

1006926

ANNO ACCADEMICO 2015-2016



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dip. Territorio e Sistemi Agro-Forestali

Corso di laurea triennale in Ecologia Forestale e Ambientale

Ecologia ed habitat del camoscio alpino
(Rupicapra rupicapra): effetti della qualità del pascolo,
della rigidità invernale e delle densità locali sulle
popolazioni del Trentino Occidentale.

ELABORATO FINALE

Relatore:
Prof. Tommaso Siva

Comissari:
Prof.ssa Roberta Chiodella
Dot. Michele Rossi

Prof. Siva
Prof. Chiodella
Prof. Rossi



*Al caro amico Eugenio,
amante della montagna,
cacciatore,
e profondo conoscitore del camoscio.*





Ringraziamenti

All'esecuzione di questo lavoro di tesi hanno contribuito varie persone ed enti. Si ringrazia in modo particolare:

- *L'Associazione Cacciatori Trentini* per aver dato la disponibilità di fornire i dati di censimento della specie camoscio oggetto di studio.
- *Il servizio Foreste e Fauna* della Provincia Autonoma di Trento grazie al quale sono stati usati dati relativi alla situazione faunistica dell'intera provincia.
- *La Provincia Autonoma di Trento* e nello specifico il sito web cartografico.
- Il *prof. Sitzia Tommaso* del dipartimento Territorio e Sistemi Agro-forestali dell'Università degli studi di Padova in qualità di relatore, persona valida e disponibile.
- *Roberta Chirichella e Michele Rocca* in qualità di correlatori, un grazie particolare per avermi supportato e incoraggiato nei momenti più critici.

Il ringraziamento più grande va a tutta la mia famiglia, ai miei genitori Gianfranco e Maria Pia e a mia sorella Anna che mi hanno sostenuto, aiutato e sopportato durante questo lungo cammino scolastico.

Un caloroso grazie va ai fratelli Mauro e Ruggero Alberti, per avermi dato importanti consigli tecnici nella mia carriera scolastica.

Un grazie di cuore anche all'amico Marco Tell, sempre presente per ogni tipo di problema.

Ringrazio infine tutte le persone che ho conosciuto, con cui ho vissuto, con cui ho studiato e mi sono divertito, che hanno arricchito e reso speciali questi anni.



Indice

Introduzione	p.1
1.IL CAMOSCIO	p.3
1.1 Sistematica del camoscio alpino: <i>Rupicapra rupicapra</i> , L.1758	p.3
1.2 Origine della specie	p.4
1.3 Distribuzione	p.5
1.4 Morfologia	p.8
1.5 Habitat e alimentazione	p.11
1.6 Fasi comportamentali e struttura di popolazione	p.13
1.7 Principali patologie del camoscio alpino	p.15
2. GESTIONE IN PROVINCIA DI TRENTO	p.18
2.1 La storia della caccia in Provincia di Trento	p.18
2.2 Suddivisione territoriale	p.20
2.3 Gestione del camoscio	p.21
2.4 Serie storica del camoscio in Provincia di Trento	p.22
3.AREA DI STUDIO	p.24
3.1 Ledro (114.30 km ²)	p.24
3.2 Brenta (sub-area Sud-Occidentale; 263.16 km ²)	p.26
3.3 Presanella (sub-area Val Genova; 145.78 km ²)	p.27
3.4 Adamello (372.69 km ²)	p.28
3.5 Cadria-Altissimo (282.22 km ²)	p.29
3.6 Destra Chiese (155.21 km ²)	p.30
3.7 Misone-Casale (111.63 km ²)	p.31



4.RACCOLTA DATI	p.33
4.1 Dati di censimento, abbattimento e densità di presenza	p.33
4.2 Dati vegetazionali e climatici	p.35
4.3 Analisi dei dati	p.38
5. RISULTATI E DISCUSSIONE	p.41
5.1 Dati di censimento relativi ai diversi ambiti di gestione	p.41
5.2 Parametri di popolazione del settore Sud-Occidentale della Provincia	p.43
5.3 Variabili ecologiche e successo riproduttivo	p.46
5.3.1 Il rapporto N piccoli/N femmine adulte	p.47
5.3.2 Il rapporto N <i>jährling</i> /N femmine adulte	p.49
6.CONCLUSIONI	p.53
Bibliografia	p.55



Indice delle figure

Fig.1 - Esempio di *R. rupicapra* (pannello di sinistra) e di *R. pyrenaica* (pannello di destra).

Fig.2 - Distribuzione del camoscio in Italia. In rosso l'areale di *R. rupicapra rupicapra* e in blu le aree di presenza di *R. pyrenaica ornata*.

Fig.3 - Distribuzione naturale di *Rupicapra* spp. *Rupicapra pyrenaica*: (1) *parva*, (2) *pyrenaica*, (3) *ornata*. *Rupicapra rupicapra*: (4) *cartusiana*, (5) *rupicapra*, (6) *tatrica*, (7) *carpatica*, (8) *balcanica*, (9) *caucasica*, (10) *asiatica*. (Immagine tratta da Corlatti et al., 2011).

Fig.4 - Differenze nella morfologia delle corna e profilo della testa fra maschio e femmina (Tratto da Unterthiner e Ramires, 2002).

Fig.5 - Schema che illustra la struttura del corno, come si sviluppa e come si formano gli anelli annuali d'accrescimento (maschio di 6 anni) (Tratto da Mustoni et al., 2002).

Fig.6 - Schema che illustra l'emi-mandibola destra di un giovane di 1 anno e mezzo con il terzo premolare tricuspido e di un individuo di due anni e mezzo in cui è presente il terzo premolare definitivo (bicuspidato). (Tratto da Mustoni et al., 2002).

Fig.7 - Classificazione dei ruminanti secondo Hoffman (1985; immagine tratta da Mustoni et al. 2002, modificata).

Fig.8 - Foto al microscopio elettronico dell'acaro *Sarcoptes scabiei* (pannello di sinistra) e camoscio adulto colpito da rogna sarcoptica (pannello di destra; foto L. Rossi in Broglia, 2003).

Fig.9 - Camosci colpiti da cheratocongiuntivite, nei soggetti colpiti dalla malattia si nota molto bene la presenza dello scolo oculare.

Fig.10 - Piccolo di camoscio colpito da ectima contagioso (Fonte: Istituto zooprofilattico delle tre Venezie sezione di Trento).

Fig.11 - Ambiti Territoriali omogenei (aree faunistiche in rosso e loro suddivisione in sub-aree faunistiche in blu) per la gestione della specie camoscio a livello provinciale.

Fig.12 - Serie storica delle consistenze e degli abbattimenti del camoscio in Provincia di Trento.

Fig. 13 - Ambiti Territoriali omogenei (aree faunistiche) per la gestione della specie camoscio a livello provinciale. In giallo sono evidenziate le aree faunistiche o loro porzioni considerate nel presente studio.

Fig.14 - Val Lorina, area faunistica "Ledro" (foto Michele Rocca).

Fig.15 - Il gruppo montuoso del "Brenta" con sullo sfondo la Cima Tosa (foto Michele Rocca).



Fig.16 - Il gruppo montuoso "Presanella" (Foto Michele Rocca).

Fig.17 - Val di Siniciaga, area faunistica "Adamello" (Foto Michele Rocca).

Fig.18 - Val Marcia, gruppo del "Cadria- Altissimo" (Foto Michele Rocca).

Fig.19 - Re di Castello, area faunistica "Destra Chiese" (Foto Michele Rocca).

Fig.20 - Area faunistica "Misone-Casale" (Foto Michele Rocca).

Fig.21 - Scheda per la raccolta dei dati di censimento per il camoscio.

Fig.22 - Esempio di mappa NDVI per il periodo 9-24 Maggio del 2014. Si distinguono le zone tratteggiate riferite alle aree a pascolo.

Fig.23 - Mappe di copertura nevosa nel periodo invernale rispettivamente dei giorni 305 e 361 del 2013 e 113 e 57 del 2014 (viene indicato il primo degli 8 giorni di acquisizione del dato secondo il calendario giuliano). Il colore azzurro sta ad indicare la presenza di neve al suolo.

Fig.24 - Presenza di neve al suolo nel giorno 217 (Agosto) dell'anno 2013.

Fig. 25 - Grafico del rapporto N piccoli/ N femmine adulte relativo ai diversi ambiti di gestione. Il colore nero sta ad indicare il rapporto totale relativo all'intera area Sud-Occidentale.

Fig.26 - Grafico del rapporto N jährling/ N femmine adulte relativo ai diversi ambiti di gestione. Il colore nero sta ad indicare il rapporto totale relativo all'intera area Sud-Occidentale.

Fig.27 - Grafico delle densità di presenza (N capi/100 ha) nei diversi ambiti di gestione.

Fig.28 - Andamenti dei pesi medi degli jährling, distinti in maschi e femmine, per l'intera area indagata.



Indice delle tabelle

Tab.1 - Caratteristiche morfologiche del camoscio alpino (da Pedrotti et al., 2002)

Tab.2 - Formula dentaria del camoscio alpino relativa alla dentatura permanente.

Tab. 3 - Dati di censimento della zona "Ledro".

Tab. 4 - Dati di censimento della zona "Brenta".

Tab. 5 - Dati di censimento della zona "Presanella".

Tab. 6 - Dati di censimento della zona "Adamello".

Tab. 7 - Dati di censimento della zona "Cadria-Altissimo".

Tab. 8 - Dati di censimento della zona "Destra Chiese".

Tab. 9 - Dati di censimento della zona "Misone-Casale".

Tab.10 - Tabella relativa al peso medio degli *jährling* divisi per sesso nell'intera area di studio.

Tab.11 - Migliori modelli in grado di predire il rapporto N piccoli/ N femmine adulte ($N=11$; $\Delta AICc < 10$). Per ciascun modello sono indicate con una x le variabili inserite e sono riportati i valori di $AICc$, la differenza di $AICc$ con il modello migliore e il peso w_i (pesi di Akaike) indicante la probabilità che il modello in questione sia realmente il migliore.

Tab.12 - Stima dei parametri con relativi errori standard ed intervalli di confidenza per le variabili incluse nel modello migliore in grado di descrivere il rapporto N piccoli/ N femmine adulte ($AICc = -187.72$, $w_i = 0.59$, $R^2 = 0.47$).

Tab. 13 - Migliori modelli in grado di predire il rapporto N *jährling*/ N femmine adulte ($N=18$; $\Delta AICc < 10$). Per ciascun modello sono indicate con una x le variabili inserite e sono riportati i valori di $AICc$, la differenza di $AICc$ con il modello migliore e il peso w_i (pesi di Akaike) indicante la probabilità che il modello in questione sia realmente il migliore.

Tab.14 - Stima dei parametri con relativi errori standard ed intervalli di confidenza per le variabili incluse nei modelli migliori in grado di descrivere il rapporto N *jährling*/ N femmine adulte ($\Delta AICc < 2$, $w_i = 0.38$). Per tali modelli. Tramite procedura di *model averaging* è stata ottenuta la più probabile stima di parametri con relativi errori standard ed intervalli di confidenza per le variabili incluse in entrambi e pesate secondo i valori di w_i ($R^2 = 0.22$).





Riassunto [Italiano]

Il presente lavoro di tesi ha permesso di individuare alcune variabili in grado di condizionare il successo riproduttivo delle popolazioni di camoscio alpino (*Rupicapra rupicapra*), analizzando nello specifico come tale parametro vari in differenti contesti ecologici nel Trentino Sud-Occidentale. Il set di dati analizzati, messi a disposizione dall'Associazione Cacciatori Trentini, è stato preparato associando le variabili che descrivono le popolazioni di camoscio nei diversi anni e nelle differenti aree considerate (rapporto N piccoli/N femmine adulte, rapporto N *jährling*/N femmine adulte, densità locale) a variabili scelte come descrittori della qualità del pascolo e della rigidità invernale.

In particolare, è stato utilizzato l'indice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) come *proxy* della qualità dei pascoli utilizzati dai camosci nel periodo primaverile-estivo e la copertura nevosa presente durante il corso dei mesi invernali appartenenti al set di dati satellitari della NASA (National Aeronautics and Space Administration - remotely sensed data: MODIS-TERRA; dati disponibili dal 2000 ad oggi).

La produttività delle popolazioni di camoscio analizzate è risultata fortemente condizionata dalla qualità del pascolo sia in termini di disponibilità trofica nel momento delle nascite sia per quanto riguarda le variazioni dei pattern spazio-temporali di crescita e di maturazione dei pascoli nei mesi primaverili ed estivi e dalla rigidità invernale.

In particolare: i) il rapporto N piccoli/N femmine adulte, è risultato positivamente influenzato dalla qualità media del pascolo della stagione precedente al periodo delle nascite e al valore massimo dell'indice NDVI per il periodo delle nascite; mentre ii) la sopravvivenza dei giovani è risultata influenzata negativamente dall'estensione della copertura nevosa del primo inverno da loro affrontato e positivamente dalla qualità media del pascolo nella successiva stagione primaverile ed estiva dove l'animale deve alimentarsi per recuperare la perdita di peso derivata dal precedente periodo invernale.

Contrariamente a quanto atteso, la densità di popolazione non è risultata tra i fattori in grado di influenzare queste due variabili. Tale risultato può esser dovuto al fatto che le densità presenti nell'area studiata non hanno ancora raggiunto valori limite per la specie e quindi non sono ancora in grado di instaurare fenomeni di competizione intraspecifica.

I risultati ottenuti, aumentando le conoscenze dei meccanismi alla base delle dinamiche di



popolazione del camoscio, permetteranno di operare scelte di conservazione e gestionali meglio orientate per questa specie.



Riassunto [Inglese]

This research described and quantified a number of variables that can affect the reproductive success of Alpine chamois (*Rupicapra rupicapra*).

Particularly, I analyzed the reproductive success through the use of block count census and hunting record data in different ecological contexts in the South-West part of Trento province (data available from Associazione Cacciatori Trentini – Trento hunting association).

Population parameters (i.e., Number of kids/Number of adult females, Number of Yearlings/Number of adult females, local density) were associated to forage quality/quantity and winter harshness.

In detail, I considered NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) as a proxy for the quality of Alpine meadows used by chamois in spring and summer and snow cover data belonging to the National Aeronautics and Space Administration (NASA) remot sensing dataset (TERRA-MODIS; data available since 2000).

The reproductive success of these populations was strongly influenced both by the quality of meadows during births period (May) and by the space-time pattern of growth and maturation of Alpine pastures in spring and summer periods. Even the winter harshness played an important rule in this process.

In particular, i) N kids/N adult females, was positively influenced by the average quality of the grazing season previous to the births period and to the maximum NDVI value recorded in May (i.e., births period); and ii) the survival of the yearlings was negatively affected by the extent of snow cover in the first winter of their life and positively related to the average quality of the pasture in the next spring and summer (i.e., the feed intake period in which individuals had to recover weight loss derived from previous winter).

Contrary to my expectations, local density was not able to influence these two variables. This result may be due to local density values that are not so high in the study area and therefore are not yet able to activate intraspecific competition phenomena.

To sum up: the achieved results increased knowledge about the mechanisms underlying the Alpine chamois population dynamics and give important information for management and conservation of this species.



Introduzione

Le variabili ecologiche che influenzano le fasi di vita di una specie sono fondamentali per poter comprendere i meccanismi alla base della dinamica della popolazione, requisito indispensabile ai fini di conservazione e di gestione.

Per variabili ecologiche si intendono un insieme di caratteristiche tra le quali risultano particolarmente importanti tutti i fattori ambientali e climatici e, di conseguenza, la presenza e la distribuzione temporale delle risorse trofiche: tali fattori possono essere responsabili di variazioni sulla dinamica e struttura di popolazione.

Oggetto di questo studio è il camoscio alpino (*Rupicapra rupicapra*), bovide a scarso dimorfismo sessuale appartenente al superordine degli ungulati.

La ricerca ha avuto come obiettivo quello di analizzare le variabili ecologiche ed ambientali quali la qualità del pascolo, la rigidità invernale e le caratteristiche di densità locali del bovide al fine di verificare se questi fattori possono condizionare valori come il successo riproduttivo e la sopravvivenza dei giovani.

Infatti tra gli ungulati, ed in particolar modo per le popolazioni che vivono in ambienti estremi, molti studi danno testimonianze di come il contesto ecologico possa essere tra le principali responsabili della stabilità di una popolazione. Una popolazione stabile è indice di un buon adattamento all'ambiente. Nelle zone montane, inverni particolarmente severi o elevate densità locali hanno forti effetti sulla sopravvivenza degli individui e quindi sulla dinamica di popolazione (Gates e Hudson, 1978; Parker et al., 1984; Shackleton e Bunnell, 1987; Bocci et al., 2010). Studi di questo tipo in ambiente alpino acquistano particolare importanza in questo momento se si considera il processo climatico in atto: le modificazioni delle praterie in conseguenza al riscaldamento globale (ad esempio le possibili variazioni dei pattern spazio-temporali di crescita e di maturazione delle piante, la qualità e abbondanza del foraggio; si veda come esempio Mason et al., 2014) e al non utilizzo delle stesse da parte dell'uomo sono fattori da comprendere e monitorare per operare corrette scelte per la conservazione e la gestione.

L'area di studio considerata è il Trentino sud - occidentale comprendente sette ambiti di gestione del camoscio della Provincia di Trento: Brenta, Adamello, Presanella, Destra-Chiese, Misone-Casale, Ledro e Cadria-Altissimo.

Le analisi sono state realizzate sui dati di censimento realizzati nelle singole aree di gestione dal 1980 ad oggi. Il set di dati da analizzare, messi a disposizione



dall'Associazione Cacciatori Trentini, è stato preparato associando le variabili che descrivono le popolazioni di camoscio nei diversi anni e nelle differenti aree considerate (rapporto N piccoli/N femmine adulte, rapporto N *jährling*/N femmine adulte, densità locale) a variabili scelte come descrittori della qualità del pascolo e della rigidità invernale

In particolare, è stato utilizzato l'indice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) come *proxy* della qualità del pascolo utilizzata dai camosci e la copertura nevosa (snow cover DATA) appartenenti al set di dati satellitari (remotely sensed data - MODIS-TERRA; dati disponibili dal 2000 ad oggi).



