



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Scuola di Agraria

Corso di Laurea in

SCIENZE FAUNISTICHE

(Classe L38 - classe delle lauree in Scienze Zootecniche e Tecnologie delle
Produzioni Animali)

Materia della tesi: Nutrizione e genetica animale

LO STAMBECCO DELLE ALPI

(Capra ibex ibex, L. 1758)

NEL PARCO NATURALE ADAMELLO BRENTA:

ANALISI DELLA VARIABILITÀ GENETICA

Relatore

Prof. Riccardo BOZZI

Correlatore

Dott. Andrea MUSTONI

Candidato

Daniele Beltrami

Matricola:5418519

Anno Accademico 2014/2015

1. INTRODUZIONE

2. AREA DI STUDIO

2.1 Il Parco Naturale Adamello Brenta

2.2 Il Massiccio dell'Adamello-Presanella

3. LO STAMBECCO DELLE ALPI

3.1 Posizione Sistemica

3.2. Morfologia e Biometria

3.2.1 Dimensioni

3.2.2 Mantello

3.2.3 Le corna

3.2.4 Lo zoccolo

3.3 Ecologia

3.3.1 Habitat

3.3.2 Alimentazione

3.3.3 Fasi comportamentali annuali

3.3.4 Determinazione del sesso e dell'età

4. LA CONSERVAZIONE DELLO STAMBECCO SULLE ALPI

4.1 Storia

4.2 Situazione attuale

4.3 Problematiche di conservazione

5. LO STAMBECCO NEL PARCO NATURALE ADAMELLO BRENTA

5.1 Reintroduzioni nel Parco Naturale Adamello Brenta

5.2 Progetto Stambecco 2020

5.3 Situazione attuale

6 MATERIALI E METODI

6.1 Attività di monitoraggio e censimenti

6.2 Raccolta campioni biologici

6.3 Analisi dei dati e marcatori utilizzati

6.5 Stima legami consanguineità

7 RISULTATI E DISCUSSIONE

7.1. Risultati delle analisi dei campioni biologici

8. CONCLUSIONI

BIBLIOGRAFIA

1. INTRODUZIONE

All'inizio del XIX secolo lo stambecco era pressoché scomparso su tutto l'Arco Alpino, ad eccezione del Parco Nazionale del Gran Paradiso dove nel 1821, grazie al Re Vittorio Emanuele II di Savoia, vennero emanate le prime norme a favore della sua protezione. La sua salvezza non fu ispirata da valori di protezionismo ambientale, ma più in particolare da speculazioni venatorie; la rarità degli ultimi esemplari ne rendeva la caccia un lusso che il sovrano decise di concedere solo a sé stesso. L'esigua colonia rimasta ebbe così modo di espandersi fino ad arrivare a inizio '900 ad una consistenza di circa 4.000 esemplari. A partire da questo importante nucleo iniziò la ricolonizzazione dell'Arco Alpino, avvenuta con più di 40 operazioni di reintroduzione in varie località.

Le reintroduzioni si sono rese necessarie anche considerando la forte insularità delle popolazioni del bovide che presenta una bassa capacità di colonizzazione delle aree limitrofe a quelle di presenza preferenziale.

Questa caratteristica impedisce ai diversi nuclei di interagire tra loro nell'ottica della creazione di metapopolazioni locali, rendendo di fatto più "fragile" la presenza della specie su vasta scala territoriale.

L'insularità delle popolazioni, unita alla scarsa consistenza di molti dei nuclei presenti sulle Alpi può essere causa di deriva genetica e portare a problemi di conservazione nel lungo periodo.

È infatti evidente che una consistenza eccessivamente bassa di individui può portare sia al manifestarsi di geni recessivi, sia più frequentemente alla perdita di geni necessari per far fronte a perturbazioni esterne quali le malattie o le modificazioni climatiche.

In questo contesto, il Parco Naturale Adamello Brenta, che nel 1995 ha avviato un progetto di reintroduzione sul Massiccio dell'Adamello-Presanella, a distanza di venti anni dalle prime immissioni, ha inteso promuovere una

solchi vallivi di origine glaciale della Val Rendena, percorsa dal fiume Sarca e della Val Meledrio; tali solchi non sono compresi nell'area protetta se si esclude una piccola porzione di territorio all'altezza del Passo Campo Carlo Magno, in modo da garantire un collegamento ecologico che impedisce l'isolamento faunistico tra le due zone. Dal punto di vista litologico le due aree si distinguono altrettanto nettamente in quanto i monti del gruppo Adamello- Presanella sono in prevalenza di origine eruttiva (rocce vulcaniche intrusive), mentre quelli del Brenta sono in prevalenza di origine sedimentaria (calcari e dolomie). La diversa situazione geomorfologica dei due grandi settori del Parco si traduce in una netta diversificazione per quanto riguarda l'entità e la distribuzione delle presenze idriche. Nel primo l'acqua, stagnante o corrente, data la limitatissima permeabilità delle rocce, costituisce una continua presenza nel paesaggio. Nel secondo settore, invece, è diffuso il fenomeno carsico: l'acqua è essenzialmente inviata in reticoli idrici profondi, per poi riemergere tutt'intorno al massiccio con sorgenti e riaffioramenti di varia entità che si liberano in vario modo dalle rocce. Per quanto riguarda la ricchezza e la varietà delle componenti vegetali nel Parco, la presenza di due distinte realtà geomorfologiche ha favorito il naturale sviluppo di endemismi e la presenza di peculiari popolazioni floristiche nelle due diverse aree. In generale tali differenze si manifestano al di sopra del limite superiore della vegetazione arborea, dove la natura del substrato rivela tutta la sua importanza quale fattore limitante o condizionante l'insediamento di alcune specie vegetali.

Nel 1988 fu emanata la Legge Provinciale n. 18 che istituì ufficialmente "l'Ente Parco Adamello-Brenta" ed ogni suo organo interno al fine di gestire il territorio e di redigere il Piano del Parco per la tutela e la valorizzazione delle caratteristiche ambientali, naturalistiche, storiche ed economiche. Il territorio del Parco ha un'estensione altitudinale che va dai 477 m di Acqua Santa (Spormaggiore) fino ai 3558 m della Cima Presanella, nonostante ciò la

maggior parte dell'area protetta è ubicata a quote superiori ai 1000 m d'altezza.