1.IL CAMOSCIO



1.1 Sistematica del camoscio alpino: *Rupicapra rupicapra*, L.1758

SUPERORDINE	Ungulati
ORDINE	Artiodattili
SOTTORDINE	Ruminanti
FAMIGLIA	Bovidi
SOTTOFAMIGLIA	Caprine
TRIBU'	Rupicaprine
GENERE	<i>Rupicapra</i>
SPECIE	<i>R. rupicapra</i>
SOTTOSPECIE	<i>R. r. rupicapra</i>

Secondo la recente sistematica il camoscio alpino appartiene a una delle due specie del genere *Rupicapra*: *Rupicapra pyrenaica* e *Rupicapra rupicapra* (Corlatti et al., 2011). A livello morfologico vi sono alcune importanti differenze tra queste due specie: il camoscio pirenaico ha dimensioni corporee inferiori rispetto alla specie alpina, con pesi di maschi adulti che arrivano ai 40 kg rispetto ai 50 kg degli individui di *R.rupicapra*. Un'altra importante differenza è la colorazione del mantello dove in *Rupicapra*



pyrenaica, la macchia golare bianca è nettamente più estesa e arriva fino al petto dell'animale; due bande scure la separano dalle parti biancastre poste ai lati del collo che scendono fino alle spalle. Queste chiazze mancano nel camoscio alpino come quelle localizzate sul dorso nella parte posteriore del corpo del camoscio pirenaico. Anche le appendici cefaliche risultano differenti: la distanza tra le corna alla base e la dimensione media del cranio, sono infatti maggiori in *R. rupicapra*, mentre lo sviluppo delle corna risulta più marcato in *R. pyrenaica*.



Fig.1 - Esempio di *R. rupicapra* (pannello di sinistra) e di *R. pyrenaica* (pannello di destra).

1.2 Origine della specie

L'origine di questa specie viene collocata in Asia Sud-Occidentale, sul massiccio dell'Himalaya. Da qui comincia l'espansione verso occidente e 150.000-250.000 anni fa giunge in Europa la prima ondata di camosci (*Rupicapra pyrenaica*). I primi fossili di *Rupicapra* compaiono improvvisamente nel Pleistocene medio (250.000-150.000 anni fa) in Francia, ma i primi Rupicaprini esistevano, nel continente asiatico, già nel Miocene (5-7 milioni di anni fa). Con l'avvento del rigido clima glaciale *Rupicapra pyrenaica* si diffonde su tutto l'areale oggi occupato complessivamente dalle due specie. Nel periodo interglaciale la specie si ritira sui principali massicci montuosi europei, dalla Spagna fino al Caucaso. Durante l'ultima glaciazione, il Würm, iniziato circa 80.000 anni fa e conclusosi 12.000 anni fa, anche il camoscio delle Alpi (*Rupicapra rupicapra*), che nel frattempo si era evoluto in Asia centrale, raggiunge l'Europa (Mustoni et al., 2002). Secondo una recente teoria i nuovi arrivati hanno scalzato dall'Europa centro-orientale e



dall'arco alpino la specie più antica, che è sopravvissuta solamente ai margini dell'antico areale originario (Pirenei e Appennino centrale). Si pensa che tra le due specie si sia instaurata una competizione diretta e la specie con origine più recente, essendo meglio equipaggiata per lo scontro fisico (corni più corte e tozze, corporatura più tarchiata e muscolosa) abbia avuto la meglio. Inoltre il camoscio alpino avrebbe avuto la capacità di colonizzare con maggiore facilità nuove zone (Mustoni et al., 2002). Alcune caratteristiche morfologiche e comportamentali lasciano supporre una maggiore anzianità in termini evolutivi di *R. pyrenaica*, tuttavia, un repertorio di comportamenti più ricco e di conseguenza una minore aggressività, la struttura corporea più esile e le corni più lunghe, ma più sottili, hanno reso questa specie meno adatta al combattimento, risultando così inferiore rispetto all'altra specie (Mustoni et al., 2002).

1.3 Distribuzione

In Italia sono presenti entrambe le specie di camoscio, in particolare il camoscio alpino (*R. rupicapra rupicapra* L., 1758) presente in tutto l'arco alpino, ed il camoscio appenninico (*R. pyrenaica ornata* Neumann, 1899) presente con tre nuclei distinti nell'appennino centrale (Fig. 2).



Fig. 2- Distribuzione del camoscio in Italia. In rosso l'areale di *R. rupicapra rupicapra* e in blu le aree di presenza di *R. pyrenaica ornata*.



Le due specie di camoscio, con le relative sottospecie, sono distribuite in Europa secondo lo schema seguente (da Corlatti et al., 2011; Fig.3):

1. *R. r. rupicapra* (Linnaeus 1758): il camoscio alpino è distribuito su tutta la catena alpina, con densità variabili. Sulle Alpi italiane il camoscio è attualmente ben distribuito. La popolazione, in aumento, supera i 112.000 individui, per una densità media di 3.8 capi/100 ha (Duprè et al., 1998). Sulle Alpi francesi sono presenti oltre 40.000 camosci, 100.000 su quelle svizzere, 150.000 in Austria e circa 10.000 in Germania. Una popolazione di circa 30.000 animali è presente anche in Nuova Zelanda, dove è stata introdotta agli inizi del secolo scorso (Lovari, 1989).
2. *R. r. asiatica* (Lydekker 1908): è presente in Turchia, sulla catena Pontica orientale e sui monti centro-orientali Tauro e Antitauro. Non esistono stime certe sulla densità di popolazione che sembrerebbe essere buona anche se in forte regresso.
3. *R. r. caucasica* (Lydekker 1910): è situata sui rilievi Caucasiche di Georgia e Russia. Nei primi anni '90 la popolazione stimata era di circa 15.000 animali. Negli ultimi anni la sottospecie sembra essersi ridotta di oltre il 50%, tanto da essere classificata come "vulnerabile" dalla I.U.C.N.
4. *R. r. balcanica* (Bolkay 1925): è presente con diversi nuclei sparsi in tutta la penisola balcanica. Alla fine degli anni '90 gli individui stimati erano circa 25.000.
5. *R. r. carpatica* (Coturier 1938): è diffusa sulle Alpi Transilvane e sui monti Carpazi (Romania), con una popolazione di circa 2.500 animali (Masini e Lovari, 1988).
6. *R. r. cartusiana* (Coturier 1938): è localizzata unicamente nel massiccio dello Chartreuse (Francia centro-meridionale). La consistenza della popolazione, in diminuzione, è di circa 100 capi. E' la sottospecie che è maggiormente a rischio di estinzione. Tra le cause del declino, la competizione con altri ungulati introdotti dall'uomo e il bracconaggio. Questo camoscio è attualmente classificato come "a grave rischio di estinzione" dalla I.U.C.N.



7. *R. r. tatrca* (Blahout 1971): è situata negli Alti Tatra, tra la Slovacchia e la Polonia. Questa sottospecie è considerata “a grave rischio di estinzione” dalla I.U.C.N., in quanto è costituita da circa 140 animali (Unterthiner e Ramires, 2002).

La specie *Rupicapra pyrenaica* conta al suo interno soltanto tre sottospecie:

1. *R. p. ornata* (Neumann 1899): è il camoscio appenninico. La popolazione è localizzata nel Parco Nazionale d’Abruzzo e comprende circa 350 esemplari. E’ indicata come sottospecie “a rischio di estinzione” dalla I.U.C.N. a causa della bassissima variabilità genetica.
2. *R. p. pyrenaica* (Bonaparte 1945): è distribuita lungo la catena dei Pirenei e presenta una densità di circa 35-40.000 animali, di cui oltre 19.000 in Spagna e 16.000 in Francia.
3. *R. p. parva* (Cabrera 1911): è presente in Spagna, sulla cordigliera cantabrica. Sono stati stimati circa 8.000 camosci nel Parco Nazionale del Picos de Europa e circa 7.000 nel Parco naturale di Reres (Unterthiner e Ramires, 2002).



Fig. 3 -Distribuzione naturale di *Rupicapra* spp. *Rupicapra pyrenaica*: (1) *parva*, (2) *pyrenaica*, (3) *ornata*. *Rupicapra rupicapra*: (4) *cartusiana*, (5) *rupicapra*, (6) *tatrca*, (7) *carpatca*, (8) *balcanica*, (9) *caucasica*, (10) *asiatica*. Immagine tratta da Corlatti et al., 2011.



1.4 Morfologia

Oggetto di questo studio il camoscio alpino ovvero *Rupicapra rupicapra rupicapra*, animale robusto, con struttura anatomica, dimensioni medie e scarso dimorfismo sessuale. Nella Tab. 1 sono riassunte le principali misure biometriche.

Specie	Sesso	Peso(Kg)	Altezza al garrese (cm)	Lunghezza testa-corpo (cm)
Camoscio	maschio	30-45 (50)	76-86	120-140
	femmina	25-35 (40)	66-76	110-130

Tab. 1 - Caratteristiche morfologiche del camoscio alpino (da Pedrotti et al., 2002).

I pesi sopra riportati, possono subire forti variazioni stagionali in relazione a fattori importanti quali la disponibilità di cibo, densità di popolazione e stato di salute dell'animale. I maschi che completano il loro sviluppo attorno ai 6 anni d'età sono gli individui con le maggiori variazioni di peso; basti pensare che durante il periodo degli amori un maschio di camoscio può arrivare a perdere fino al 30% del proprio peso (Mason et al., 2011) . Alla nascita i capretti pesano in media 2.5 kg e dopo 4-6 mesi raggiungono già gli 11-12 kg.

Il mantello del camoscio presenta due mute, ovvero la muta primaverile e quella autunnale. In estate gli animali hanno un colore marrone-rossiccio, con una spiccata linea dorsale molto scura. Generalmente il manto estivo si può osservare da Giugno a metà Settembre. A questo punto inizia la muta autunnale che modifica in previsione del freddo, il colore e la lunghezza del pelo. E' così che in inverno gli animali hanno il tipico colore scuro, praticamente nero, il quale favorisce l'assorbimento dei raggi solari. Nei maschi adulti, in periodo invernale, è molto evidente una criniera sulla colonna vertebrale chiamata "Bart" ed il "pennello", un ciuffo di peli allungati nella zona prepuziale. In questa stagione le macchie golari e frontali chiare spiccano in modo molto marcato.

Nel periodo che va da Aprile a fine Maggio si verifica la seconda muta, dove il manto invernale viene perso in veri e propri ciuffi e gli animali assumono un aspetto che all'occhio poco esperto può sembrare affetto da rogna. Come per tutti gli ungulati i messaggi odorosi, alla base della comunicazione chimica, assumono una notevole importanza ai fini sociali, in particolare per il comportamento riproduttivo e la marcatura del territorio. Anche il camoscio presenta diversi tipi di ghiandole (sebacee e sudoripare), che prendono il nome dalla regione anatomica in cui sono poste: interdigitali, inguinali,



preorbitali e le retrocornali. Queste ultime sono di particolare importanza. Sono costituite da cellule epiteliali con funzione secretiva che elaborano una sostanza sebacea vischiosa, bruno-verde, dall'odore penetrante. Sono presenti in entrambi i sessi, ma sono evidenti soprattutto nei maschi adulti con più di quattro anni durante il periodo degli amori, quando si inturgidiscono e aumentano di volume. I maschi, mediante sfregamento della fronte, depositano questa sostanza odorosa su arbusti e ramoscelli con lo scopo non tanto di marcare il territorio quanto piuttosto di assumere un atteggiamento di minaccia diretta. Il dimorfismo sessuale del camoscio, è assai limitato: non vi sono grosse differenze poderali ed entrambi i sessi hanno le corna. Queste sono permanenti e a crescita continua; sono formate da un astuccio corneo innestato su una parte ossea. Gli astucci cornei, di sezione rotonda, con diametro basale di circa 2-3 cm, sono pressoché verticali rispetto alla fronte e la parte distale forma un uncino di circa sette cm verso la parte posteriore, che di solito è leggermente curvata verso il lato esterno. I maschi, tuttavia, possiedono corna più spesse alla base e più uncinata, mentre quelle delle femmine appaiono più sottili, diritte e poco ricurve all'estremità (Fig. 4). Anche la divaricazione delle stanghe è leggermente maggiore nel maschio. Non è caso raro, tuttavia, la presenza di individui con caratteristiche intermedie.

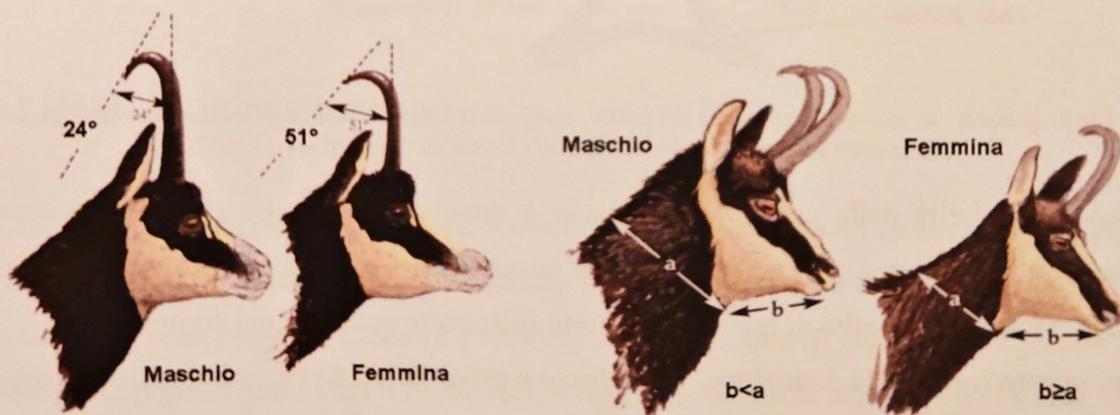


Fig.4 - Differenze nella morfologia delle corna e profilo della testa fra maschio e femmina (Tratto da Unterthiner e Ramires, 2002).

Gli accrescimenti annuali dell'astuccio corneo subiscono un periodo di stasi durante la stagione invernale in seguito a meccanismi ormonali legati al fotoperiodo. In primavera inizia nuovamente il suo sviluppo che fa sì che si formi una nuova guaina che crescerà inserita nella precedente. Questo accrescimento ritmico provoca la comparsa di anelli di giunzione tra i vari strati cornei sovrapposti, che consentono di valutare l'età



dell'animale. La crescita non è costante durante gli anni, in quanto si ha un accrescimento notevole nei primi 3 anni di vita, tenderà poi a diminuire fino a diventare millimetrica (dal sesto anno; Fig. 5). La crescita, oltre che all'età ed al sesso (maggiore nei maschi), dipende anche da altri fattori come la qualità dell'habitat, le condizioni climatiche e la densità della popolazione (Chirichella et al., 2012).

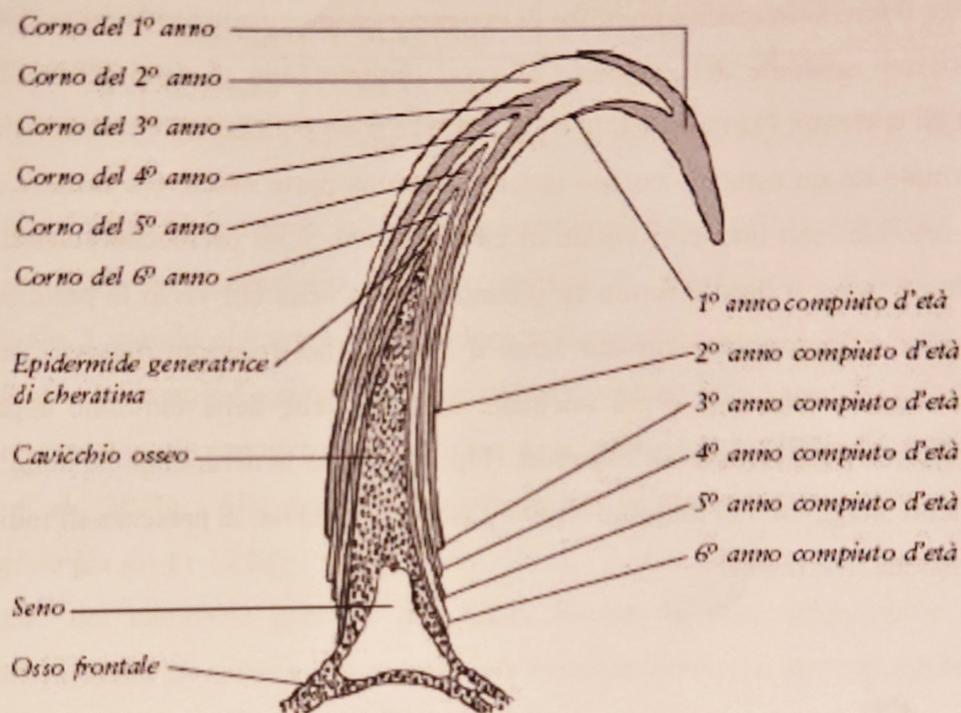


Fig.5- Schema che illustra la struttura del corno, come si sviluppa e come si formano gli anelli annuali d'accrescimento (maschio di 6 anni) (Tratto da Mustoni et al., 2002).

Una particolarità delle corna del camoscio è dovuta al fatto che spesso gli animali, specialmente i maschi, usano soffregare le corna contro alberi e arbusti accumulando a volte importanti quantità di resina, soprattutto sulla parte anteriore del corno.

Per quanto riguarda la dentizione, il camoscio è privo di incisivi e canini nella mandibola superiore. La dentatura da latte decidua comprende 20 denti ed è completa alla fine del secondo mese di vita, mentre è a 45 mesi circa che ogni individuo completa la dentatura permanente (32 denti; Tab.2). Come per altri ungulati il terzo premolare mandibolare da latte è facilmente riconoscibile per la presenza di tre cuspidi, ed all'età di due anni e mezzo circa viene sostituito da quello definitivo con due cuspidi (Fig. 6).

Gli incisivi risultano più corti e piccoli che nel genere *Capra*. Dal primo incisivo al canino i denti diminuiscono leggermente in larghezza. Paragonate a quelle di un giovane



cervo di pari dimensioni, le file dentarie di profilo appaiono bicuspidate ad eccezione del 1° premolare superiore (1 sola cuspid) e del 3° molare inferiore (tre cuspidi).

	Incisivi (I)	Canino (C)	Premolari (P)	Molari (M)
Semi-arcata superiore	0	0	3	3
Semi-arcata inferiore	3	1	3	3

Tab. 2 - Formula dentaria del camoscio alpino relativa alla dentatura permanente.

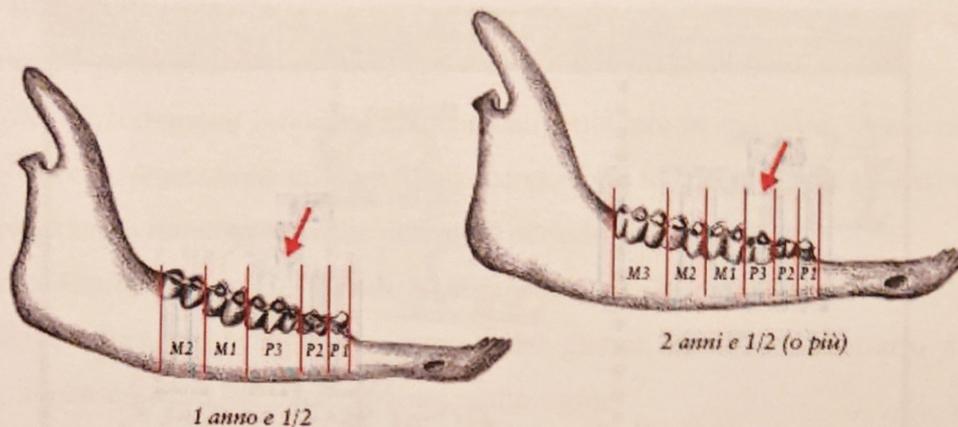


Fig. 6 - Schema che illustra l'emi-mandibola destra di un giovane di 1 anno e mezzo con il terzo premolare tricuspidato e di un individuo di due anni e mezzo in cui è presente il terzo premolare definitivo (bicuspidato). (Tratto da Mustoni et al., 2002).

1.5 Habitat e alimentazione

Il camoscio, è un tipico abitante dell'ambiente alpino, nella fascia altitudinale compresa tra 1500 e 2500 m s.l.m. Nonostante questo si possono trovare i camosci a quote molto basse, fenomeno presente anche in Provincia di Trento, area di studio di questa tesi (ad esempio le popolazioni lungo il fiume Adige raggiungono quote di 300-400 m s.l.m).

In Provincia di Trento, il camoscio frequenta le aree forestali a conifere o a latifoglie, purché dotate di ricco sottobosco, nonché le pareti rocciose e scoscese (pendenza dai 30° ai 45° gradi), le radure e i canaloni, i cespuglieti a ontano o rododendro con larici sparsi, le boscaglie a pino mugo, le praterie e, soprattutto, le cenge erbose al di sopra del limite della vegetazione arborea. In estate utilizza i versanti più freschi (Ramanzin et al., 2002), le zone di svernamento sono spesso orientate a meridione e con forti pendenze, fattori che favoriscono il precoce scioglimento della coltre nevosa. Il camoscio, tuttavia, grazie ai suoi adattamenti morfologici e fisiologici è comunque in grado di sopportare un



innevamento notevole, in maniera superiore a quanto avviene nello stambecco. Durante la primavera i camosci abbandonano progressivamente i quartieri di svernamento e, seguendo il gradiente altitudinale di crescita della vegetazione, iniziano l'ascesa che culminerà con il raggiungimento in estate inoltrata, dei quartieri estivi sommitali.

Nella classificazione di Hoffmann (1985; Fig. 7) il camoscio è posto come un consumatore intermedio, con una tendenza verso l'alimentazione erbacea, capace di adattarsi al variare stagionale dell'offerta alimentare.

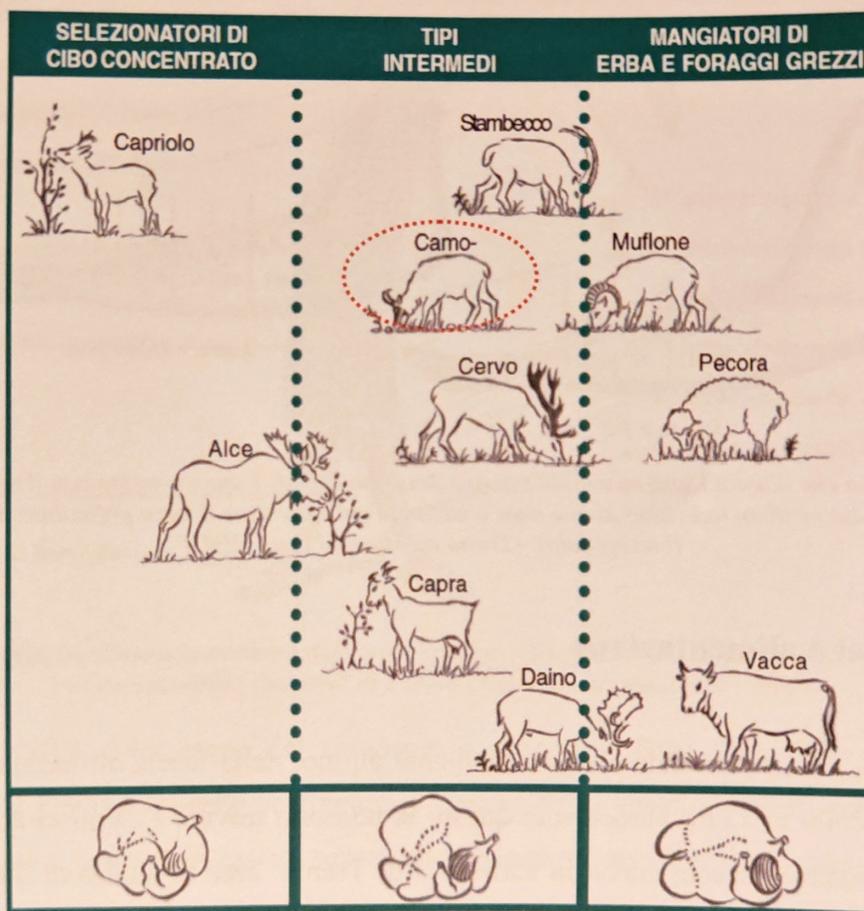


Fig.7 - Classificazione dei ruminanti secondo Hoffman (1985; immagine tratta da Mustoni et al., 2002, modificata)

In primavera ed in estate si comporta come pascolatore molto selettivo, seguendo il succedersi della stagione vegetativa delle praterie alpine con l'innalzarsi della quota e selezionando le specie e le parti di pianta più appetibili (Couturier, 1938).

In primavera vengono consumati soprattutto i teneri e nutrienti germogli di graminacee e dicotiledoni, che vengono ricercate ai margini della neve in scioglimento; tra queste si ricordano *Avena*, *Bromus*, *Festuca*, *Dactylis*, *Poa*, *Trisetum*, *Crocus* e *Colchicum*.



Durante i mesi estivi il camoscio consuma infiorescenze di dicotiledoni, foglie e ramoscelli di arbusti quali: *Centaurea*, *Lotus*, *Medicago*, *Prunus*, *Sorbus* e *Lactuca perennis*.

In inverno, grazie agli adattamenti fisiologici ed anatomici, fra i quali, l'aumento del volume del rumine fino ad oltre il 30%, il camoscio è in grado di utilizzare alimenti molto fibrosi e ingombranti come getti di arbusti, piante arboree e l'erba ormai secca delle cenge dove la copertura del manto nevoso dura meno a lungo. Tra le specie appetite si ricordano le foglie e i rametti di abete rosso, larice, betulla e diverse specie di salice e ontano. Il pino mugo non è molto gradito al camoscio e viene consumato solo quando la popolazione è eccessiva.

La sua dieta è comunque influenzata anche dall'ambiente in cui vive; infatti nelle zone boscate, dove la vegetazione erbacea è più scarsa, sono le specie arboree ed arbustive ad assumere un ruolo importante anche durante il periodo estivo.

Nella bella stagione il camoscio tende ad alimentarsi all'alba ed al tramonto, riposando al riparo della calura estiva nelle ore centrali del giorno, mentre il contrario accade in inverno, in conseguenza delle temperature molto rigide.

Hoffmann (1989) ha individuato sei fasi di alimentazione nell'arco dell'intera giornata, per un totale medio di 3,2 kg di foraggio verde nell'arco delle ventiquattro ore.

Il camoscio beve molto di rado in quanto è in grado di soddisfare il proprio fabbisogno idrico con l'acqua contenuta nei vegetali freschi di cui si nutre, mentre in inverno non è raro vederlo leccare la neve.

I sali minerali di cui ha bisogno vengono ricavati leccando gli affioramenti rocciosi.

1.6 Fasi comportamentali e struttura di popolazione

L'età massima che raggiunge un camoscio si aggira attorno ai 15-18 anni per i maschi e 19-21 anni per le femmine. La minor età raggiunta dai maschi è dovuta principalmente al fatto che arrivano al termine della stagione degli amori in condizioni fisiche spesso critiche, affrontando la successiva stagione invernale con pesi non sempre ottimali che fanno aumentare la probabilità di non superare l'inverno.

In Provincia di Trento, a fini gestionali, le popolazioni di camoscio sono suddivise nelle seguenti classi di età:



- PICCOLI, sono gli animali nati nell'anno;
- *JÄHRLING*, sono gli animali di 1 anno, ovvero gli animali che hanno superato il primo inverno; rappresentano quindi l'incremento netto della popolazione;
- MASCHI DI II classe, sono i maschi sub-adulti con età comprese tra 2 e 5 anni;
- MASCHI DI I classe, sono i maschi adulti con età uguali o superiori ai 6 anni;
- FEMMINE DI II classe, sono le femmine con età comprese fra i 2 e 10 anni;
- FEMMINE DI I classe, sono le femmine con età uguali o superiori agli 11 anni.

Fisiologicamente, la maturità sessuale sia per il maschio che per la femmina è raggiunta attorno ai 18 mesi; nonostante questo la femmina partorisce generalmente per la prima volta a 3 anni. In zone con densità molto basse e popolazioni in forte espansione non è comunque escluso il parto al secondo anno di vita. Analogamente alle femmine anche i maschi raramente riescono a riprodursi all'età di 1 anno; dovranno infatti aspettare la maturità sociale che avviene all'incirca all'età di 5 anni, avendo poi tra i 7 e i 10 anni la massima capacità riproduttiva.

La stagione degli amori inizia ai primi di Novembre e si protrae fino alla metà del mese di Dicembre. Le femmine partoriscono un solo piccolo durante i mesi di Maggio e Giugno (con un picco tra il 10 di Maggio e i primi di Giugno); il piccolo fin dall'inizio è in grado di seguire la madre. La struttura sociale e l'occupazione dello spazio sono differenti nei due sessi.

Alla base della struttura sociale di tipo matriarcale c'è l'unità madre-piccolo. I branchi, di dimensioni variabili, sono formati da femmine adulte (e condotti da una di esse) con o senza piccolo ed *jährling* di entrambi i sessi; le femmine anziane senza capretto possono talvolta condurre vita solitaria.

I maschi subadulti formano a volte dei piccoli gruppi (due-dieci individui); i maschi adulti vivono solitari o in gruppi dalle dimensioni ridotte e caratterizzati da una forte instabilità. Si uniscono al branco delle femmine solo con l'inizio della stagione riproduttiva, quando si registra un incremento degli spostamenti, che a volte sono anche molto lunghi. In questo periodo i maschi difendono dagli altri maschi, piccoli branchi di femmine; comportamento tipico maschile è quello di *flehmen*, dove viene arricciato il labbro superiore per annusare le femmine.



La *sex ratio* in popolazioni naturali non gestite è leggermente a favore delle femmine 1:1-1,2 causa la maggiore età che esse sono in grado di raggiungere.

L'incremento netto della popolazione si aggira attorno al 15-18%, in quanto la mortalità sui piccoli è molto elevata e può arrivare al 50%. Causa principale di tale mortalità sono gli inverni rigidi che spesso le popolazioni di camoscio alpino devono affrontare oltre all'azione di alcuni predatori (in Trentino il predatore che attualmente agisce con maggiore percentuale sulla specie è l'aquila reale).

1.7 Principali patologie del camoscio alpino

Diverse sono le patologie che possono interessare questa specie, tra le principali vanno ricordate la rogna sarcoptica, la cheratocongiuntivite e l'ectima contagioso, delle quali viene di seguito data una breve descrizione.

Rogna Sarcoptica

Si tratta di un'infestazione di tipo cutaneo sostenuta da un acaro (*Sarcoptes scabiei*, Fig.8). Il parassita compie il suo ciclo vitale scavando gallerie a livello dell'epidermide, dove depone le uova, causando irritazioni, azioni allergizzanti e azioni tossiche dovute ai metaboliti che emette.

La malattia si manifesta con la comparsa di alopecia sul capo, sul collo, sui fianchi e sul dorso (Fig.8) che spingono l'animale a grattarsi con forza su alberi e rocce, procurandosi delle lacerazioni profonde che favoriscono attacchi batterici secondari. Il decorso della malattia porta a un progressivo indebolimento dell'animale colpito che quasi sempre (fino al 90% dei casi) culmina con la sua morte. Il contagio avviene per via diretta con il contatto tra animali sani ed ammalati. Colpisce indifferentemente tutte le classi sociali. Negli animali sopravvissuti si sviluppa una sorta di immunità, ma la malattia rimane endemica nella popolazione e ogni sei-sette anni circa torna a manifestarsi in modo epidemico. Questa malattia è presente da alcuni anni in Austria, Germania, Slovenia e, in Italia, nelle provincie alpine del nord-est, in particolare Udine, Pordenone, Belluno, Bolzano e Trento.



Fig.8 - Foto al microscopio elettronico dell'acaro *Sarcoptes scabiei* (pannello di sinistra) e camoscio adulto colpito da rogna sarcoptica (pannello di destra; foto L. Rossi in Broglia, 2003).

Cheratocongiuntivite infettiva

Il battere che causa l'insorgere della malattia è il *Mycoplasma conjunctivae*. Questa patologia che si manifesta come una congiuntivite acuta può regredire spontaneamente oppure portare a una cecità più o meno completa, dopo la transizione attraverso uno stato di congiuntivite purulenta.

Lo scolo che accompagna questa fase provoca la secchezza e la caduta del pelo attorno agli occhi (Fig. 9). Tale malattia è caratterizzata da una rapida diffusione e una mortalità che varia dal 5% al 30%. L'animale ammalato comincia a mostrare i primi segni di difficoltà: resta indietro al branco, si muove in modo caratteristico sollevando molto gli arti, porta la testa eretta per sfruttare meglio l'udito. La morte avviene solitamente per inedia o a causa di eventi traumatici.

La trasmissione avviene per contatto diretto tra animali ammalati e sani o per contatto indiretto ad opera di insetti, polvere, vento. Per la cheratocongiuntivite infettiva esistono alcuni fattori predisponenti molto importanti legati all'ospite, come l'alta densità di popolazione, l'esistenza di raggruppamenti stagionali di femmine e piccoli e in particolari stati fisiologici (gestazione, allattamento, momenti in cui le difese immunitarie sono minori) che rendono più facile l'infezione. Esistono poi fattori legati all'ambiente, soprattutto climatici (luce, bassa umidità atmosferica), che incidono sullo sviluppo della malattia. In particolare sulle Alpi la malattia si manifesta in tarda estate-inizio autunno. L'agente responsabile della malattia si può riscontrare nel camoscio e nello stambecco fra i selvatici e nella capra fra i domestici.

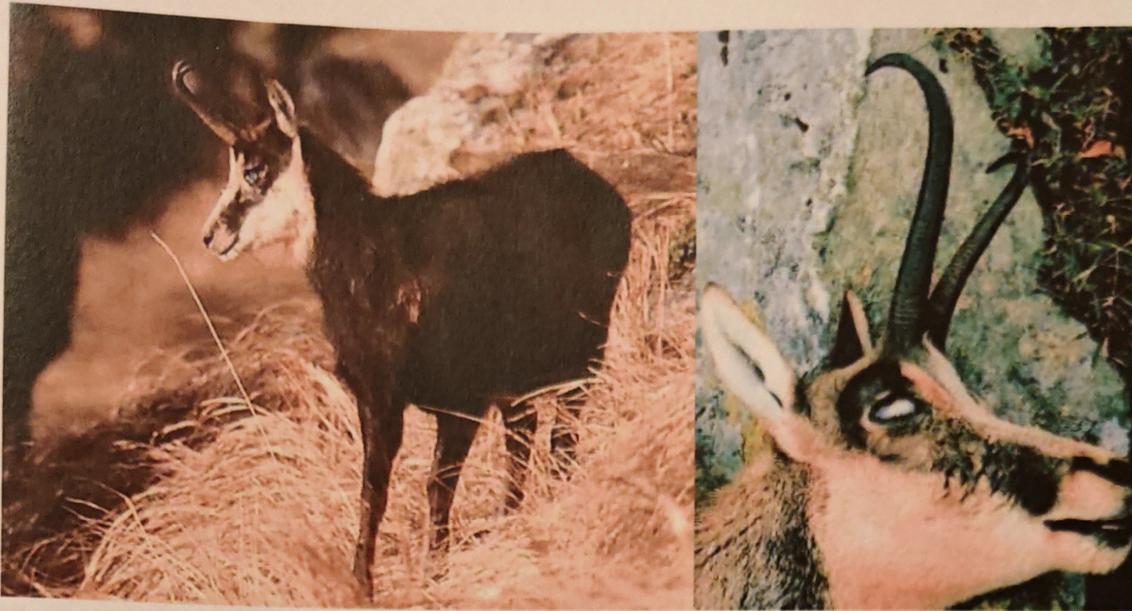


Fig. 9 - Camosci colpiti da cheratocongiuntivite, nei soggetti colpiti dalla malattia si nota molto bene la presenza dello scolo oculare.