2.2. IL MASSICCIO DELL'ADAMELLO-PRESANELLA

Il versante trentino del massiccio montuoso dell'Adamello e l'intero gruppo della Presanella, facenti parte del Parco Naturale Adamello Brenta, sono state lo scenario delle giornate di campo. Per l'Adamello si è principalmente lavorato nella Valle di S. Valentino, che deve il suo nome alla chiesetta dedicata al santo, costruita alla fine del XIV secolo, dalle comunità di Vigo Rendena, Darè e Javrè a protezione delle mandrie che salivano alle malghe. È edificata su un promontorio all'imbocco della valle, in un luogo particolarmente panoramico che offre un'ampia visuale sulla "Busa di Tione", la bassa Rendena, il Gruppo di Brenta ad est, le vette del Gruppo del Carè Alto ad ovest. La Val di San Valentino si sviluppa con andamento est-ovest dalla Val Rendena fino allo spartiacque tra i bacini del fiume Sarca e del Chiese, rappresentato dai versanti orientali della Cima Cop di Casa e dalla linea Cresta di San Valentino-Corno di Vigo e Corno di Mezzo-versante meridionale del Carè Alto. Sin dal passato, era una nota e antica via di comunicazione con le popolazioni camune: antichi documenti testimoniano i transiti attraverso i passi di San Valentino (2765 m), di Mezzo (2805 m), delle Vacche (2854 m). Nel medioevo la valle era famosa a causa delle miniere di pirite, estratta dal versante sinistro presumibilmente già nell'età del bronzo, mentre il versante destro costituisce un'area di grande pregio naturalistico. L'area è caratterizzata da un ambiente ricco d'acqua, che favorisce lo sviluppo di una vegetazione molto rigogliosa che varia da boschi di faggi e conifere al livello basale, per trovare poi inframezzarsi ad essi, betulle, ontani e rododendri in numero sempre maggiore fino alle quote dove le condizioni non sono troppo proibitive, limite oltre il quale l'ambiente è caratterizzato dall'alternanza tra prateria alpina e rocce tonalitiche, terminando con ampi anfiteatri naturali di roccia. Per quanto riguarda la Presanella, la Val Genova,

caratterizzata da numerose valli laterali che racchiudono spettacolari cascate: le più famose sono quelle di Nardis – 100 metri di salto che divide in due rami l’acqua del torrente omonimo – e di Lares, su tre livelli successivi da scoprire salendo attraverso il bosco. Cascate che precipitano dai tipici scalini glaciali di fondovalle (detti “scale”) e dalle valli laterali, rimaste “sospese” per la maggiore azione erosiva prodotta sul fondovalle dai ghiacci del periodo quaternario. Le valli laterali – Germenega, Siniciaga (sentiero n. 215), Lares (sentiero n. 214), Folgorida (sentiero n. 207) a destra, Nardis (sentiero n. 219), Gabbiolo (sentiero n. 208) e Cercen (sentiero n. 227) a sinistra – sono di una bellezza singolare e selvaggia, densa di storia: sulle loro creste l’esercito italiano e quello austroungarico si affrontarono durante la prima guerra mondiale. Imponenti formazioni rocciose di natura cristallina (tonalite) si innalzano dal fondovalle e dalle distese dei ghiacciai che ricoprono vaste superfici alle quote più alte. Si tratta della Presanella (3558 m), della Busazza (3225 m), del Crozzon di Làres (3354 m), delle tre Lobbie (Alta 3195 m, di Mezzo 3033 m, Bassa 2958 m), della Cima Mandrone (3283 m), che sono state teatro, nella seconda metà del 1800, delle prime esplorazioni alpinistiche sulle montagne del Trentino. Alla testata della valle la vedretta del ghiacciaio dell’Adamello-Mandron risulta essere l’area glaciale più estesa delle Alpi Italiane con circa 18 chilometri quadrati. Frequenti e sempre inaspettati sono, nei boschi e nelle radure di questa valle, gli incontri con la fauna alpina rappresentata in particolare dal camoscio, dalla marmotta, dal capriolo, dalla pernice bianca, dal gallo forcello, dal gallo cedrone e con presenza sempre maggiore dal orso. La Val Genova è uno dei simboli del Parco ed è tra gli ambienti naturali sottoposti a maggiore pressione. Questo ha portato a gestire con un progetto innovativo la mobilità della valle, secondo un approccio più rispettoso della natura. Fitti boschi di conifere ricoprono i fianchi della valle, mentre faggio e altre latifoglie crescono in alcuni tratti più favorevoli. La valle ospita una ricca varietà di specie: il brusco passaggio dal fondovalle al

piano alpino, i versanti esposti e rocciosi, i pascoli d'alta quota, le morene e i laghi glaciali sono la vetrina del patrimonio vegetazionale del Parco.

3. LO STAMBECCO DELLE ALPI

3.1. SISTEMATICA

CLASSE Mammiferi

SUPERORDINE Ungulati

ORDINE Artiodattili

FAMIGLIA Bovidi

SOTTOFAMIGLIA Caprine

TRIBÙ Caprini

GENERE Capra

SPECIE Stambecco

SOTTOSPECIE Stambecco delle Alpi

Lo stambecco alpino (*Capra ibex ibex*, Linnaeus 1758), Bovide appartenente alla sottofamiglia Caprine, è caratterizzato dalla presenza in entrambi i sessi di corna permanenti e simmetriche, costituite da astucci cornei inseriti su cavicchi ossei. Strettamente “imparentato” con la capra domestica, con cui condivide l'appartenenza al genere Capra, lo stambecco è un animale adattato a vivere in ambienti impervi di alta montagna. La lunga storia evolutiva di questa specie lo ha reso particolarmente adatto a questo tipo di ambiente, conferendogli caratteristiche di abile arrampicatore e una incredibile capacità nello sfruttare le fibre grezze presenti negli alimenti vegetali che trova alle quote elevate a cui vive, soprattutto per la sopravvivenza nei mesi invernali.

3.2 MORFOLOGIA E BIOMETRIA

3.2.1 DIMENSIONI

	Maschi	Femmine
Peso corporeo	65-130 kg	40-65 kg
Lunghezza sternococcigea	130-160 cm	120-135 cm
Altezza al garrese	85-92 cm	70-80 cm
Lunghezza delle corna	85-120 cm	20-35 cm

Tabella 3.1 - Differenze tra peso e dimensioni, riferiti ad individui adulti

Lo stambecco è tipicamente dotato di una corporatura tozza e robusta, effetto dell'adattamento ad ambienti montani impervi. Risulta spiccato il dimorfismo sessuale con differenze importanti oltre che nella dimensione delle corna, pure nella mole corporea. Il peso del maschio varia da 65 kg a 100 kg con picchi, durante il periodo autunnale, di 120-130 kg negli individui più robusti e maturi dovuti all'accumulo di grasso. Le femmine invece non superano i 65 kg rimanendo solitamente in una media di 40-50 kg. I piccoli alla nascita pesano dai 2 ai 3,5 kg per poi raggiungere intorno all'anno di età un peso compreso tra gli 8 e i 12 kg. Dai 18 mesi avviene un'intensa diversificazione nel peso tra i due sessi con i maschi che salgono sopra ai 20 kg e le femmine che rimangono sotto tale peso. Per quanto riguarda le dimensioni abbiamo: lunghezza testa-corpo fino alla base della coda di 130-150 cm nei maschi e 105-125 cm nella femmina, lunghezza coda 12-15 cm, altezza garrese di 85-92 cm nel maschio e 70-78 cm nella femmina. I maschi presentano inoltre un carattere sessuale secondario che li contraddistingue, ovvero una corta barba che può raggiungere i 6-7 cm (fino a 10-15 cm) in inverno, mentre d'estate si attesta intorno ai 3-4 cm. Sia peso che dimensioni complessive aumentano

con l'avanzare degli anni: nei maschi fino ai 9-14 anni mentre nelle femmine fino ai 4 anni. Nel arco dell'anno sono pure frequenti variazioni anche notevoli della massa corporea, soprattutto nei maschi, con incrementi di oltre il 35% del peso corporeo durante la stagione estiva per l'accumulo di riserve di grassi e di seguito cali del 25-30% durante il periodo degli amori e nei mesi invernali dovuti a maggiore attività e minore disponibilità di risorse trofiche. Altri fattori responsabili delle variazioni del peso corporeo possono essere, oltre alla disponibilità trofica, lo stato di salute dell'individuo, le caratteristiche ereditarie o lo stress dovuto ad eccessive densità di popolazione, all'impatto antropico o ad altre cause.

3.2.2 MANTELLO

A differenza degli altri ungulati alpini, lo stambecco presenta una sola muta annuale completa che avviene tra i mesi di maggio e giugno sino a metà luglio. Durante la muta lo stambecco adegua il colore e la consistenza del manto alle condizioni climatiche primaverili sostituendo il lungo e folto pelo invernale con quello estivo, più corto e leggero. La muta può essere condizionata dall'età e dallo stato di salute dell'animale: gli individui più anziani infatti presentano mute prolungate che si possono protrarre anche fino alla fine dell'estate soprattutto nelle zone del collo e della fronte. In estate il corto mantello è costituito da peli di rivestimento (giarra), i quali all'inizio dell'autunno cominciano ad infittirsi con la crescita aggiuntiva di un pelo invernale più fitto e lanoso (borra) che va a sovrapporsi al primo. Perciò in autunno non avviene una muta vera e propria ma soltanto un'ulteriore crescita che permette all'animale, durante la stagione più fredda, di essere isolato e contrastare le difficili condizioni climatiche. La colorazione invernale del mantello è bruno-marrone, gli arti sono molto scuri mentre le parti inferiori sono più chiare; la parte superiore della coda tende al bruno-nero in forte contrasto con la zona perianale che è bianca. Alcuni soggetti possono

presentare varianti cromatiche più chiare con tonalità marroni-grigio-rossastre e macchie beige-giallastre nelle parti superiori. In primavera la colorazione tende generalmente a schiarirsi per divenire, tra maggio e giugno, beige chiara con ciuffi di sottopelo biancastro e zone più scure sulle spalle, sulla parte più esterna delle cosce, sui fianchi, sugli arti e sulla coda. In luglio, lo stambecco presenta il mantello estivo, con una colorazione grigio ferro e sfumature brune, marroni e beige; questa livrea permane fino alla fine di settembre. Le femmine possono avere contrasti di colore meno evidenti dei maschi in particolare nella parte inferiore del corpo; solo in primavera, quando avviene la muta, le colorazioni assunte dai due sessi sono pressoché identiche.

3.2.3 CORNA

Presenti in tutti i rappresentanti della famiglia dei bovidi, entrambi i sessi sono provvisti di corna, importante carattere distintivo dei sessi. Le corna sono costituite da astucci di sostanza cheratinica inseriti in cavicchi ossei che si dipartono dalla calotta cranica in posizione frontale. A differenza dei cervidi, gli stambecchi non perdono mai le corna che continuano ad accrescersi per tutta la vita, sviluppandosi dalla base. L'entità dell'accrescimento è influenzata principalmente dalla costituzione genetica dell'animale, dall'età, dall'alimentazione e dalle condizioni climatiche. In particolare è stata notata una correlazione negativa tra crescita delle corna ed entità delle precipitazioni (Nievergelt, 1966). Lo sviluppo delle corna comincia dal primo mese dopo la nascita, per continuare durante tutta la vita dell'animale con accrescimenti anche notevoli, nell'ordine degli 8-9 cm annui, in particolare nei primi 8-9 anni di vita. Dopo quest'età l'incremento annuo diminuisce, riducendosi ulteriormente dopo i 12 anni, ma non cessa mai fino alla morte dell'individuo, raggiungendo una lunghezza compresa tra 85-100 cm, con una circonferenza che si attesta attorno ai 20-25 cm e un peso complessivo di 4,5 kg massimo. La crescita avviene in modo costante e

regolare da aprile a novembre e si interrompe invece nel periodo invernale con la formazione di caratteristiche incisioni anulari evidenti soprattutto sulla faccia posteriore del corno; queste incisioni permettono di determinare esattamente l'età dell'animale. In sezione le corna presentano un profilo quadrangolare nei due terzi prossimali con angolo marcato sul bordo anteriore interno e bordo anteriore esterno piuttosto arrotondato; nel terzo distale il corno è più compresso lateralmente e presenta una sezione ovale. Le corna terminano con una punta che, nei soggetti adulti e in quelli più anziani, è smussata per l'usura dovuta allo sfregamento. Sulla faccia anteriore le corna presentano nodosità piuttosto marcate, tanto più numerose quanto maggiore è l'età dell'animale. Le nodosità mancano completamente nel primo segmento, mentre si trovano in numero variabile da 1 a 4 (in media 2) nei segmenti successivi. Nelle femmine le corna, di colore scuro tendente al nero, non superano i 30 cm di lunghezza, attestandosi intorno ad una media di 20-25 cm. Alla base hanno circonferenza di 10-13 cm e pesano tra i 100 e i 300 g. La crescita avviene soprattutto nei primi 6-7 anni di vita, per diminuire progressivamente dal settimo anno di età. La sezione è ovale, allungata e compressa nel terzo distale terminante a punta; mancano le nodosità marcate dei maschi, ma si riscontra una serie di basse escrescenze orizzontali che corrono lungo tutta la circonferenza del corno.