Ectima contagioso

L'agente causale di questa malattia è un virus chiamato *Parapoxvirus*. Gli animali che vengono contagiati mostrano delle vescicole che si trasformano in ulcere, attorno alla bocca (Fig. 10) e nelle parti interdigitali. Tali lesioni possono essere ulteriormente complicate da infezioni batteriche secondarie; il contagio spesso è diretto.

Le lesioni compaiono più di frequente a fine autunno, inizio inverno, e interessano soprattutto soggetti giovani. La penetrazione del virus è favorita, da piccolissime lesioni delle mucose, dovute molte volte a foraggio ghiacciato e pungente. Questa patologia può portare alla morte dell'animale per impossibilità di ingestione del cibo.



Fig. 10 - Piccolo di camoscio colpito da ectima contagioso (Fonte: Istituto zooprofilattico delle tre Venezie sezione di Trento).



2. GESTIONE IN PROVINCIA DI TRENTO

2.1 La storia della caccia in Provincia di Trento

Si può considerare data d'inizio dell'attuale sistema di caccia il 7 Marzo 1849, quando Francesco Giuseppe, imperatore d'Austria e Ungheria, emanò una Patente Sovrana che istituiva le Riserve comunali.

Con questo provvedimento venne abolito il diritto di caccia su terreno altrui. Esso passò invece ai Comuni che potevano gestirlo direttamente (evento raro) oppure affittarlo ai migliori offerenti. Per i proprietari di terreni indivisi superiori ai 115 ha il diritto venne affidato al proprietario stesso (Riserva privata).

Vennero inoltre stabilite una serie di regole sull'indennizzo (dovuto ai proprietari per i danni apportati dalla fauna presente e dai cacciatori che usufruivano del terreno) nonché una serie di obblighi per i concessionari. Questa legge è stata alla base della creazione delle Riserve Comunali, chiamate in seguito anche "Riserve sociali" o "Riserve alpine" in relazione alla loro localizzazione nella zona denominata "Zona Alpi".

Le Riserve comunali vennero recepite dall'ordinamento giuridico italiano, per il quale il regime austriaco cessò di aver vigore solamente nel 1931, così che nel 1939, vista la loro validità, vennero estese a tutto il territorio nazionale compreso nella regione delle Alpi, la quale venne considerata zona faunistica a sé stante (Art.5 T.U. n° 1016/1939).

La successiva legge 799/67 mantenne inalterato l'articolo 5, ma modificò il regime riservistico abolendolo e costituendo il regime di caccia controllata, di fatto caccia "libera". Questa legge che stabilì la libertà di circolazione sul territorio e fece perdere il legame cacciatore-territorio, non fu applicata in Trentino per via del regime di autonomia. Punto di svolta si ebbe poi con la legge provinciale n° 24 del 9 dicembre 1991 intitolata "*Norme per la protezione della fauna selvatica e per l'esercizio venatorio*".

La legge attualmente in vigore mantiene inalterato il regime riservistico e stabilisce che alla gestione della caccia nelle Riserve provvede, sulla base di un'apposita convenzione con la Provincia Autonoma di Trento, l'associazione dei cacciatori cui sia stata riconosciuta personalità giuridica in sede provinciale e che risulti la più rappresentativa in ambito provinciale; nel caso specifico si tratta dell'Associazione Cacciatori Trentini.

Il territorio delle Riserve (in totale 211) corrisponde, ad eccezione del comune di Trento (suddiviso in Trento Est, Trento Sud, Trento Nord, Trento Ovest), all'ambito catastale (non necessariamente coincidente con la proprietà) di ogni Comune.



In ogni Riserva i cacciatori si distinguono in cacciatori di diritto, cacciatori aggregati e cacciatori con permesso d'ospite. In base alla legge è considerato cacciatore di diritto colui che:

- sia residente anagraficamente da almeno tre anni, con effettiva dimora per almeno nove mesi all'anno, nel comune o nella frazione nel cui territorio ricade la Riserva o, nel caso di Riserva intercomunale, in uno dei comuni o frazioni il cui territorio fa parte della Riserva stessa;
- il cacciatore che sia stato anagraficamente residente, con dimora effettiva per almeno cinque anni anche non consecutivi, nel cui territorio ricade la Riserva;
- il cacciatore residente nella Provincia di Trento il cui padre o la cui madre siano stati residenti per almeno quindici anni consecutivi nell'ambito della Riserva medesima.

Il permesso annuale come cacciatore di diritto può essere ottenuto in una sola Riserva. E' invece considerato cacciatore aggregato colui che sia in possesso dei requisiti di cui sopra ed eserciti la caccia in una Riserva diversa da quella per la quale ha maturato i predetti requisiti ovvero, nel caso in cui abbia ottenuto il permesso annuale quale cacciatore di diritto in una Riserva ed eserciti la caccia in una Riserva diversa da quest'ultima. È possibile ottenere in una sola Riserva il permesso annuale in qualità di cacciatore aggregato. In questo modo si è creato una stabile connessione tra il cacciatore ed il territorio in cui lo stesso esercita la propria attività.

Vi è infine il cacciatore con permesso d'ospite annuale, il quale può esercitare la caccia in una Riserva previo parere favorevole dell'assemblea dei soci. La Riserva può rilasciare inoltre il permesso d'ospite giornaliero ai cacciatori interessati; questi dovranno versare alla riserva una quota prestabilita.

I programmi annuali di prelievo alle specie previste dal Piano Faunistico Provinciale sono redatti per ciascuna Riserva e sono predisposti dall'Ente Gestore e approvati dal Comitato Faunistico Provinciale. I piani di prelievo degli ungulati, riferiti ad ambiti territoriali omogenei (distretti faunistici ed aree faunistiche per il camoscio), vengono redatti ogni anno sulla base di appositi censimenti condotti nel periodo primaverile-estivo. I piani sono articolati per specie, sesso e classe d'età, sulla scorta di precise norme tecniche, ed in un secondo momento si provvede a verificarne la corretta applicazione tramite la valutazione del prelievo effettuato (valutazioni e rassegne dei trofei).



Per rispondere a specifiche esigenze di gestione venatoria quali, per esempio limitazioni temporali, zonali o riguardanti le modalità dell'attività venatoria, limitazioni di specie o di sesso, ogni Riserva può, nel rispetto del calendario venatorio e delle prescrizioni deliberate dal Comitato Faunistico Provinciale, adottare regolamenti interni contenenti prescrizioni particolari.

Un altro aspetto molto interessante e prerogativa della Provincia di Trento è la figura dell' "esperto accompagnatore"; tale qualifica viene riconosciuta al cacciatore che, con almeno cinque anni di attività venatoria svolta senza incorrere in trasgressioni e corredato dal parere dell'Associazione Cacciatori Trentini, abbia superato un apposito esame.

L'accompagnamento da parte dell' "esperto accompagnatore" è sempre obbligatorio per l'esercizio della caccia al camoscio; tale obbligo è nato per la corretta applicazione dei piani di prelievo, risultando difficoltoso il riconoscimento in natura delle classi d'età e del sesso.

2.2 Suddivisione territoriale

Le Riserve vengono raggruppate in Distretti Faunistici, i quali risultano essere 20. Per la gestione faunistica vengono utilizzati, ferme restando la suddivisione in Riserve di caccia ed in Distretti Faunistici, ambiti territoriali differenti, ognuno più consono alla biologia di ciascuna specie.

Nel caso del camoscio come ambito territoriale si utilizza l'ambito territoriale omogeneo o area faunistica, che geograficamente corrisponde ad un massiccio montuoso. La Provincia è così suddivisa in 28 aree faunistiche (Fig. 11). Data l'ampiezza, e vista l'esistenza di unità di popolazioni differenti, alcune aree vengono a loro volta suddivise in subaree faunistiche.

All'interno di ciascuna area faunistica la gestione viene fatta in maniera omogenea, tenendo conto anche del tipo di gestione fatta nelle aree faunistiche confinanti e nelle province limitrofe.

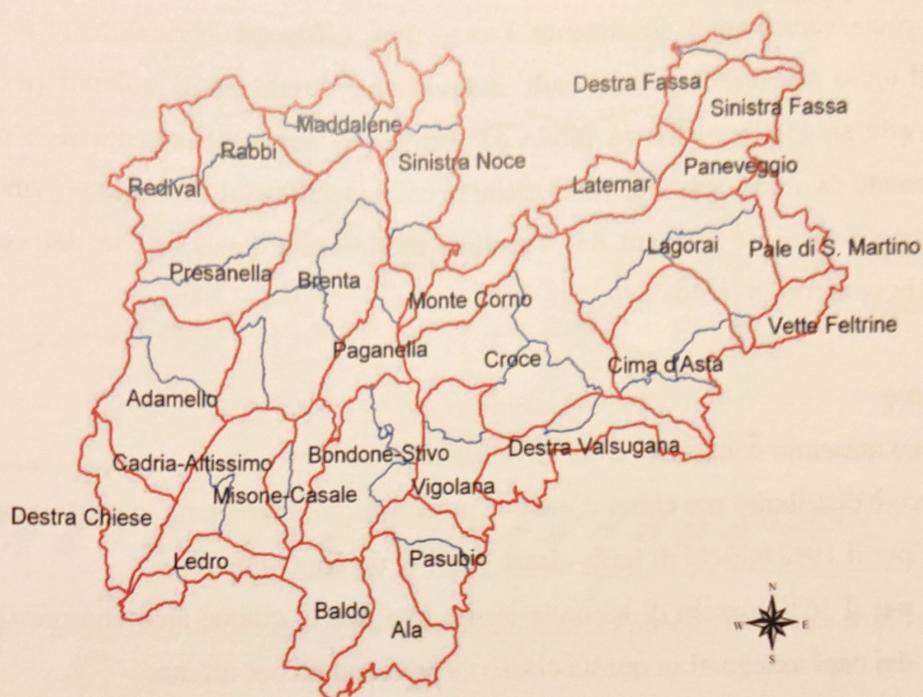


Fig. 11 – Ambiti Territoriali omogenei (aree faunistiche in rosso e loro suddivisione in sub-aree faunistiche in blu) per la gestione della specie camoscio a livello provinciale.

2.3 Gestione del camoscio

Dal 2011 con la “delega gestionale”, i Programmi di prelievo non sono più redatti dal Servizio Foreste e Fauna ma questo compito aspetta all’ente gestore. La programmazione dei prelievi, punta sui seguenti obiettivi:

- mirare al raggiungimento ed al successivo mantenimento di consistenze e densità proporzionali alla vocazionalità dell’ambiente;
- garantire l’inserimento in modo corretto ed equilibrato nell’ecosistema delle popolazioni di ungulati;
- garantire il raggiungimento ed il mantenimento di popolazioni ben strutturate nel rapporto tra i sessi e le classi d’età, cioè il più vicino possibile alla struttura di una popolazione naturale.

Attraverso i censimenti svolti annualmente vengono raccolti dati sulla consistenza e sullo status strutturale e sanitario delle popolazioni, fissando poi, con criterio conservativo, sulla base dei dati ottenuti e con riferimento agli obiettivi prefissati, per ogni Riserva di caccia le quote di prelievo.



Per la specie camoscio il censimento è esaustivo, effettuato normalmente nel periodo estivo (Luglio-Agosto), e basato sull'osservazione diretta degli animali per parcelle affidate alle singole squadre, in modo da coprire contemporaneamente aree omogenee rappresentate da aree o sub-aree faunistiche in cui è suddiviso il territorio provinciale. Nelle zone fittamente boscate del Trentino meridionale l'esecuzione del censimento avviene in autunno-inverno.

Il prelievo

Il prelievo massimo consentito è del 15% del censito.

Il prelievo è distribuito per classi d'età e le assegnazioni interessano indicativamente:

- a) per il 19% maschi di terza classe (capi di un anno: *jährling*)
- b) per il 16% maschi di seconda classe (dai due ai cinque anni compresi). La cifra dei capi assegnati in questa classe va arrotondata per difetto;
- c) per il 16% maschi di prima classe (sei e più anni);
- d) per il 19% femmine di terza classe (capi di un anno: *jährling*);
- e) per il 16% femmine di seconda classe (dai due ai dieci anni compresi);
- f) per il 14% femmine di prima classe (11 e più anni).

Il periodo di caccia al camoscio in Provincia di Trento va dal 16 Agosto al 15 Dicembre.

2.4 Serie storica del camoscio in Provincia di Trento

La serie storica dal 1980 al 2014 delle consistenze e degli abbattimenti del camoscio in Provincia di Trento, è riportata nel grafico sottostante (Fig.12). I dati sono stati tratti dall'"Analisi delle consistenze e dei prelievi di ungulati, tetraonidi e coturnice" redatta dalla Provincia Autonoma di Trento-Servizio Foreste e Fauna - Ufficio Faunistico. L'associazione cacciatori trentini, grazie alla disponibilità degli archivi storici di caccia, possiede ad oggi i dati di tutti gli abbattimenti dal 1965 ad oggi. Per il presente lavoro di tesi sono stati presi in considerazione gli abbattimenti e i censimenti dal 1980 ad oggi, in quanto i precedenti non sono completi di tutte le informazioni necessarie alla loro elaborazione.

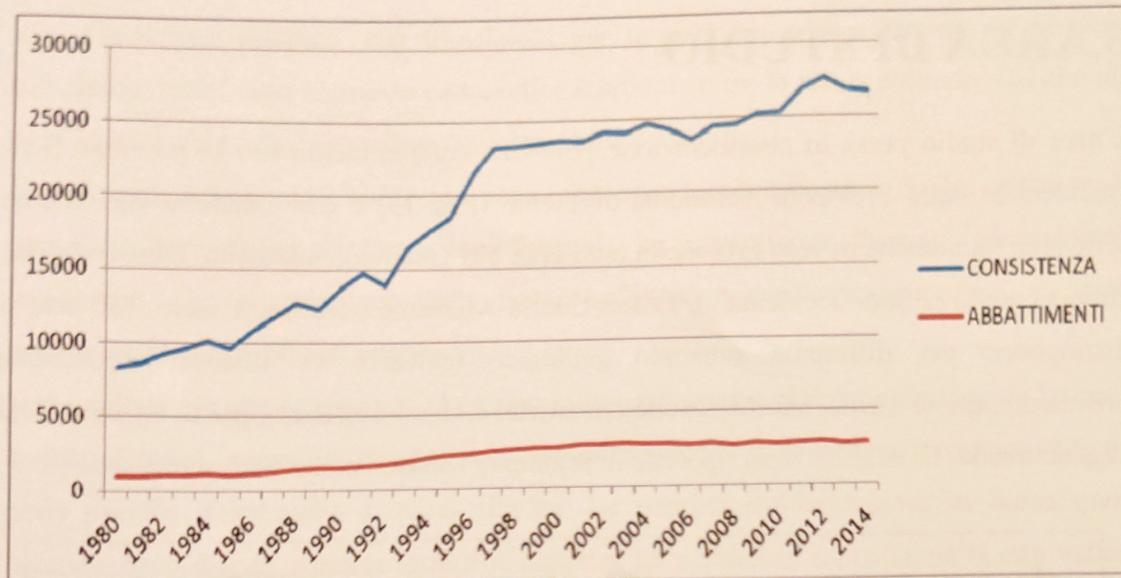


Fig.12 - Serie storica delle consistenze e degli abbattimenti del camoscio in Provincia di Trento.



Sito d'ambiente esalpico, con transizioni per le parti più alte e interne all'ambiente mesalpico, localizzato su roccia carbonatica e articolato tra la fascia collinare (fondovalle del Chiese e del Ledro) e quella sub-alpina (zone cacuminali).

Esposizioni prevalenti E-N-O, con rare contropendenze esposte a S. La matrice del paesaggio è costituita da formazioni forestali, in primo luogo faggete (generalmente conifere), che si articolano dalla fascia collinare a quella alto-montana, evitando solamente gli ambienti più estremi.

Nelle vallate più alte e "interne" al gruppo montuoso (meno esalpiche) le faggete lasciano spazio ai piceo-faggeti in stazioni relativamente xeriche e degradano progressivamente nella pecceta altimontana a quota elevata. Le pendici ripide/rocciose di bassa quota ospitano orno-ostrieti o pinete termofile rupestri. Le pendici in esposizione N ed i valloni più freschi si caratterizzano per la presenza di abieteti e acero-frassineti.

La continuità del manto forestale è interrotta in alto da alcune aree di praterie calcicole e pascoli pingui (in parte anche acidificati) e da ampi arbusteti (nelle praterie dell'area di Tremalzo è in espansione il pino mugo mentre altrove si insediano arbusteti ad erica, ginestra stellata, rododendri e talvolta ontano verde). Alle massime quote le praterie chiuse lasciano spazio a zolle erbacee discontinue, piccoli ghiaioni e rocce.

Sono diffuse quasi ovunque pareti rocciose (anche imponenti) che divengono dominanti intorno alla forra della bassa Val Lorina e lungo i crinali più elevati.