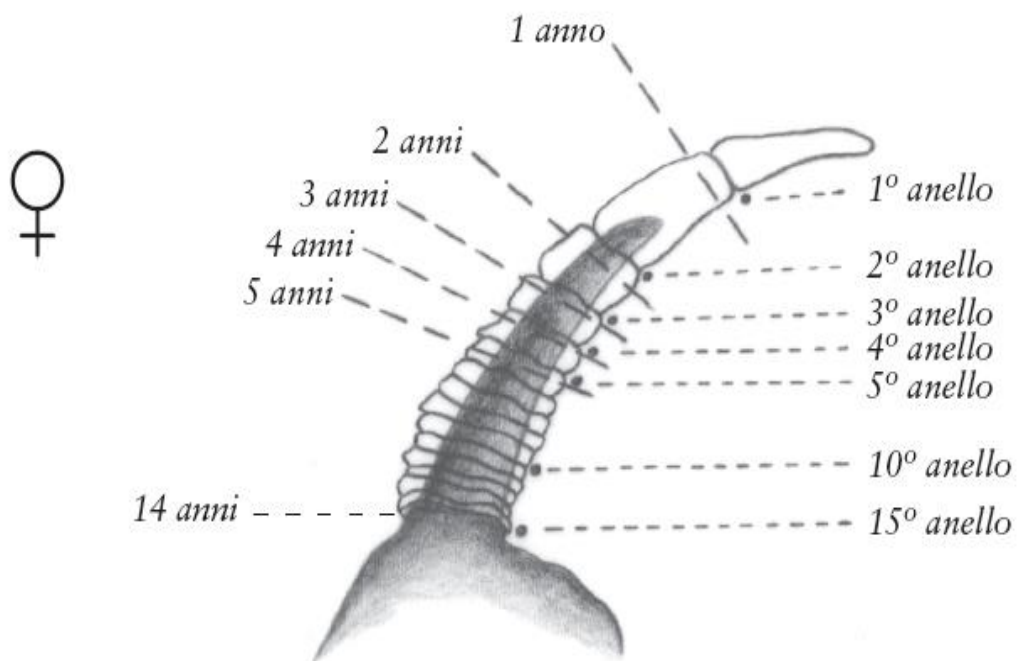
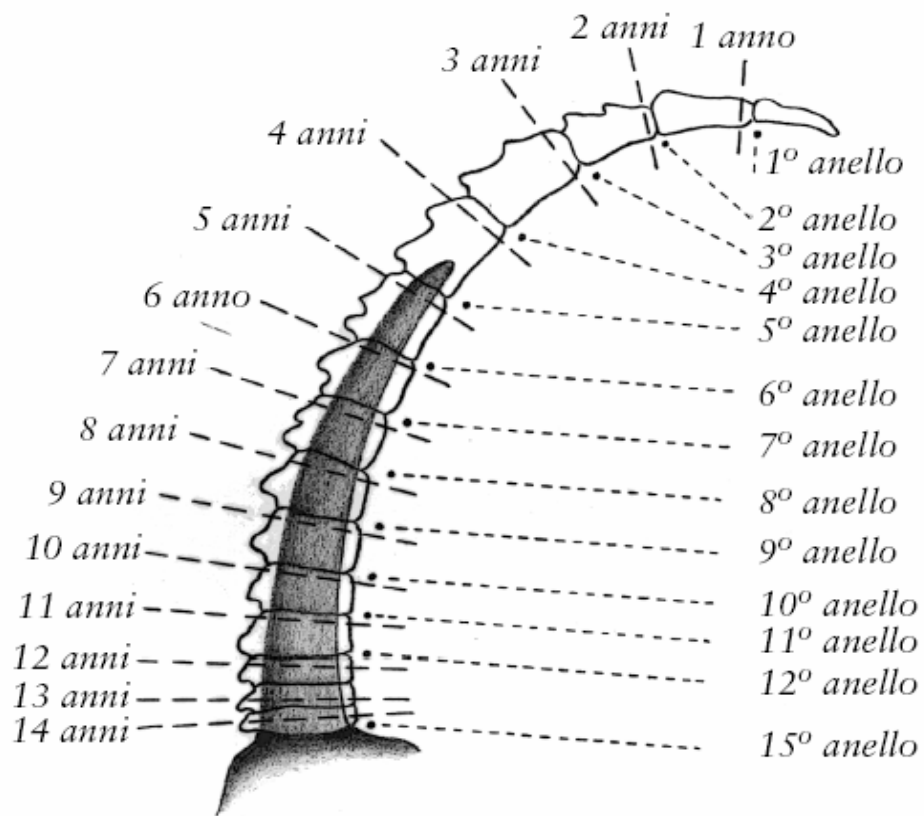


Figura 3.1 - Schema ideale di crescita delle corna dello stambecco maschio (sopra) e femmina (sotto). (Tosi *et al.* 2012)

3.2.4 ZOCCOLO

In origine pentadattilo, l'arto dello stambecco ha subito un processo evolutivo molto rilevante che ha portato alla scomparsa del I dito e alla regressione del II e del V (fino a formare i cosiddetti speroni), mentre la terza e una piccola parte della seconda falange del III e del IV dito si sono trasformate negli unghioni dello zoccolo attuale. Gli zoccoli anteriori sono leggermente più larghi, un po' più corti, più forti e sviluppati di quelli posteriori; questo si spiega considerando il fatto che il baricentro dell'animale è spostato in avanti e che gli arti anteriori sono destinati soprattutto al sostegno, mentre quelli posteriori servono essenzialmente alla locomozione. Gli zoccoli, di forma arrotondata e di colore nerastro, sono formati da due pinzette divaricabili ed indipendenti fra loro provviste di un bordo esterno duro ed affilato, detto filetto e da una parte interna, chiamata solea, che poggia sul terreno. La solea è composta prevalentemente da fasci di fibre elastiche e collagene disposti a reticolo e immersi in un tessuto adiposo che gli fa assumere una consistenza morbida ed elastica, necessaria per garantire una perfetta aderenza su ogni tipo di terreno. Inoltre, l'assenza della plica interdigitale che lascia le due dita libere di compiere movimenti indipendenti migliora notevolmente l'aderenza; d'altra parte, però, l'assenza stessa di tale plica genera un'evidente difficoltà nella progressione su superfici innevate e ghiacciate, a causa dell'impossibilità di distribuire il peso corporeo su una superficie abbastanza ampia.

3.3 ECO-ETOLOGIA

3.3.1 HABITAT

Lo stambecco nel corso della sua storia evolutiva ha assunto caratteristiche di abile arrampicatore adattato ad ambienti aridi e sterili, disponibili sia nelle regioni sub mediterranee sia nelle regioni continentali in rapporto al clima secco delle vallate alpine. Risulta quindi chiara la spiccata predilezione dello stambecco per dirupi, pareti rocciose e scoscese, poste oltre i limite della vegetazione arborea e frammiste a pascoli su ripidi pendii e a cenge erbose. Deve poi essere preponderante la disponibilità di anfratti, grotte e canali che, oltre ad offrire riparo e protezione in caso di vento, neve, forti piogge o calura estiva, consentono anche la formazione di comunità vegetali molto differenziate con una conseguente maggiore disponibilità alimentare (Couturier, 1962; Nievergelt, 1966). I vasti complessi forestali e i ghiacciai costituiscono le principali barriere agli spostamenti dello stambecco che mostra, di conseguenza, scarse capacità di colonizzatore di nuovi territori. I principali fattori ambientali che determinano la distribuzione spaziale del bovide sono l'altitudine e le tipologie vegetazionali. Il primo fattore risulta prevalente nel periodo estivo, quando lo stambecco frequenta i biotopi compresi tra i 2300 e i 3200 m s.l.m. con medie significativamente superiori ai 2000 m, mentre per il secondo è fondamentale la disponibilità di risorse trofiche, più facilmente reperibili a quote più basse, tra i 1600 e i 2800 m (Hofmann e Nievergelt, 1972). Le quote minori sono raggiunte durante la tarda primavera (maggio-giugno) quando in particolare i maschi scendono verso il fondovalle per pascolare nelle aree che per prime si liberano dalla neve. In seguito risalgono, secondo il progressivo sciogliersi delle nevi. La risalita avviene, nei maschi in maniera più graduale mentre nelle femmine e nei giovani in modo più rapido (già dalla fine di maggio primi di giugno), e

dalla fine di luglio sino alla fine di settembre-ottobre rimangono nelle zone più elevate del loro habitat occupando l'orizzonte alpino. Si verificano pure migrazioni altitudinali stagionali e giornaliere in rapporto alle variazioni della temperatura ambientale e delle disponibilità alimentari (Nievergelt, 1966). Nel corso della giornata, infatti, gli animali si abbassano di quota per alimentarsi il primo mattino e il tardo pomeriggio, mentre per riposare vengono maggiormente frequentate le alte creste al sicuro da eventuali fonti di disturbo. Nei periodi estivi gli spostamenti dello stambecco sono soprattutto dipendenti dalla necessità di sottrarsi al caldo nei confronti del quale l'animale risulta molto sensibile per via della mancanza di ghiandole sudoripare. Ecco che allora, nelle ore centrali della giornata sarà marcata la preferenza per grotte e canalini ombreggiati, laddove si potrà instaurare un microclima più fresco, ideale per il riposo. Altri fattori importanti che condizionano lo stambecco nella scelta dell'habitat sono; orientamento e pendenza dei versanti, in particolare durante l'inverno, quando vengono frequentati i versanti più soleggiati esposti a sud sud-ovest e con pendenze che possono anche superare i 45° (von Elsner Schack, 1982; Wieserma, 1983). La buona esposizione all'irraggiamento solare e l'elevata pendenza dei versanti aumentano infatti la velocità di scioglimento delle nevi, facilitando la ricerca del cibo da parte dell'animale. Eccessive precipitazioni, in particolare durante il periodo invernale, possono rappresentare un fattore critico per il corso della gestazione, il numero dei nuovi nati e l'accrescimento delle corna (Nievergelt, 1966). L'utilizzo del suolo da parte dei maschi sembra essere meno selettivo rispetto alle femmine. I maschi frequentano spesso zone più accessibili con pendenze meno accentuate e minor presenza di roccia. In inverno ed in primavera i maschi stanno a quote decisamente inferiori rispetto alle femmine riducendo il loro consumo energetico, mentre le femmine rimangono ad altitudini elevate riuscendo a sfruttare al meglio le risorse alimentari grazie alle migliori condizioni termiche e d'innevamento. Questo comportamento differenziale tra i due sessi, imputabile alla necessità di

proteggere la prole e a minori esigenze energetiche da parte delle femmine, contribuisce alla segregazione spaziale tra i sessi che caratterizza la fase estivo-primaverile. Durante l'inverno la segregazione è invece, escluso il periodo degli amori, di tipo sociale, ovvero, pur occupando le stesse aree, gli individui restano suddivisi in branchi sessualmente differenziati.

3.3.2 ALIMENTAZIONE

La ruminazione è una strategia alimentare che permette di incamerare velocemente grandi quantitativi di cibo senza l'esigenza di una masticazione completa. Questo comportamento, diffuso in tutti gli ungulati alpini ad esclusione del cinghiale, permette all'animale di limitare la sua permanenza allo scoperto diminuendo così i rischi legati alla predazione. Inoltre la ruminazione permette di ridurre i tempi legati alla alimentazione, che dovrebbero essere forzatamente molto lunghi a causa del ridotto apporto energetico fornito dai vegetali. Lo stomaco dello stambecco, come quello di tutti gli erbivori ruminanti, è suddiviso in quattro diverse concamerazioni denominate: rumine, reticolo, omaso e abomaso. Nel rumine il cibo è arricchito di acqua, impastato tramite contrazioni muscolari e attaccato da microrganismi (batteri e protozoi) che fermentano i materiali vegetali e in particolare la cellulosa, permettendone la digestione. Il bolo alimentare così formato passerà poi al reticolo. Questa concamerazione, grazie alla sua struttura a rete, separa le parti più grossolane da quelle più liquide e finemente suddivise. Le prime vengono risospinte nel rumine e quindi nel cavo orale dove vengono rimasticate ed impastate con abbondante saliva per poi essere nuovamente inghiottite e trasferite al reticolo, le seconde discendono direttamente nell'omaso nel quale avviene un primo parziale assorbimento d'acqua. Successivamente il bolo alimentare viene trasferito nell'abomaso, lo stomaco vero e proprio, dove viene attaccato dai succhi gastrici della mucosa parietale. Solo a questo punto, l'alimento ormai predigerito, attraversa il piloro