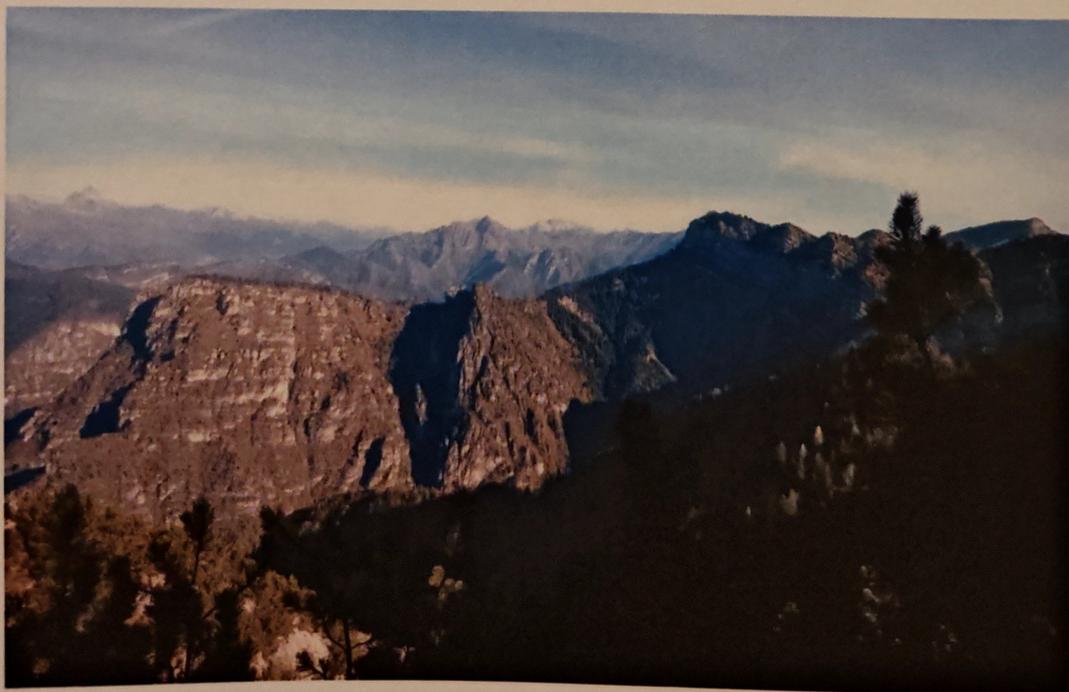


Fig. 14 - Val Lorina, area faunistica "Ledro" (foto Michele Rocca).



3.2 Brenta (sub-area Sud-Occidentale; 263.16 km²)

Questo gruppo montuoso si estende dalla Val di Non alla Val Rendena con una forte esposizione Sud-Est nei pressi delle Giudicarie Esteriori. Il bosco è dominato da abete rosso (*Picea abies*) e larice (*Larix decidua*) con la presenza del faggio (*Fagus sylvatica*) il quale copre i ripidi versanti fino ad una quota di circa 1600-1700 m s.l.m per poi lasciare spazio prima agli arbusti di pino mugo (*Pinus mugo*) e poi ad enormi distese di prateria alpina che si dissolve solamente in prossimità delle guglie e dei torrioni che, sistematicamente, rilasciano materiale dai loro pendii scaricandolo a valle. La zona presa in considerazione ha un substrato alcalino formato da carbonato di calcio e magnesio, caratteristica che riguarda tutto il gruppo montuoso delle Dolomiti di Brenta.

Le praterie alpine sovrastate dalle creste frastagliate del Brenta ospitano pascoli primari rappresentati da distese di sesleria comune (*Sesleria albicans*) e carice sempreverde (*Carex sempervirens*). Il pascolamento è condotto il modo semibrado e ciò porta all'alternarsi di ampie zone sottocaricate ad aree puntiformi con invasioni nitrofile.

L'alta permeabilità della Dolomia, la roccia delle Dolomiti di Brenta, fa percolare l'acqua all'interno del substrato e determina la scarsità di acqua superficiale. Rinominate anche dal punto di vista turistico sono la Val d'Ambiez e la Val delle Seghe rispettivamente nel comune di San Lorenzo-Dorsino e nel comune di Molveno.



Fig.15 - Il gruppo montuoso del "Brenta" con sullo sfondo la Cima Tosa (foto Michele Rocca).



3.3 Presanella (sub-area Val Genova; 145.78 km²)

Il gruppo Presanella si colloca a Nord-Est rispetto all'Adamello altra zona di studio, dal quale è separato da un profondo solco vallivo, la Val Genova. A Nord la Val di Sole divide la Presanella dal gruppo Ortles-Cevedale ad Est la valle di Campiglio la scinde dalle Dolomiti di Brenta.

Tutto questo gruppo montuoso ha un'origine magmatica intrusiva con una roccia madre silicatica. La roccia madre che forma il substrato è la Tonalite, completamente impermeabile e che permette all'acqua di scorrere in superficie. Una volta giunti ad una quota di circa 1800-1900 m s.l.m, il limite del bosco viene lasciato alle spalle e si trovano dapprima pendii ricoperti di ontano verde (*Alnus viridis*), di pino mugo (*Pinus mugo*) e di rododendri (*Rhododendron ferrugineum*), e successivamente le praterie ed i macereti d'alta quota. A differenza dei pascoli presenti su substrato calcareo, in queste aree silicee la vegetazione di alta quota è principalmente costituita da festuca a culmo scabro (*Festuca scabriculmis*) e carice ricurva (*Carex curvula*).

Questo gruppo montuoso arriva a sfiorare i 3600 m s.l.m con la cima Presanella da cui l'intero gruppo prende il nome; numerosi sono i ghiacciai sui suoi versanti.

Le valli che costituiscono questo gruppo montuoso sono tutte di origine glaciale e ciò è testimoniato dalla sua morfologia ad U. Il piano basale è abbastanza largo con lievi pendenze che si inaspriscono lungo i versanti laterali. Sopra di essi le pendenze si riducono nuovamente, dando origine agli alti pascoli in cui i camosci trascorrono la stagione più calda.

Gli inverni vista la diversa esposizione dei versanti e delle vallate sono assai più rigidi rispetto al gruppo del Brenta.



Fig.16 - Il gruppo montuoso " Presanella" (Foto Michele Rocca).

3.4 Adamello (372.69 km²)

Anche l'Adamello con i suoi 3558 m s.l.m è formato da una roccia magmatica intrusiva. Conosciuti e di forte importanza sono i suoi graniti. Dal punto di vista vegetazionale la situazione è analoga al vicino massiccio della Presanella dove i boschi son formati principalmente da abete rosso (*Picea abies*), abete bianco (*Abies alba*) per poi lasciar spazio al larice (*Larix decidua*). Alle quote più basse si può trovare la presenza del Faggio (*Fagus sylvatica*). Attorno ai 1800-1900 m s.l.m i pendii son spesso ricoperti da ontano verde (*Alnus viridis*) e pino mugo (*Pinus mugo*) per poi lasciare lo spazio alle praterie alpine con abbondante rododendro (*Rhododendron ferrugineum*).

La vegetazione di alta quota è principalmente costituita da festuca a culmo scabro (*Festuca scabriculmis*) e carice ricurva (*Carex curvula*).

Famoso è il suo ghiacciaio.



Fig.17 - Val di Siniciaga, area faunistica "Adamello" (Foto Michele Rocca).

3.5 Cadria-Altissimo (282.22 km²)

Analogamente all'ambito Ledro, il gruppo del Cadria-Altissimo, si caratterizza per i suoi ripidi versanti con esposizioni prevalenti E-N-O. Sito d'ambiente esalpico, localizzato su roccia carbonatica. Il bosco prevalente è composto dal faggio (*Fagus sylvatica*). Sopra ai 1500-1600 m s.l.m le faggete lasciano spazio ai piceo-faggeti.

Alzandosi di quota si possono trovare formazioni di ontano verde (*Alnus viridis*) e di pino mugo (*Pinus mugo*) intervallati da aree prative. La quota massima dell'intero gruppo arriva a sfiorare i 2200 m s.l.m del "Dos de la Torta".



Fig.18 - Val Marcia, gruppo del "Cadria- Altissimo" (Foto Michele Rocca).

3.6 Destra Chiese (155.21 km²)

Questo ambito di gestione, si articola appunto in destra orografica della Valle del Chiese; le caratteristiche morfologiche del territorio sono simili all'Adamello e alla Presanella; Le valli, di origine glaciale, hanno tutte la caratteristica forma ad "U". L'esposizione principale è quella ad Ovest con alcuni versanti rivolti ad Est con forti pendenze e presenza di rocce, buone zone di svernamento per il camoscio.

Sui versanti delle vallate il bosco dominante è costituito dal larice (*Larix decidua*) alternato spesso all'abete rosso (*Picea abies*). Oltre il limite del bosco dominano le praterie alpine con forte presenza di rododendro (*Rhododendron ferrugineum*). L'acqua che scorre in superficie è un elemento caratteristico di questo ambiente alpino, causa della roccia impermeabile.



Fig.19 - Re di Castello, area faunistica "Destra Chiese" (Foto Michele Rocca).

3.7 Misone-Casale (111.63 km²)

Compreso tra la Valle dei Laghi e le Giudicarie Esteriori, il Misone-Casale è considerato ambiente esalpico con altitudini massime che vanno a sfiorare i 2000 m s.l.m. Le basse quote, la presenza di zone rocciose e la forte pendenza dei versanti con forte esposizione a Sud creano un habitat ideale per il camoscio. Il faggio domina l'intero ambito alternato qualche volta all'abete rosso (*Picea abies*); rara la presenza del larice (*Larix decidua*). Le zone di pascolo sono spesso caratterizzate dalla presenza della ginestra (*Spartium junceum*).



Fig.20 - Area faunistica "Misone-Casale" (Foto Michele Rocca).



4. RACCOLTA DATI

4.1 Dati di censimento, abbattimento e densità di presenza

I dati relativi alle popolazioni di camosci per ogni area faunistica presa in considerazione sono stati ricavati dai censimenti effettuati generalmente ogni 2 anni per ciascuna zona.

Il censimento, che utilizza la tecnica del Block Census, viene organizzato dai cacciatori coadiuvati dai Guardiacaccia dell'Associazione Cacciatori Trentini. Le aree da censire sono suddivise in parcelle che vengono monitorate, mediante punti fissi di osservazione o transetti, da un cacciatore affiancato dal Guardiacaccia; tutte le squadre sono munite di radio per segnalare eventuali spostamenti di gruppi di animali verso parcelle confinanti.

La squadra è in possesso di una scheda dove riportare i dati (Fig. 21), affiancata alla cartina che riporta la parcella da monitorare.

Sulle schede vengono riportati i dati relativi alla località e all'ora di avvistamento, e la popolazione censita viene ripartita nelle seguenti classi:

- ✓ MASCHI
- ✓ FEMMINE
- ✓ PICCOLI
- ✓ JÄHRLING
- ✓ INDETERMINATI

Generalmente il censimento viene effettuato nel mese di Luglio o Agosto, ma nelle aree faunistiche in cui la percentuale di boschi di latifoglie è alta, viene effettuato nel periodo invernale grazie alla miglior visibilità per la perdita fogliare del bosco.



SCHEDA DI
CAMPAGNA

CENSIMENTO CAMOSCIO – ANNO _____

RISERVA _____ AREA FAUNISTICA _____
 DATA RILIEVO _____ SUBAREA FAUNISTICA _____
 SETTORE _____
 SQUADRA NUMERO _____
 CAPO SQUADRA _____ COLLABORATORE/I _____

Osserv. N.	Località	Ora	Adulti 2+ anni			Giovani (yearling)	Piccoli	Indeter	Totale
			Mas	Fem	Ind				
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
TOTALE									

OSSERVAZIONI:

FIRMA DEL CAPOSQUADRA _____

NOTE: nelle osservazioni vanno evidenziati in particolare:
 ** valutazioni sullo stato sanitario dei soggetti avvistati
 ** mancato avvistamento di branchi di cui si ritiene certa la presenza

Fig.21 - Scheda per la raccolta dei dati di censimento per il camoscio.

Parallelamente ai dati di censimento sono stati presi in considerazione i dati relativi al peso degli *jährling* abbattuti nelle aree faunistiche analizzate in questo lavoro di tesi;



questo dato viene preso durante la stagione venatoria da Guardiacaccia e cacciatori che pesano tutti gli individui che vengono abbattuti dopo averli completamente eviscerati. Le densità di presenza sono state calcolate riportando il numero totale di animali censiti alla superficie vocata alla presenza della specie in ciascun ambito gestionale (habitat potenziale definito come "buono" e "ottimo" per la presenza della specie - dati ufficiali contenuti nel Piano Faunistico Provinciale della Provincia di Trento). Il dato di densità è sempre espresso in numero di capi per 100 ha.

Dalle schede di censimento sono stati poi ricavati i seguenti parametri di popolazione:

- ✓ il rapporto $N \text{ piccoli} / N \text{ femmine adulte}$, dato che esprime la produttività di una popolazione;
- ✓ il rapporto $N \text{ jährling} / N \text{ femmine adulte}$, che esprime l'incremento netto della stessa popolazione una volta superato il momento più critico per la sopravvivenza dei nuovi nati;

4.2 Dati vegetazionali e climatici

Qualità del pascolo

Nel presente lavoro di tesi è stato utilizzato l'indice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) come *proxy* della qualità del pascolo utilizzata dai camosci. Si tratta di un indice basato sui rilievi satellitari realizzati dalla National Aeronautics and Space Administration (Land Processes Distributed Active Archive Center User Services Geological Survey – USGS - Earth Resources Observation and Science - EROS – Center <https://LPDAAC.usgs.gov>) che fornisce informazioni sulla distribuzione spaziale e temporale delle comunità vegetazionali e della biomassa vegetale (Reed et al., 1994) e quindi della qualità di foraggio disponibile (Griffith et al., 2002; Pettorelli et al., 2005). In particolare, per le elaborazioni presenti in questa tesi, è stato considerato il set di dati denominato Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS–TERRA – MOD13Q1; dati disponibili dal 2000 ad oggi) avente una risoluzione pari a 250 metri. I frequenti passaggi dei satelliti attorno alla terra consentono un monitoraggio giornaliero dello stato della vegetazione ed i dati raccolti sono poi elaborati per fornire un valore dell'indice ogni 16 giorni.

Nella mappe elaborate, valori bassi di NDVI si verificano in aree a bassa o assente copertura vegetale, o dove la vegetazione presente è senescente o sofferente, mentre gli



alti valori dell'indice rispecchiano una situazione di forte attività fotosintetica e quindi elevata presenza di biomassa. Nella realtà osservata i valori di NDVI variano in un range compreso tra -0.2 e +1 sulle terre emerse.

A partire da queste mappe è stato ricavato il valore massimo e medio dell'indice in corrispondenza di tutte le aree denominate a pascolo nelle carte di uso del suolo disponibili per il settore Occidentale della Provincia di Trento (CORINE Land Cover level IV; Commission of the European Communities 2006 – risoluzione 250 metri) dal giorno 97 (7 Aprile) al giorno 257 (14 Settembre) del calendario giuliano. Inoltre è stato calcolato il valore medio e la sommatoria dei valori medi per l'intero periodo considerato (7 aprile-14 settembre).

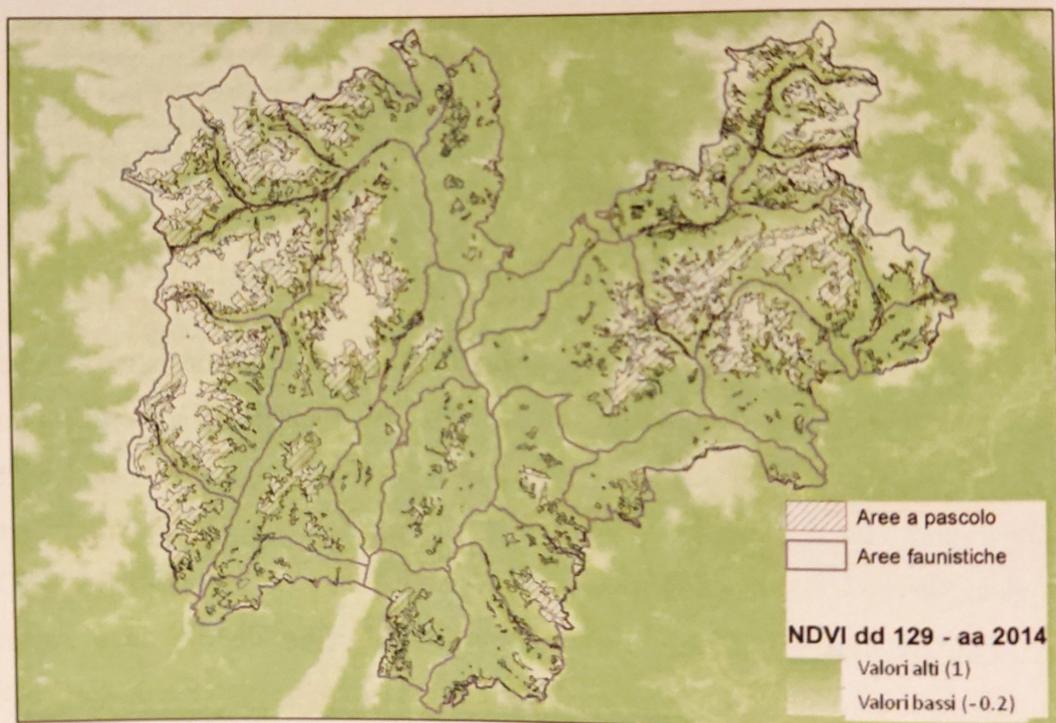


Fig.22 - Esempio di mappa NDVI per il periodo 9-24 Maggio del 2014. Si distinguono le zone tratteggiate riferite alle aree a pascolo.

Rigidità invernale

Come indice della rigidità invernale si è scelto di utilizzare due variabili ricavate dai dati di copertura nevosa appartenenti al set di dati satellitari Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS-TERRA – MOD10A2; dati disponibili dal 2000 ad oggi) avente una risoluzione pari a 500 metri ed un intervallo temporale di elaborazione del dato pari a 8 giorni.



Per ciascuna area faunistica, è stata ricavata la superficie coperta da neve dal giorno 305 (1 Novembre) al giorno 120 del successivo anno (30 Aprile) del calendario giuliano. Inoltre, è stato calcolato il numero di giorni in cui la copertura di ciascuna area faunistica risultava superiore al 50%. Di seguito, a titolo di esempio sono mostrate 4 mappe di copertura nevosa dell'intera Provincia per l'inverno 2013/14 (Fig. 23) e, per confronto, una mappa del mese di Agosto 2013 (Fig. 24).

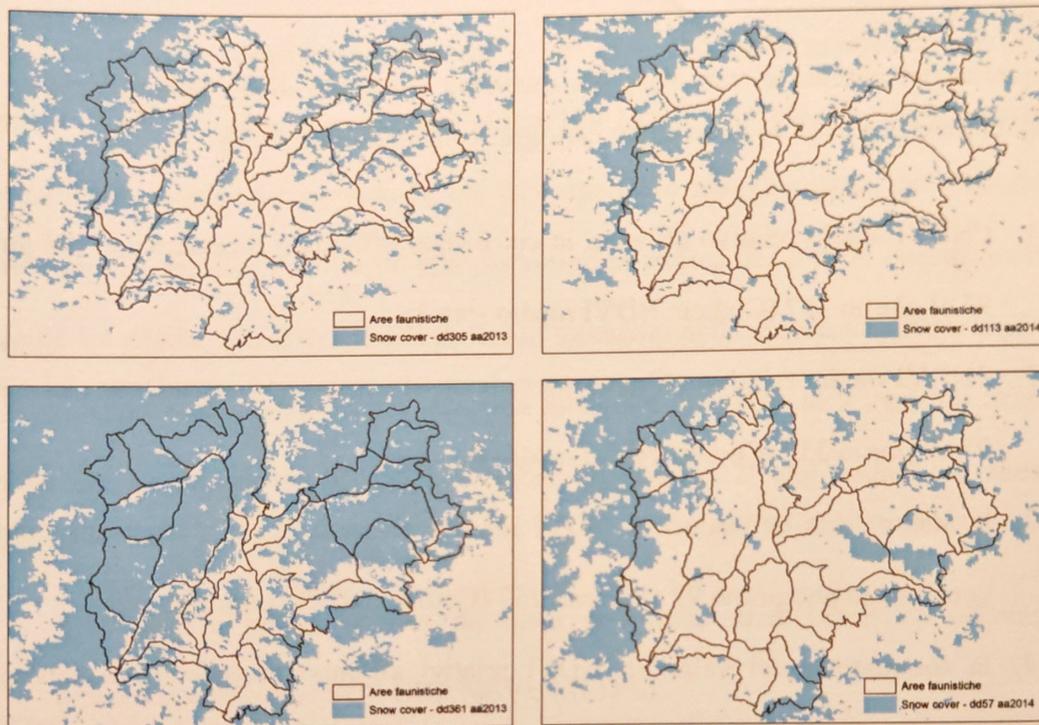


Fig.23 - Mappe di copertura nevosa nel periodo invernale rispettivamente dei giorni 305 e 361 del 2013 e 113 e 57 del 2014 (viene indicato il primo degli 8 giorni di acquisizione del dato secondo il calendario giuliano). Il colore azzurro sta ad indicare la presenza di neve al suolo.

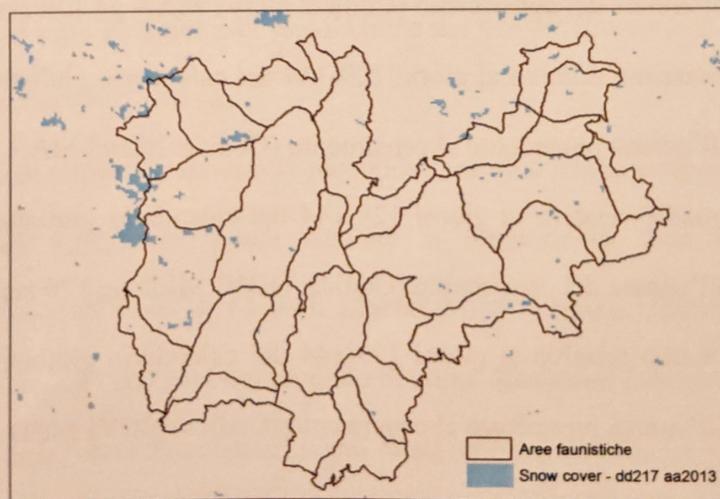


Fig.24 - Presenza di neve al suolo nel giorno 217 (Agosto) dell'anno 2013.



4.3 Analisi dei dati

Il set di dati da analizzare è stato preparato associando le variabili che descrivono le popolazioni di camoscio nei diversi anni e nelle differenti aree considerate (rapporto N piccoli/N femmine adulte, rapporto N *jährling*/N femmine adulte, densità locale) alle variabili di seguito elencate, scelte come descrittori della qualità del pascolo e della rigidità invernale.

La qualità del pascolo è stata descritta mediante il calcolo di 8 variabili ricavate dai poligoni definiti a pascolo dallo strato cartografico dell'uso del suolo:

1. l'NDVI medio relativo all'anno in cui è stato effettuato il censimento dal giorno 97 al giorno 257 (Codice: NDVI medio stag 2);
2. l'NDVI medio relativo all'anno precedente al censimento considerato dal giorno 97 al giorno 257 (Codice: NDVI medio stag 1);
3. la sommatoria dei valori di NDVI relativi all'anno in cui è stato effettuato il censimento dal giorno 97 al giorno 257 (Codice: NDVI somma stag 2);
4. la sommatoria dei valori di NDVI relativi all'anno precedente al censimento considerato dal giorno 97 al giorno 257 (Codice: NDVI somma stag 2);
5. l'NDVI massimo relativo ai giorni 129-144 del calendario giuliano (9-24 Maggio) riferito all'annata del censimento (Codice: NDVI MAX gg 129 stag 2);
6. l'NDVI massimo relativo ai giorni 129-144 del calendario giuliano (9-24 Maggio) riferito all'annata precedente al censimento (Codice: NDVI MAX gg129 stag1);
7. l'NDVI medio relativo ai giorni 129-144 del calendario giuliano (9-24 Maggio) riferito all'annata del censimento (Codice: NDVI MED gg 129 stag 2);
8. l'NDVI medio relativo ai giorni 129-144 del calendario giuliano (9-24 Maggio) riferito all'annata precedente al censimento (Codice: NDVI MED gg129 stag1).



Si è scelto di tener in considerazione due variabili (media e sommatoria degli NDVI) riferite all'intero andamento stagionale della vegetazione per l'anno in cui il piccolo viene allattato e poi svezzato (stagione 2) e per l'anno precedente (stagione 1). Quest'ultimo periodo rappresenta la disponibilità trofica per la madre (condizioni trofiche che permetteranno alla madre di acquisire una condizione fisica adatta ad affrontare il successivo periodo degli accoppiamenti e tutta la successiva gestazione). Altre due variabili (NDVI massimo e medio dei giorni 129-144 – 9-24 Maggio) rappresentano le disponibilità trofiche del periodo in cui avvengono la maggior parte delle nascite. In particolare, la stagione 2 è riferita alla disponibilità trofica dei piccoli censiti mentre la stagione 1 è riferita alla disponibilità trofica al momento della nascita degli *jährling*.

La rigidità invernale è stata invece descritta mediante il calcolo di 2 variabili riferite al periodo che va dal giorno 305 (1 Novembre) al giorno 120 del successivo anno (30 Aprile):

1. la superficie media coperta da neve nell'intera area faunistica espressa in percentuale (Codice: SUP COP NEVE MED%);
2. il numero di giorni in cui la superficie coperta da neve supera il 50% dell'area faunistica (Codice: GG SUP COP NEVE >50%).

In questo caso ad ogni parametro di popolazione dei censimenti sono stati associati i dati dell'inverno precedente al rilievo.

Le due variabili di risposta (rapporto N piccoli/N femmine adulte e rapporto N *jährling*/N femmine adulte) sono state quindi studiate in funzione di tutte le altre variabili indipendenti attraverso l'uso di Modelli Lineari Misti (LMM – library lme4, function lmer in R software 3.1) costruiti col modello di stima *Maximum Likelihood Method (ML)* e aventi la variabile "Area Faunistica" come *Random Factor (RF)*. La scelta del modello migliore (cioè il modello contenente le variabili che insieme vanno a descrivere nel modo



migliore la variabile di risposta) è stata operata mediante il confronto dei coefficienti di Akaike calcolati per ciascun modello (AICc – Criterio di Akaike per piccoli dataset). In particolare, è stato scelto il modello avente il più basso valore di AICc. Il modello migliore è stato poi stimato mediante il *Restricted Maximum Likelihood Method* per avere una stima dei parametri (che descrive quanto e come ogni singola variabile indipendente ha effetto sulla variabile di risposta) e calcolare il valore di R^2 (che esprime quanta variabilità della variabile di risposta è spiegata dalle variabili indipendenti presenti nel modello).



5. RISULTATI E DISCUSSIONE

Per meglio comprendere le analisi effettuate nell'ambito della presente tesi vengono di seguito riportati i dati di censimento delle singole aree (paragrafo 5.1, Tab. 3-9) ed i grafici che mostrano l'andamento del rapporto N piccoli/N femmine adulte (Fig. 25), il rapporto N *jährling*/N femmine adulte (Fig. 26), i trend di consistenza della specie (espressa come N capi/100 ha; Fig. 27) ed infine l'andamento dei pesi medi degli *jährling* (Tab.10 e Fig. 28) nelle aree faunistiche considerate dal 1980 al 2015.

5.1 Dati di censimento relativi ai diversi ambiti di gestione

LEDRO									
ANNO	1994	1995	1996	1998	2001	2003	2006	2011	2014
femmine adulte	12	25	31	24	35	33	11	39	45
piccoli	10	24	24	22	29	27	6	25	36
yearling	3	11	17	25	24	21	7	5	20
maschi adulti	12	5	13	20	22	19	8	16	27
indeterminati	7	5	16	27	22	22	10	15	18
totale	44	70	101	118	132	122	42	100	146
N piccoli/N femmine	0,83	0,96	0,77	0,92	0,83	0,82	0,55	0,64	0,80
N <i>jährling</i> /N femmine	0,25	0,44	0,55	1,04	0,69	0,64	0,64	0,13	0,44
Densità (N capi/100ha)	0,58	0,92	1,33	1,56	1,74	1,61	0,55	1,32	1,93

Tab. 3 - Dati di censimento della zona "Ledro".

BRENTA												
ANNO	1981	1988	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2012	2013	2015
femmine adulte	412	492	794	649	462	513	576	622	552	764	799	845
piccoli	316	371	591	503	346	394	415	451	411	563	542	623
yearling	210	270	300	331	263	220	260	274	195	263	361	290
maschi adulti	213	237	315	219	225	290	375	355	400	339	360	395
indeterminati	68	8	120	272	164	161	302	202	280	235	185	153
totale	1219	1378	2120	1974	1460	1578	1928	1904	1838	2164	2247	2306
N piccoli/N femmine	0,77	0,75	0,74	0,78	0,75	0,77	0,72	0,73	0,74	0,74	0,68	0,74
N <i>jährling</i> /N femmine	0,51	0,55	0,38	0,51	0,57	0,43	0,45	0,44	0,35	0,34	0,45	0,34
Densità (N capi/100ha)	10,01	11,32	17,42	16,22	11,99	12,96	15,84	15,64	15,1	17,78	18,46	18,95

Tab. 4 - Dati di censimento della zona "Brenta".

PRESANELLA																					
ANNO	1980	1981	1982	1983	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1996	1998	2000	2002	2005	2007	2009	2012	2014
femmine adulte	339	343	352	284	389	421	315	343	382	445	464	499	384	491	562	536	436	461	506	462	366
piccoli	247	239	227	193	302	288	251	246	272	320	342	344	289	375	471	433	363	356	394	369	270
yearling	149	144	169	184	182	261	208	248	240	218	256	297	214	230	270	230	168	205	187	217	62
maschi adulti	89	111	142	137	106	206	144	181	223	155	193	184	166	218	227	145	128	168	323	182	222
indeterminati						54					17	48	113	151	108	114	177	161	277	144	97
totale	824	837	890	798	979	1176	972	1018	1117	1138	1272	1372	1166	1465	1638	1458	1272	1351	1687	1374	1037
N piccoli/N femmine	0,73	0,70	0,64	0,68	0,78	0,68	0,80	0,72	0,71	0,72	0,74	0,69	0,75	0,76	0,84	0,81	0,83	0,77	0,78	0,80	0,70
N <i>jährling</i> /N femmine	0,44	0,42	0,48	0,65	0,47	0,62	0,66	0,72	0,63	0,49	0,55	0,60	0,56	0,47	0,48	0,43	0,39	0,44	0,37	0,47	0,16
Densità (N capi/100ha)	8,18	8,31	8,84	7,93	9,72	11,68	9,65	10,11	11,09	11,30	12,63	13,63	11,58	14,55	16,27	14,48	12,63	13,42	16,76	13,65	10,30

Tab. 5 - Dati di censimento della zona "Presanella".



ADAMELLO																		
ANNO	1980	1981	1982	1983	1987	1989	1991	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015
femmine adulte	717	622	687	652	950	923	989	1165	1264	1257	1241	1180	1043	1030	1168	1203	1114	942
piccoli	483	432	495	453	730	657	794	971	948	1029	937	925	822	837	965	935	867	734
yearling	376	326	383	389	533	582	560	646	599	591	512	494	425	425	347	365	433	333
maschi adulti	270	271	326	300	262	363	409	504	426	437	603	429	433	423	543	497	460	354
indeterminati	145	81	0					380	364	410	350	322	319	396	669	397	412	410
totale	1991	1732	1891	1794	2475	2525	2752	3666	3601	3724	3643	3350	3042	3111	3692	3397	3286	2773
N piccoli/N femmine	0,67	0,69	0,72	0,69	0,77	0,71	0,80	0,83	0,75	0,82	0,76	0,78	0,79	0,81	0,83	0,78	0,78	0,78
N jahrling/N femmine	0,52	0,52	0,56	0,60	0,56	0,63	0,57	0,55	0,47	0,47	0,41	0,42	0,41	0,41	0,30	0,30	0,39	0,35
Densità (N capi/100ha)	8,22	7,15	7,81	7,41	10,22	10,43	11,36	15,14	14,87	15,38	15,04	13,83	12,56	12,85	15,25	14,03	13,57	11,45

Tab. 6 - Dati di censimento della zona "Adamello".

CADRIA ALTISSIMO																
ANNO	1981	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015
femmine adulte	33	53	63	74	116	91	121	185	202	186	186	223	241	231	252	267
piccoli	24	39	47	56	90	60	78	150	147	138	138	171	180	186	176	200
yearling	9	30	44	62	63	27	40	110	122	128	136	131	105	98	123	112
maschi adulti	13	23	31	47	43	32	48	54	89	77	110	127	126	113	126	146
indeterminati	30	23			87	114	79	152	147	168	157	142	173	232	169	
totale	109	168	185	239	312	297	401	578	712	676	738	809	794	801	909	894
N piccoli/N femmine	0,73	0,74	0,75	0,76	0,78	0,66	0,64	0,81	0,73	0,74	0,74	0,77	0,75	0,81	0,70	0,75
N jahrling/N femmine	0,27	0,57	0,70	0,84	0,54	0,30	0,33	0,59	0,60	0,69	0,73	0,59	0,44	0,42	0,49	0,42
Densità (N capi/100ha)	0,73	1,12	1,23	1,59	2,08	1,98	2,68	3,86	4,75	4,51	4,92	5,40	5,30	5,35	6,07	5,97

Tab. 7 - Dati di censimento della zona "Cadria-Altissimo".

DESTRA CHIESE														
ANNO	1980	1989	1993	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2012	2014
femmine adulte	97	77	127	129	130	119	164	146	135	224	185	246	228	249
piccoli	60	63	107	99	94	108	143	118	126	187	130	204	191	164
yearling	49	45	69	80	71	52	43	78	57	72	72	58	87	70
maschi adulti	30	46	58	37	42	18	53	58	44	52	94	68	54	50
indeterminati				22	21	17	45	46	50	73	95	20	85	107
totale	236	231	361	367	358	314	448	446	412	608	576	596	645	640
N piccoli/N femmine	0,62	0,82	0,84	0,77	0,72	0,91	0,87	0,81	0,93	0,83	0,70	0,83	0,84	0,66
N jahrling/N femmine	0,51	0,58	0,54	0,62	0,55	0,44	0,26	0,53	0,42	0,32	0,39	0,24	0,38	0,28
Densità (N capi/100ha)	2,78	2,72	4,25	4,32	4,22	3,70	5,28	5,25	4,85	7,16	6,78	7,02	7,60	7,54

Tab. 8 - Dati di censimento della zona "Destra Chiese".

MISONE CASALE						
ANNO	2002	2004	2007	2011	2012	2015
femmine adulte	5	15	25	57	70	93
piccoli	2	13	25	42	60	65
yearling	4		5	17	19	30
maschi adulti	3	10	15	53	54	47
indeterminati	2	10	9	20	20	51
totale	16	48	79	189	223	286
N piccoli/N femmine	0,40	0,87	1,00	0,74	0,86	0,70
N jahrling/N femmine	0,80	0,00	0,20	0,30	0,27	0,32
Densità (N capi/100ha)	0,60	1,81	2,98	7,14	8,42	10,80

Tab. 9 - Dati di censimento della zona "Misone Casale".

Nelle precedenti tabelle sono riportati esclusivamente i dati dei conteggi effettuati nell'intera area campione, mentre sono stati omessi eventuali dati relativi solo a porzioni delle stesse.