e raggiunge l'intestino tenue dove viene in contatto con i succhi biliari e pancreatici. L'intestino tenue sfocia nell'intestino crasso. Nella prima parte di quest'ultimo, detta cieco, viene realizzata una seconda fermentazione mentre nella parte più distale avviene il secondo ed ultimo assorbimento d'acqua. Terminato tutto questo processo, i residui non digeriti vengono attivamente espulsi, attraverso il retto, sotto forma di feci (Mustoni *et al.* 2002, Perco, 1987; Ladini 1989). Lo stambecco, considerando le sue abitudini alimentari, appartiene al gruppo dei pascolatori selettivi specializzati. Esso è in grado di sfruttare alimenti molto concentrati e foraggi grezzi ricchi di fibre e cellulosa, in quanto dotato di un buon rapporto dimensione ruminale / peso corporeo. Nella scala delle diverse strategie alimentari adottate dai ruminanti, lo stambecco si pone quale pascolatore selettivo molto specializzato in alimenti concentrati, con minore grado di selettività rispetto al camoscio e con maggiore capacità, rispetto a quest'ultimo, nell'utilizzo di essenze ad alto tenore di fibra grezza (Hofmann, 1989). La sua dieta sembra essere più grezza di quella di altre specie di ungulati e ben si adatta alle sue caratteristiche di "*glacier follower*". La porzione principale della dieta dello stambecco risulta costituita, in seguito a studi condotti sui contenuti stomacali e tramite osservazione diretta, da Monocotiledoni per il 60%, fiori e getti di Dicotiledoni per il 38% e piante legnose per il 2% (Ten Houte de Lange, 1978). I maschi risultano, nelle scelte alimentari, meno selettivi delle femmine e il loro fabbisogno ammonta in media a valori di 7 kg di foraggio verde al giorno per 80 kg di peso (Perco, 1987) con punte di 5 kg di fieno secco (equivalenti a circa 15 kg di foraggio verde) durante la primavera quando gli animali devono recuperare il peso e le energie perdute nei mesi invernali. Le preferenze alimentari variano nel corso dell'anno a seconda della stagione. In primavera lo stambecco predilige i primi getti delle Monocotiledoni, soprattutto Graminacee appartenenti ai generi Phleum, Sesleria, Calmagrostis, Agrostis, Avena, Trisetum, Dactylis, Anthoxantum, Poa e Cyperacee dei generi Carex, Schoenus, Kobresia e soprattutto Luzula;

anche le foglie di alberi e cespugli vengono a volte ricercate: in particolare rametti, gemme e foglie tenere di *Corylus avellana*, *Berberis vulgaris*, *Alnus viridis* e giovani esemplari di *Larix decidua*. In questo periodo l'animale ha un *pabulum* alimentare molto ampio dovuto al fatto che il Bovide raggiunge i limiti altitudinali inferiori del suo areale annuale dove può trovare una maggiore varietà floristica rispetto agli ambienti che frequenta ai limiti dell'orizzonte nivale. Nel periodo estivo la dieta è composta nuovamente in maggior parte da Monocotiledoni accompagnate comunque da numerose Dicotiledoni come le Poligonacee (*Oxyria digina*, *Rumex scutatus*, *Polygonum viviparum*), le Ranunculacee (*Pulsatilla alpina*, *Thalictrum foetidum*, *Ranunculus glacialis*), le Rosacee (*Potentilla aurea*), le Campanulacee (*Phyteuma hemisphaericum*, *Campanula scheuchzeri*) le Plantaginacee (*Plantago alpina*) e diverse Leguminose del genere *Trifolium*, *Anthyllis*, *Lotus*, *Astagalus*, *Oxytropis*, *Onobrychis* ed alcune Ombrellifere come la *Pimpinella anisum*, *Ligusticum mutellina*, *Bupleurum stellatum* e soprattutto Composite dei generi *Achillea*, *Aster*, *Tanacetum*, *Artemisia*, *Petasites*, *Senecio*, *Taraxacum*, *Cardus*. In autunno alla diminuzione di foraggio “fresco” corrisponde un aumento di quello “secco”. Nella dieta, oltre alla presenza delle Dicotiledoni, fanno la loro comparsa piccoli arbusti di alta quota ed aghi di conifere, in particolare di ginepro. Durante il periodo invernale la disponibilità di cibo è poco diversificata ma sufficiente alle fondamentali esigenze fisiologiche (Durio *et al.*, 1982) e si fa preponderante l'apporto alimentare dovuto al foraggio secco costituito soprattutto da *Festuca* spp; ad integrare la dieta vi sono inoltre apporti, oltre che di funghi e licheni, pure di rametti e foglie di piccoli arbusti come il *Vaccinium myrtillus*, *Arctostaphylos uva-ursii*, *Loiseleuria procumbens*, *Salix herbacea*, *S. retusca*, *S. helvetica*, *Rhododendron ferrugineum*, *Juniperus communis*, *Daphne striata*, *Dryas octopetala* nonché aghi e cortecce di giovani esemplari di conifere tra cui *Larix decidua*, *Picea excelsa*, *Pinus mugo*, *Pinus cembra*. I sali minerali sono estremamente appetiti ed importanti e vengono solitamente assunti

leccando le rocce, qualora non siano disponibili saline artificiali (Durio *et al.*, 1982). La ricerca attiva di sali è dovuta alla necessità di ristabilire l'equilibrio minerale; infatti la dieta dello stambecco presenta un apporto di potassio e una deficienza marcata di sodio. Lo stambecco beve raramente: in genere gli è sufficiente l'apporto idrico che deriva dal cibo ingerito.

3.3.3 FASI COMPORTAMENTALI ANNUALI

Lo stambecco è un animale fondamentalmente gregario che vive durante tutto l'arco dell'anno in branchi. Al di fuori del periodo degli amori e della primavera (in rapporto all'attività sessuale o ad esigenze di tipo alimentare), gli animali formano gruppi prevalentemente unisessuali. Il gregarismo nello stambecco non presuppone in alcun modo un'organizzazione sociale complessa. I maschi non ricoprono ruoli sociali di alcun genere ad esclusione della mera riproduzione. La poligamia è un fenomeno comune, essa risulta più evidente nei maschi che nel corso di una stagione riproduttiva coprono più femmine, ma è diffusa anche nel sesso femminile. Tra ottobre e novembre inizia la frammentazione dei branchi di maschi che si uniscono alle femmine soltanto durante la stagione riproduttiva. Il passaggio dei maschi verso i gruppi di femmine è molto veloce, mentre la separazione dei gruppi misti è più graduale, con le femmine che si allontanano per prime. Dal mese di novembre si evidenziano nei maschi i primi segni di nervosismo, con spostamenti a volte considerevoli e abbandono dei quartieri abituali verso i branchi femminili. Inizia così la cosiddetta fase pre-riproduttiva, durante la quale i maschi portano spesso la coda ribaltata sulla schiena a segnalare l'eccitamento, mentre le femmine, non ancora in calore, mantengono un atteggiamento distaccato e sfuggono a eventuali tentativi di copula. Durante questa fase, la scala sociale gerarchica tra i maschi è chiara perché già stabilita durante il periodo estivo (Nievergelt, 1967). Così facendo vengono prevenuti scontri per aggiudicarsi la copula durante i difficili periodi

invernali. La gerarchia è basata sulle dimensioni corporee. Per questo motivo, siccome le corna raggiungono le massime dimensioni intorno ai 12-13 anni ed il peso si stabilizza intorno agli 8 anni, i maschi più giovani, di taglia inferiore rispetto agli adulti, non potranno che occupare i ranghi più bassi all'interno della scala gerarchica. La gerarchia viene stabilita con combattimenti ritualizzati fra maschi di pari taglia e classe d'età (Nievergelt, 1967), durante i quali i contendenti si sollevano sulle zampe posteriori e, discendendo, cozzano le corna tra loro con gran forza, oppure, rimanendo sulle quattro zampe, incrociano le corna con l'avversario per poi spingersi e torcersi con o senza rincorse. (Aescherbacher, 1978; Schank, 1972, Walther, 1961). A volte i due contendenti valutano la reciproca prestanza fisica camminando o correndo parallelamente l'uno all'altro. È pure frequente che durante lo scontro un contendente cerchi di attestare la supremazia per mezzo di improvvisi tentativi di monta ai danni dello sfidante. Questi combattimenti, che prevengono possibili scontri violenti nel momento dell'accoppiamento, vengono praticati durante l'estate e rimangono perciò relativamente blandi, assumendo spesso carattere giocoso. I ranghi così definiti, indipendenti dal territorio, vengono mantenuti per tutto il corso dell'anno. La fase successiva, detta comunitaria, prevede che numerosi maschi sessualmente maturi e di età differenti corteggino la stessa femmina al di là dell'ordine gerarchico. In questa fase i maschi assumono atteggiamenti caratteristici e ripetono costantemente una serie di moduli comportamentali ritualizzati: il corpo è stirato ed allungato, il capo è stirato indietro in modo che le corna siano parallele al corpo; la coda è sollevata o ribaltata sulla schiena; il labbro superiore è sollevato, mentre la lingua viene fatta oscillare su e giù; in seguito la testa viene ruotata lungo l'asse longitudinale del corpo ed una delle zampe anteriori fa uno scatto in avanti; alla fine e durante la sequenza il maschio emette un belato lamentoso. Durante questa fase comune i maschi sono reciprocamente tolleranti. L'ultima fase della riproduzione, detta individuale, inizia quando la femmina entra in estro. In questa fase solo il maschio di

rango più elevato può corteggiare la femmina e gli individui che si avvicinano troppo vengono tenuti a distanza mediante minacce ritualizzate. La femmina corteggiata solitamente reagisce urinando, così che il maschio possa individuare il suo stato di ricettività annusando l'urina o direttamente gli organi genitali della corteggiata. Le femmine non ancora disposte all'accoppiamento rispondono invece al corteggiamento allontanandosi o tentando di colpire il maschio con le corna. Con l'approssimarsi dell'estro la femmina tende ad allontanarsi meno decisamente, scodinzola e si mostra al maschio con i quarti posteriori; in alcuni casi vengono effettuati comportamenti attivi nei confronti del partner allo scopo di sollecitarlo, con un colpetto del muso o sfregando il muso sul corpo del maschio. La femmina dello stambecco è poliestrale (Stüwe e Grodinsky, 1987) e il suo ciclo estrale ha una durata circa di 20 giorni. Dopo l'accoppiamento, il maschio dominante rimane solo per un breve periodo in compagnia della femmina; in seguito ricomincia la fase del corteggiamento comunitario. Durante questo periodo i maschi, occupati a difendere il territorio, a conquistare nuovi spazi e a compiere tutti i rituali dell'accoppiamento, si nutrono poco e saltuariamente, se a ciò questo si aggiungono i rigori della stagione e i continui spostamenti, si spiega la debilitazione che li contraddistingue al termine del periodo riproduttivo. Dopo una gestazione di 24-25 settimane, i piccoli vedono la luce nella bella stagione, a cavallo del mese di giugno (fine maggio-inizio luglio). Il periodo favorevole delle nascite giustifica le difficoltà in termini climatici e di disponibilità alimentari che gli adulti incontrano nel periodo degli accoppiamenti (Stüwe e Grodinsky, 1987). Nei giorni precedenti al parto, le femmine gravide si isolano dal gruppo in zone sicure e poco accessibili a potenziali predatori dove danno alla luce uno o, in casi eccezionali, due piccoli. Già dopo 3-4 giorni il capretto è in grado di seguire la madre con la quale si unisce al gruppo, dando presto prova della sua agilità in audaci giochi assieme agli altri piccoli riuniti in "nursery" sotto gli occhi attenti delle femmine. Lo svezzamento comincia circa un mese dopo la nascita (fine

luglio-inizio agosto) per terminare dopo 3-4 mesi (fine autunno); a questo punto i piccoli non hanno più bisogno del latte materno ma si alimentano con erbe e arbusti. Le femmine di norma non partoriscono tutti gli anni, ma in media due volte ogni tre anni; l'età del primo parto, nonostante l'ovulazione avvenga attorno ai 18 mesi, si aggira attorno ai 3-4 anni e prosegue fino a 14-15 anni. Nelle popolazioni stabilizzate, con elevata densità, le femmine tendono a posticipare il primo parto tra i 4-6 anni (Nievergelt, 1966). Nelle colonie di recente formazione con bassa densità i parti avvengono invece annualmente, con una netta tendenza all'aumento di quelli gemellari e le femmine diventano primipare già a partire dai 3 anni; ciò è dovuto a meccanismi fisiologici atti a favorire l'espansione ed il consolidamento della popolazione sui nuovi territori. I maschi diventano sessualmente maturi all'età di due anni, ma partecipano con successo al periodo riproduttivo solo quando hanno raggiunto un'elevata posizione nella scala gerarchica, ovvero attorno agli 8-11 anni (Aescherbacher, 1978).