5.2 Parametri di popolazione del settore Sud-Occidentale della Provincia

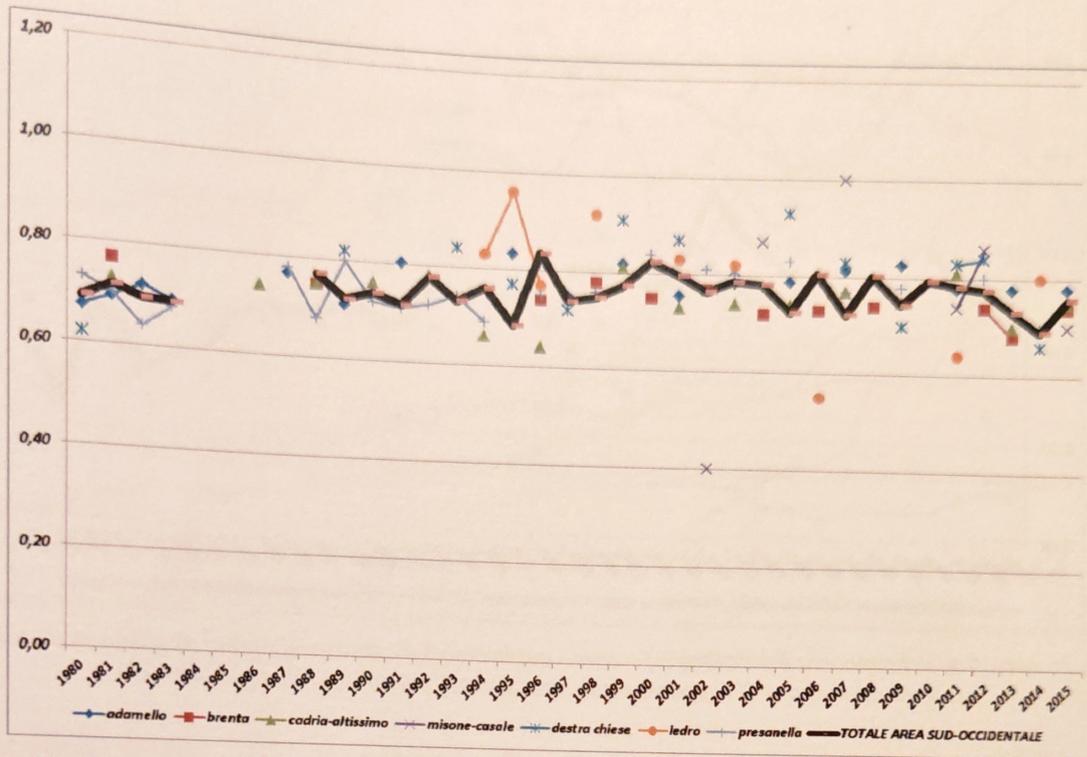


Fig. 25 - Grafico del rapporto N piccoli/ N femmine adulte relativo ai diversi ambiti di gestione. Il colore nero sta ad indicare il rapporto totale relativo all'intera area Sud-Occidentale.

Dal grafico soprastante (Fig. 25) si può vedere come la produttività delle popolazioni relativa all'intera area, espressa nel rapporto N piccoli/ N femmine adulte, si mantiene generalmente in valori compresi tra 0.6 e 0.85.

Si notano dei picchi sia positivi che negativi registrati in popolazioni non stabili ed in espansione (ad esempio post rilasci/ripopolamenti dell'area "Misone-Casale" o caratterizzate da basse consistenze come l'ambito gestionale "Ledro").

Risulta interessante l'andamento generale che rimane pressoché costante dal 1980 ad oggi.

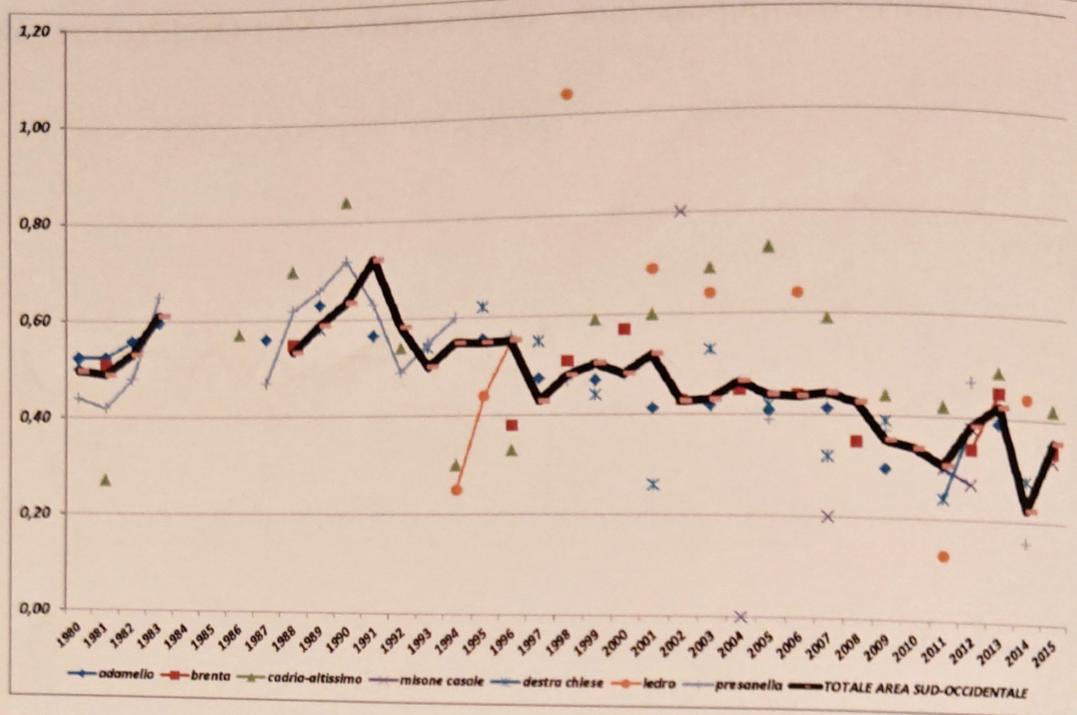


Fig.26 - Grafico del rapporto $N\text{ jährling}/N\text{ femmine adulte}$ relativo ai diversi ambiti di gestione. Il colore nero sta ad indicare il rapporto totale relativo all'intera area Sud-Occidentale.

Il grafico soprastante (Fig. 26) descrive l'incremento della popolazione attraverso il rapporto $N\text{ jährling}/N\text{ femmine adulte}$. I valori sono per la maggior parte compresi tra 0.20 e 0.70. Si vede chiaramente come il rapporto per l'intera area dal 1980 ad oggi mostri un trend negativo. Tale andamento potrebbe essere correlato ai cambiamenti climatici in atto che sembrerebbero sfavorire le specie ben adattate all'ambiente alpino (si veda ad esempio l'effetto della temperatura in aumento sui pesi degli individui giovani di camoscio; Mason et al., 2014).

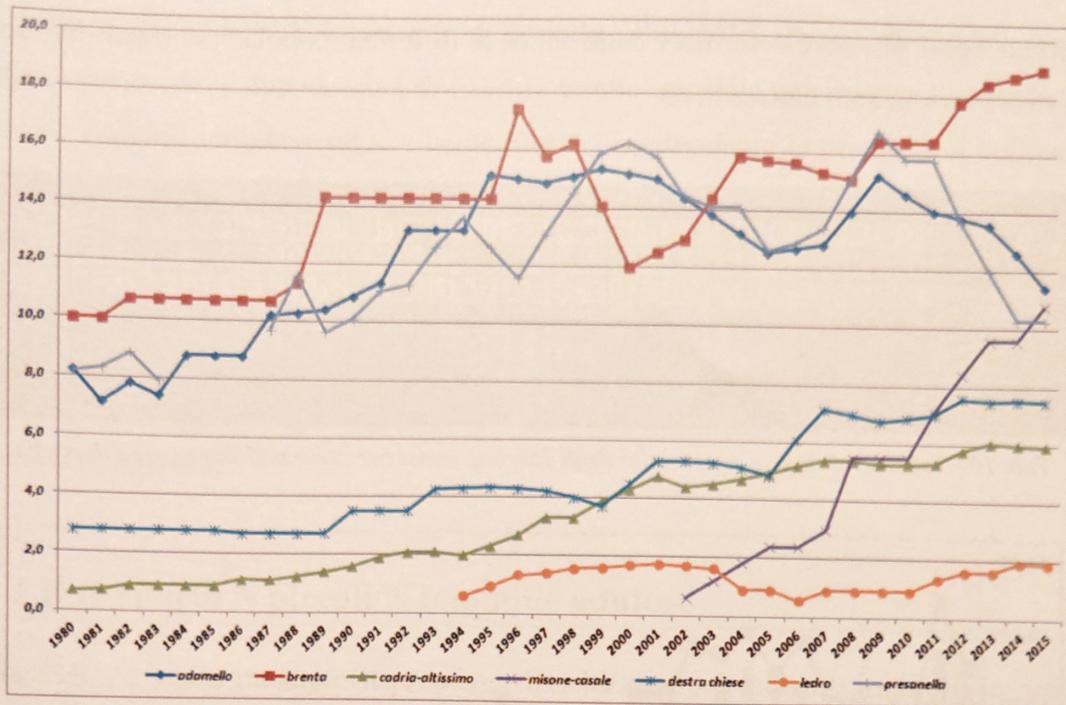


Fig. 27 - Grafico delle densità di presenza (N capi/100 ha) nei diversi ambiti di gestione.

Il grafico relativo alle consistenze della specie (Fig. 27) mostra differenti livelli e tendenze nei diversi ambiti di gestione. Vi sono aree caratterizzate da forti incrementi, con densità che passano da valori prossimi allo 0 nel 2002 a valori di quasi 11 capi su 100 ha nel 2015, come quella del Misone-Casale. La presenza del camoscio in questa zona è dovuta al rilascio di 12 camosci fra il Dicembre del 2001 e l'Aprile del 2003 provenienti da varie realtà provinciali ed extra-regionali. In quegli anni 2002-2003 si stimava una consistenza fra i 20 e 30 capi sull'intera area faunistica del Misone-Casale. Situazioni più stabili sono invece presenti nelle aree in cui i valori di consistenza sono più elevati (Brenta, Adamello e Presanella), con popolazioni che negli ultimi anni si mostrano in aumento nell'area delle Dolomiti di Brenta mentre in calo sui massicci granitici dell'Adamello e della Presanella.

La grande variabilità dell'intera area indagata (da valori prossimi allo 0 fino a consistenze di 18.9 capi/100 ha) si presta bene a testare l'ipotesi dell'influenza delle consistenze locali sul successo riproduttivo e sulla sopravvivenza dei giovani, pur non raggiungendo i valori più alti riportati in letteratura per la specie (25-30 capi/100 ha; Apollonio e Grimond, 1984; Rossi et al., 1987, 1988).

Altro indice spesso utilizzato per descrivere le condizioni delle popolazioni di ungulati, è il peso medio degli individui giovani (Tab.10). Questa misura, riferendosi agli individui cacciati più vulnerabili (in quanto non ancora completamente sviluppati), è infatti spesso



utilizzata come ulteriore descrittore dello status di differenti popolazioni o per monitorare una stessa area in anni consecutivi.

ANNO	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
peso F jahrling	17,02	16,94	16,69	16,55	16,13	16,28	16,69	16,82	16,87	16,98	16,00	16,82	16,34	15,70	15,55	15,82	15,66	16,24
peso M jahrling	17,49	18,46	16,81	16,80	16,98	17,02	17,81	17,40	17,97	17,65	17,72	17,14	17,06	16,51	16,23	16,16	15,77	17,04
peso medio jahrling	17,26	17,77	16,75	16,71	16,66	16,69	17,27	17,16	17,47	17,35	16,91	17,01	16,73	16,14	15,91	16,00	15,73	16,67
ANNO	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
peso F jahrling	15,50	15,61	14,66	15,31	15,19	14,98	15,06	15,09	15,00	14,69	15,46	15,58	14,77	15,52	15,31	15,30	15,85	
peso M jahrling	15,93	16,26	15,26	15,80	15,89	15,89	15,99	15,71	15,67	15,70	16,20	16,01	15,43	16,00	15,85	16,01	16,60	
peso medio jahrling	15,74	15,98	14,96	15,55	15,55	15,50	15,60	15,44	15,36	15,25	15,88	15,81	15,14	15,79	15,57	15,64	16,24	

Tab. 10 - Tabella relativa al peso medio degli jahrling divisi per sesso nell'intera area di studio.

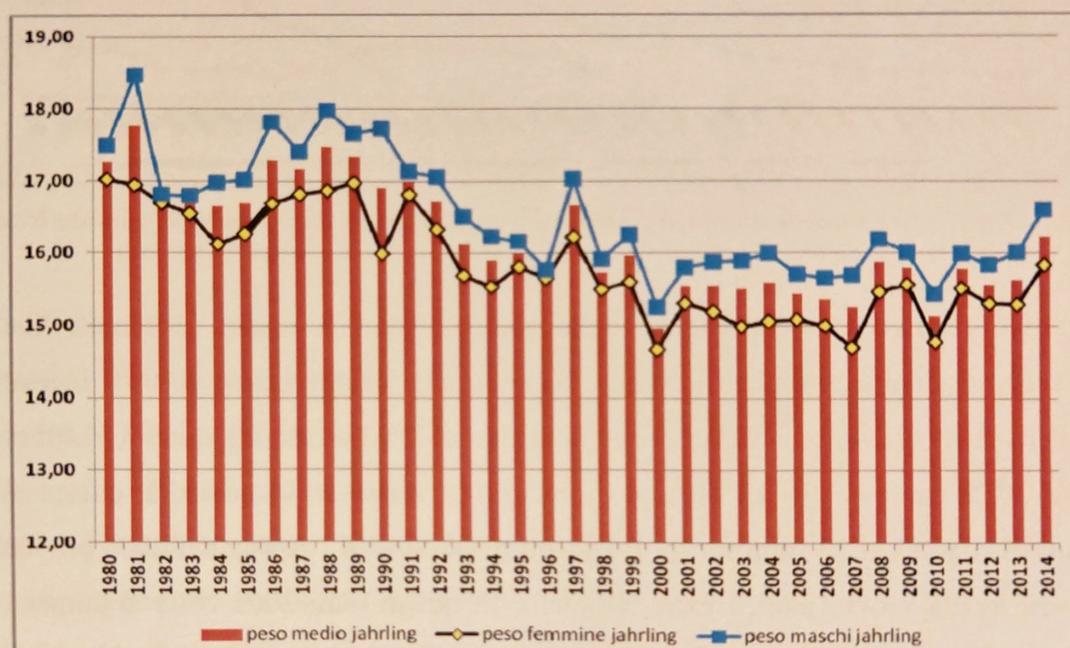


Fig.28 - Andamenti dei pesi medi degli jahrling, distinti in maschi e femmine, per l'intera area indagata..

Nel grafico in Fig. 28 sono riportati i pesi medi relativi agli jahrling divisi per sesso. La media di entrambi i sessi, seppure tra loro differenti, mostrano un uguale andamento ed una tendenza negativa generale. Tale risultato trova conferme nello studio effettuato da Mason et al. (2014).

5.3 Variabili ecologiche e successo riproduttivo

Ulteriori analisi sono state condotte su un subset dei dati a disposizione. In particolare, è stato condotto un approfondimento sull'andamento del rapporto $N_{\text{piccoli}}/N_{\text{femmine adulte}}$ e $N_{\text{jahrling}}/N_{\text{femmine adulte}}$ in funzione della disponibilità trofica, della rigidità



invernale e delle densità locali per il periodo 2001-2015. Prima di modellizzare il comportamento delle due variabili di risposta è stata calcolata una matrice di correlazione tra le 11 variabili indipendenti che ha permesso di individuare la presenza di collinearità tra alcune di queste (Coeff. Di Pearson; $r_p > 0.7$ per i) NDVI medio stag 1 e NDVI somma stag 1; ii) NDVI medio stag 2 e NDVI somma stag 2; iii) NDVI MAX gg 129 stag 1 e NDVI MED gg 129 stag 1; iv) NDVI MAX gg 129 stag 2 e NDVI MED gg 129 stag 2). Si è quindi deciso di inserire nei modelli 7 delle 11 iniziali variabili e la scelta è stata operata scegliendo tra ogni coppia di variabili collineari quella meglio correlata con la variabile di risposta.

5.3.1 Il rapporto N piccoli/N femmine adulte

Nella Tab. 11 viene mostrato il processo di selezione del modello migliore in grado di descrivere il rapporto N piccoli/N femmine adulte a partire da un modello contenente 7 delle 11 variabili calcolate. In particolare sono riportati gli 11 modelli aventi valori di AICc più bassi (si è scelto di mostrare solo 11 modelli poiché sono quelli che differiscono dal più basso valore di AICc per un valore minore di 10). Il modello migliore (AICc = -187.72) comprende 2 delle 7 variabili considerate: NDVI medio della stagione precedente al dato di censimento e l'NDVI massimo del mese di Maggio dell'anno di nascita dei piccoli. Per tale modello viene riportata in Tab. 12 la stima dei parametri che mostra come vi sia un effetto positivo di entrambe le variabili comprese nel modello sulla variabile di risposta.



Variabili	M11	M10	M9	M8	M7	M6
NDVI MEDIO (stag1)	x		x	x	x	x
NDVI MEDIO (stag2)	x				x	
NDVI MAX gg129 (stag1)	x		x	x		
NDVI MAX gg129 (stag2)	x	X	x	x	x	x
SUP COP NEVE (MED %)	x		x			
GG SUP COP NEVE > 50%	x		x			x
DENSITA	x		x			
AICc	-178.0162	-178.3675	-180.4373	-180.4737	-181.1596	-181.4252
Δ AICc	9.7064	9.3551	7.2853	7.2489	6.5630	6.2974
w_i	0.0044	0.0052	0.0146	0.0149	0.0210	0.0239

Variabili	M5	M4	M3	M2	M1
NDVI MEDIO (stag1)	x	x	X	X	x
NDVI MEDIO (stag2)					
NDVI MAX gg129 (stag1)					
NDVI MAX gg129 (stag2)	x	x	X	X	x
SUP COP NEVE (MED %)	x	x			
GG SUP COP NEVE > 50%		x	X		
DENSITA		x	X	X	
AICc	-182.2508	-182.7599	-183.6019	-185.7108	-187.7226
Δ AICc	5.4718	4.9627	4.1207	2.0118	0.0000
w_i	0.0362	0.0467	0.0711	0.2041	0.5580

Tab. 11 - Migliori modelli in grado di predire il rapporto N piccoli/ N femmine adulte ($N=11$; Δ AICc<10). Per ciascun modello sono indicate con una x le variabili inserite e sono riportati i valori di AICc, la differenza di AICc con il modello migliore e il peso w_i (pesi di Akaike) indicante la probabilità che il modello in questione sia realmente il migliore.

Parameters	Estimate	Std. Error	CI	
			Lower bound	Upper bound
(Intercept)	0.25362	0.06158	0.1329232	0.3743168
NDVI MEDIO stag1	0.24049	0.08918	0.0656972	0.4152828
NDVI MAX gg129 (stag2)	0.45197	0.05315	0.347796	0.556144

Tab. 12 - Stima dei parametri con relativi errori standard ed intervalli di confidenza per le variabili incluse nel modello migliore in grado di descrivere il rapporto N piccoli/ N femmine adulte (AICc = -187.72. w_i = 0.59. R^2 = 0.47).

In particolare il numero di femmine accompagnate dal piccolo dell'anno è favorito quando nella stagione precedente al censimento si registrano alti valori di NDVI. Come riporta Berducou (1975) la qualità del cibo è un fattore importante per la condizione fisica



delle femmine. Femmine in buone condizioni fisiche possono portare a termine con successo l'allevamento della prole, mentre condizioni fisiche precarie portano a una maggiore mortalità dei capretti e alla possibilità di riprodursi con successo solo ad anni alterni.

La qualità e quantità di cibo disponibile espressa dall'indice NDVI si è quindi mostrata come fattore chiave nel modulare la dinamica di popolazione per questa specie: alta disponibilità trofica porta le femmine ad essere in condizioni fisiche ottimali nel periodo riproduttivo e nella successiva gestazione. La seconda variabile che si è mostrata in grado di condizionare il successo riproduttivo per questa specie è il valore massimo di NDVI nel periodo 9 Maggio-24 Maggio. Proprio a questo periodo corrisponde il momento dei parti (Mustoni et al., 2002): alti valori di NDVI permettono alla mamma di produrre latte di alta qualità energetica e nutrizionale favorendo un ottimo sviluppo della prole con una conseguente maggior sopravvivenza. Infatti come citato da Mustoni et al. (2002) l'allattamento si protrae con regolarità per 2-3 mesi (sino a 6), ma già all'età di 30 giorni il capretto comincia a brucare.

La densità di popolazione invece, contrariamente a quanto ci si aspettava, non risulta essere parametro determinante l'andamento della produttività.

Questo può esser dovuto al fatto che le densità presenti nell'area studiata non hanno ancora raggiunto valori limite per la specie e quindi non sono ancora in grado di instaurare fenomeni di competizione intraspecifica. Si parla infatti di alte densità per la specie con valori prossimi a 25-30 capi su 100 ettari. Anche in uno studio effettuato sulle Alpi Orobie i tassi di natalità non sono risultati in diminuzione con l'aumentare delle densità di popolazione (Capurro et. al., 1993).

Anche la rigidità invernale, al contrario di quanto ipotizzato, non sembra avere effetti sulla natalità di una popolazione. Probabilmente le femmine arrivando in condizioni fisiche ottimali con buone scorte di grasso alle porte dell'inverno, grazie appunto alla qualità del pascolo del periodo primaverile-estivo, non trovano difficoltà al superamento di questi difficili mesi.

5.3.2 Il rapporto *N jährling*/N femmine adulte

Nella Tab. 13 viene mostrato il processo di selezione del modello migliore in grado di descrivere il rapporto *N jährling*/N femmine adulte a partire da un modello contenente 7



delle 11 variabili calcolate. In particolare sono riportati i 18 modelli aventi valori di AICc più bassi (si è scelto di mostrare solo 18 modelli poiché sono quelli che differiscono dal più basso valore di AICc per un valore minore di 10). In questo caso si è deciso di considerare come validi i 2 modelli aventi valori di AICc più bassi poiché mostravano $\Delta AICc < 2$. Per tali modelli è stata calcolata la stima dei parametri (Tab. 14) e successivamente gli stessi sono stati considerati in un modello finale sulla base dei loro pesi (w_i ; esprime la probabilità che il modello considerato sia realmente il miglior descrittore della variabile di risposta).

Variabili	M18	M17	M16	M15	M14	M13	M12	M11	M10
NDVI MEDIO (stag1)	x								
NDVI MEDIO (stag2)	x			X	x	x	x	x	x
NDVI MAX gg129 (stag1)	x		x		x	x	x	x	x
NDVI MAX gg129 (stag2)	x				x			x	
SUP COP NEVE (MED %)	x	X	x		x		x	x	x
GG SUP COP NEVE > 50%	x				x		x		x
DENSITA	x				x		x		
AICc	-91.2123	-92.4268	-92.5470	-92.7458	-93.3516	-93.6012	-95.2815	-96.3535	-96.4035
$\Delta AICc$	8.0489	6.8344	6.7143	6.5154	5.9096	5.6600	3.9797	2.9078	2.8578
w_i	0.0100	0.0183	0.0194	0.0215	0.0291	0.0329	0.0763	0.1304	0.1337

Variabili	M9	M8	M7	M6	M5	M4	M3	M2	M1
NDVI MEDIO (stag1)			x			x			
NDVI MEDIO (stag2)	x	X	x	X	x	x	x	x	x
NDVI MAX gg129 (stag1)				X		x	x		x
NDVI MAX gg129 (stag2)		X							
SUP COP NEVE (MED %)	x	X	x	x	x	x	x	x	x
GG SUP COP NEVE > 50%					x		x		
DENSITA	x			x					
AICc	-96.9155	-96.9484	-96.9487	-96.9606	-96.9991	-97.0733	-97.2535	-99.0606	-99.2612
$\Delta AICc$	2.3457	2.3129	2.3126	2.3007	2.2621	2.1880	2.0078	0.2007	0.0000
w_i	0.1727	0.1756	0.1756	0.1766	0.1801	0.1869	0.2045	0.5048	0.5580

Tab. 13 - Migliori modelli in grado di predire il rapporto N jährling/ N femmine adulte ($N=18$; $\Delta AICc < 10$). Per ciascun modello sono indicate con una x le variabili inserite e sono riportati i valori di AICc, la differenza di AICc con il modello migliore e il peso w_i (pesi di Akaike) indicante la probabilità che il modello in questione sia realmente il migliore.



Parameters	$\Delta AIC = 0.2$		$\Delta AIC = 0$		Model averaging		CI	
	Estimate	SE	Estimate	SE	Estimate	SE	Lower bound	Upper bound
(Intercept)	0.3361	0.1005	0.2358	0.1175	0.2834	0.112	0.0642	0.5027
NDVI MEDIO stag2	0.4117	0.1325	0.4168	0.1315	0.4144	0.132	0.1557	0.6731
NDVI MAX gg129 (stag1)			0.1246	0.0778	0.0654	0.033	0.0006	0.1302
SUP COPERTA DA NEVE (MED %)	-0.0026	0.0009	-0.0025	0.0009	-0.0025	0.001	-0.0043	-0.0008

Tab.14 - Stima dei parametri con relativi errori standard ed intervalli di confidenza per le variabili incluse nei modelli migliori in grado di descrivere il rapporto *N jährling* / *N* femmine adulte ($\Delta AICc < 2$, $w_i = 0.38$). Per tali modelli, tramite procedura di model averaging è stata ottenuta la più probabile stima di parametri con relativi errori standard ed intervalli di confidenza per le variabili incluse in entrambi e pesate secondo i valori di w_i ($R^2 = 0.22$).

Il modello finale comprende quindi 3 variabili: l'NDVI medio della stagione vegetativa relativa all'anno del censimento, l'NDVI massimo del mese di maggio dell'anno antecedente i dati di censimento e la media in percentuale della superficie coperta da neve.

Fondamentale per l'incremento netto della popolazione di camoscio (cioè il rapporto *N jährling* / *N* femmine adulte) è risultato l'alto valore di NDVI e quindi buona qualità del pascolo nel periodo successivo all'inverno che segna il passaggio da capretto a giovane (*jährling*). Il camoscio in questo periodo è completamente svezzato ed ha bisogno di un buon foraggio per continuare al meglio il suo accrescimento. Le nevicate nel periodo tardo primaverile-estivo che spesso si presentano in ambito alpino e sembrano non essere influenti sulle popolazioni di camoscio per la loro breve durata sul territorio possono invece risultare problematiche per i giovani che molte volte arrivano alla fine del periodo invernale in pessime condizioni fisiche: in tal periodo hanno quindi bisogno di alte disponibilità trofiche. La rigidità invernale, espressa come media percentuale di superficie coperta da neve influisce negativamente sulla presenza di animali giovani. Inverni molto nevosi, con temperature rigide e abbondante presenza di neve al suolo hanno come conseguenza un'alta mortalità di piccoli che non riescono a superare l'inverno, provocando la bassa presenza di animali giovani l'anno successivo (Mustoni et al., 2002). Causa principale di questa mortalità può essere attribuita alla difficoltà di alimentarsi e di termoregolare (Mysterud et al., 2005).

Altro effetto importante e positivo è il valore massimo di NDVI del giorno 129 della stagione precedente al censimento. Anche nel rapporto *N* piccoli / *N* femmine adulte analizzato precedentemente questa variabile risultava essere determinante; in maniera



analoga risulta essere fondamentale per la presenza degli individui giovani, in quanto nella stagione precedente questi erano piccoli.



6. CONCLUSIONI

La produttività delle popolazioni di camoscio dell'area Sud-Occidentale del Trentino è fortemente condizionata dalla qualità del pascolo sia in termini di disponibilità trofica nel momento delle nascite, sia per quanto riguarda le variazioni dei pattern spazio-temporali di crescita e di maturazione dei pascoli nei mesi primaverili-estivi, oltre che dalla rigidità invernale.

I risultati ottenuti, aumentando le conoscenze dei meccanismi alla base delle dinamiche di popolazione del camoscio, permetteranno di operare scelte di conservazione e gestionali meglio orientate. La valutazione della qualità del foraggio e della rigidità degli inverni potrebbero infatti essere dei buoni indici per meglio indirizzare le scelte gestionali anche negli anni in cui i censimenti non danno dati robusti (ad esempio per mancanza di condizioni meteo-climatiche idonee allo svolgimento degli stessi): alti valori di disponibilità di foraggio nei mesi primaverili-estivi ed inverni miti con ridotta copertura nevosa faranno prevedere alti valori nel successo riproduttivo e conseguente buon incremento delle consistenze (*recruitment* della popolazione).

Tale risultato costituisce un approfondimento su larga scala dello studio condotto da Rambaldini (2012) in due aree di studio situate su due gruppi montuosi (Val Algone-Val Ambiez situata sulle Dolomiti di Brenta e Val Nambrone situata nel massiccio montuoso della Presanella) con differenti caratteristiche ambientali, climatiche e di qualità dei pascoli associati ad esse (Cavallero et al., 2007; Gingon, 1987; Michalet et al., 2002; Piqueray et al., 2007). Tale studio aveva infatti rilevato come i fattori climatici e la qualità del pascolo erano in grado di agire sulla sopravvivenza dei piccoli monitorati dalla nascita all'inizio del periodo invernale e nei mesi successivi alla stagione rigida.

Ulteriori fattori che potrebbero influenzare la sopravvivenza dei piccoli e dei giovani nei primi periodi della loro vita e quindi meritevoli di future indagini, potrebbero essere: la frequentazione turistica della montagna (sia in periodo primaverile-estivo sia nei mesi invernali), la presenza di predatori naturali (ad esempio l'aquila reale che è presente in modo stabile su tutto il territorio provinciale), la struttura di popolazione (intesa come rapporto sessi, ripartizione nelle diverse classi d'età, e la fascia d'età in cui viene raggiunta la maturità sessuale) e la competizione con altri ungulati per l'uso delle stesse risorse trofiche e un'analisi più approfondita sulla qualità.

Concludendo, il presente lavoro di tesi ha permesso di descrivere e quantificare i fattori



ecologici in grado di influenzare il successo riproduttivo per questa specie, inquadrando e descrivendo la loro azione sulla sopravvivenza dei piccoli e degli *jährling* nel loro primo anno di vita.



Bibliografia

- APOLLONIO, M., GRIMOND, I. (1984). Ingagine preliminare sulla capacità faunistica della Valle d'Aosta per quattro specie di ungulati. Ed. a cura della Regione Autonoma della Valle d'Aosta, Assessorato Agricoltura e Foreste. 64 pp.
- BOCCI, A., CANAVESE, G., LOVARI, S., (2010). Even mortality patterns of the two sexes in a polygynous near-monomorphic species: is there a flaw? *Journal of Zoology* 280: 379-386.
- CAVALLERO, A., ACETO, P., GORLIER, A., LOMBARDI, G., LONATI, M., MARTINASSO, B., TAGLIATORI, C. (2007) .I tipi pastorali delle Alpi piemontesi. Vegetazione e gestione dei pascoli delle Alpi occidentali. Oasi Alberto Perdisa ed., XII-467 pp..
- CAPURRO, A.F., GATTO, M., TOSI, G. (1993). The demography and management of a chamois population in italian Alps. 6th Intern. Conf. on Nat. Resource, Modeling and Analysis: 2-5.
- CHIRICHELLA, R., CIUTI, S., GRIGNOLIO, S., ROCCA, M., APOLLONIO, M. (2012). The role of geological substrate for horn growth in ungulates: a case study on Alpine chamois. *Evolutionary Ecology* 27: 143-163.
- CORLATTI, L., LORENZINI, R., LOVARI, S. (2011). The conservation of the chamois *Rupicapra* spp. *Mammal. Rev.* 42: 163-174.
- COTURIER, M. (1938). *Le chamois*. Arthaud. Grenoble. 814 pp.
- GATES, C.C., HUDSON, R.J. (1978). Energy costs of locomotion in Wapiti. *Acta Theriologica* 23: 365-370.
- GINGON, A. (1987). A hierarchic approach in causal ecosystem analysis. The calcifuge-calcicole problem in Alpine grasslands. *Ecological Studies* 61: 228-244.
- GRIFFITH, B., DOUGLAS, D.C., WALSH, N.E., YOUND, D.D., McCABE, T.R., RUSSELL, D.E., WHITE, R.G., CAMERON, R.D., WHITTEN, K.R. (2002). The Porcupine caribou herd. In *Arctic Refuge Coastal Plain Terrestrial Wildlife Research Summaries* (Douglas, D.C., Reynolds, P.E., Rhode, E.B. eds). pp. 8-37.
- HOFMANN, R.R. (1989). Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia* 78: 443-457.
- LOVARI, S. (1989). L'evoluzione del camoscio appenninico. *Le Scienze* 247: 46-55.
- MASINI, F., LOVARI, S. (1988). Systematics. phylogenetic relationships and dispersal of the Chamois (*Rupicapra* spp.). *Quaternary research* 30: 339-349.



- MASON, T.H.E., APOLLONIO, M., CHIRICHELLA, R., WILLIS, S.G., STEPHENS, P.A., RICHARDS, S.A. (2014). Environmental change and long-term body mass declines in an alpine mammal. *Frontiers in Zoology* 11: 69.
- MASON, T.H.E., CHIRICHELLA, R., RICHARDS, S.A., STEPHENS, P.A., WILLIS, S.G., APOLLONIO, M. (2011). Contrasting life histories in neighbouring populations of a large mammal. *PlosOne* 6 (11).
- MICHALET, R., GANDOY, C., JOUD, D., PAGÈS, J.P., CHOLER, P. (2002). Plant community composition and biomass on calcareous and siliceous substrates in the northern French Alps: comparative effects of soil chemistry and water status. *Arctic. Antarctic and Alpine Research* 34: 102-113.
- MUSTONI, A., PEDROTTI, L., ZANON, E., TOSI, G. (2002). Ungulati delle Alpi. *Biologia, riconoscimento e gestione.*
- MYSTERUD, A., Meisingset, E., Langvatn, R., Yoccoz, N.G., Stenseth, N.C. (2005). Climate-dependent allocation of resources to secondary sexual traits in red deer. *Oikos* 111: 245-252.
- PARKER, K.L., ROBBINS, C.T., HANLEY, T.A. (1984). Energy expenditures for locomotion by mule deer and elk. *The Journal of Wildlife Management* 48: 474-488.
- PETTORELLI, N., VIK, J.O., MYSTERUD, A., GAILLARD, J.M., TUCKER, C.J., STENSETH, N.C. (2005). Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. *TRENDS in Ecology and Evolution* 20: 503-510.
- PIQUERAY, J., BISTEAU, E., BOTUN, G., MAHY, G. (2007). Plant communities and species richness of the calcareous grasslands in southeast Belgium. *Belgian Journal of Botany* 140: 157-173.
- RAMANZIN, M., CONTIERO, B., FUSER, S. (2002). Spatial segregation and summer habitat use by alpine chamois (*Rupicapra rupicapra*) and mouflon (*Ovis orientalis musimon*) in the Dolomiti Bellunesi National Park, Italy. *Pirineos*, 157, 117-128.
- RAMBALDINI, D. (2012). Ecologia ed habitat del camoscio (*Rupicapra rupicapra* L. 1758) nelle praterie alpine dei gruppi montuosi della Presanella e delle Dolomiti di Brenta (Alpi Retiche). Tesi di Laurea in Scienze Forestali e Ambientali, Università degli Studi di Padova, Facoltà di Agraria.
- SHACKLETON, D., BUNNELL, F.L. (1987). Hoofed mammals of British Columbia. UBC Press, 268 pp..
- REED, B.C., BROWN, J.F., VANDERZEE, D., LOVELAND, T.R., MERCHANT, J.W., OHLEN, D.O. (1994). Measuring phenological variability from satellite imagery. *Journal of Vegetation Science* 5: 703-714.



ROSSI, L., LANFRANCHI, P., MENEGUZ, P.G., DE MENEGHI, D., GUARDA, F. (1988). Infezione sperimentale della capra e della pecora con sarcosporidi del muflone e del camoscio. *Parassitologia*, 30(1): 164-165.

ROSSI, L., MENEGUZ, P.G., LANFRANCHI, P., BALBO, T. (1987). Progetto per lo sviluppo programmato degli ungulati selvatici. Ed. a cura della Regione Piemonte, parte I, pp. 7-72.

UNTERTHINER, S., RAMIRES, L. (2002). *Camosci*. Musumeci Editore. Aosta.