3.3.4 DETERMINAZIONE DEL SESSO E DELL'ETA'

La determinazione a distanza del sesso, relativa ad individui adulti, non presenta grosse difficoltà, dal momento che nello stambecco il dimorfismo sessuale è molto marcato soprattutto per quanto riguarda la mole corporea e la lunghezza delle corna. Per quanto riguarda la mole corporea il maschio può arrivare a pesare 1,5-2 volte di più rispetto alla femmina, con differenze evidenti nella forma del corpo ed in particolare del tronco dell'animale. Per quanto riguarda le corna è utile ricordare che nei maschi adulti la loro lunghezza può raggiungere il metro, mentre nelle femmine raggiunge raramente i 30 cm. Un altro carattere che può permettere la determinazione a distanza del sesso è il colore del mantello, più chiaro nelle femmine soprattutto nelle parti inferiori del corpo. Nel periodo invernale, quando la muta non ha ancora reso indistinguibili le tonalità dei due sessi la colorazione

può così divenire un valido elemento di riconoscimento. I problemi sorgono quando si tratta di determinare a distanza il sesso dei piccoli nei primi mesi di vita. Infatti, sia le dimensioni ridotte del trofeo (che comincia ad assumere dimensioni differenti soltanto attorno ai 6 mesi di vita), sia forma e dimensione del corpo sono assolutamente simili ed indistinguibili tra i due sessi nei primi mesi di vita dell'animale. Gli unici elementi distintivi in questo caso diventano la posizione nell'urinare, con le femmine che si inclinano più vistosamente dei maschi, e la conformazione degli astucci cornei, con una minore distanza interbasale e una disposizione più parallela nelle femmine rispetto ai maschi. La determinazione del sesso diventa sicura solamente alla fine dell'estate successiva alla nascita, a 14-16 mesi, quando nei maschi diventa apprezzabile una certa robustezza alla base del trofeo. Una determinazione esatta dell'età può essere effettuata soltanto mediante conteggio del numero di anelli che ogni anno si formano in corrispondenza dell'interruzione invernale della crescita, sulla faccia posteriore del trofeo. La determinazione con questo metodo risulta fattibile per quanto riguarda il sesso maschile, ma può essere molto difficoltosa nelle femmine, nelle quali i segmenti annuali di crescita a volte sono poco evidenti. In questi casi sono utili altre metodologie di determinazione che si basano sull'esame di altri caratteri morfologici come l'ampiezza dell'angolo naso-mandibola oppure la mole complessiva del tronco, entrambe tanto maggiori quanto più la femmina è anziana.

4. LA CONSERVAZIONE DELLO STAMBECCO SULLE ALPI

4.1 STORIA

La storia del Gran Paradiso è strettamente intrecciata con la salvaguardia del suo animale simbolo: lo Stambecco (*Capra ibex ibex*). Questo ungulato, un

tempo largamente diffuso a quote elevate, oltre il limite del bosco, è stato oggetto di caccia indiscriminata per secoli su tutto l'Arco Alpino. I motivi per cui lo stambecco era una preda così ambita dai cacciatori erano i più disparati: la succulenza delle sue carni, alcune parti del suo corpo erano considerate medicinali, l'imponenza delle sue corna ricercate come trofeo e persino il potere afrodisiaco attribuito ad un suo ossicino (la croce del cuore) spesso utilizzato come talismano. All'inizio del XIX secolo si riteneva che questo animale fosse ormai estinto in tutta Europa finché un ispettore forestale valdostano Delapierre scoprì che negli impervi e scoscesi valloni che discendono dal massiccio del Gran Paradiso ne sopravviveva una colonia di circa cento esemplari. Il 21 settembre 1821 il Re Vittorio Emanuele II di Savoia emanava le prime norme a favore della protezione dello stambecco, seguite nel 1836 dalle Regie Patenti con le quali si ordinava: "*Rimane fin d'ora proibita in qualsivoglia parte de' regi domini la caccia degli stambecchi*". Questo decreto, che salvò lo stambecco dall'estinzione, non fu ispirato da valori di protezionismo ambientale, non contemplati nella mentalità dell'epoca, ma bensì da mere speculazioni venatorie. La rarità di questi esemplari ne rendeva la caccia un lusso che il sovrano concedeva solo a sé stesso. Nasceva così ufficialmente la Riserva Reale di Caccia del Gran Paradiso il cui territorio era più ampio dell'attuale parco nazionale, salvando dall'estinzione lo stambecco che in quegli anni aveva ridotto la sua popolazione a livelli allarmanti. La Riserva Reale di Caccia del Gran Paradiso, diventerà poi, nel 1922, grazie alla volontà dell'ex sovrano di casa Savoia, Parco Nazionale. La colonia rimasta ebbe modo di espandersi fino ad arrivare a inizio '900 ad una consistenza di circa 4.000 esemplari. Fu allora che, dopo alcuni tentativi di reimmissione falliti (a causa della non capacità di adattamento degli animali utilizzati, incrociati con capre domestiche) numerosi stambecchi furono catturati illegalmente e trasportati sulle Alpi svizzere dove oggi si trova circa la metà degli animali presenti su tutto l'Arco Alpino. La prima colonia italiana fu creata invece nel 1921, sempre grazie a

stambecchi provenienti dal Gran Paradiso, nel territorio che oggi appartiene al Parco Naturale delle Alpi Marittime (Argentera). Dopo la seconda guerra mondiale che portò ad una decimazione della colonia del Gran Paradiso da circa 4000 individui a 416, la popolazione tornò ad aumentare di consistenza fino a giungere i 3800 individui degli anni '50. Questi stambecchi furono perciò i soggetti destinati alla ricolonizzazione delle Alpi, avvenuta con più di 40 operazioni di reintroduzione in varie località alpine.

4.2 SITUAZIONE ATTUALE

Oggi lo stambecco delle Alpi è distribuito su tutto l'Arco Alpino, dalle Alpi Marittime occidentali fino alla Slovenia. Con riferimento al biennio 2007-2008 la consistenza totale si aggira attorno ai 47.700 (Tosi *et al*, 2012) capi distribuiti nei diversi stati in numero variabile: i Paesi con il maggior numero di colonie e quindi di capi sono la Svizzera con circa 48 colonie e oltre 15500 individui, l'Italia con 63 colonie e circa 15800 soggetti. In Francia 21 colonie con una consistenza di circa 8700 individui tra l'Alta Savoia, le Alte Alpi e le Alpi Marittime, in Austria 41 colonie con circa 6700 individui. Le popolazioni più esigue sono presenti in Slovenia; 300 esemplari distribuiti in 5 colonie, in Germania 400 individui in 5 colonie e un'unica colonia con poco più di 130 individui in Liechtenstein. (Giacometti, 2002). Sebbene oggi lo stambecco sia fuori pericolo di estinzione e anzi si accresca a buoni ritmi (incrementi medi annui dagli anni '60 tra il 3% e il 6%, Weber 1994, Pedrotti & Lovari 1999), la sua attuale consistenza è ben al di sotto del potenziale dell'areale e la distribuzione geografica delle 150 colonie risulta essere ancora frammentaria e a tratti puntiforme. Per quanto riguarda la distribuzione di questa specie all'interno del nostro Stato, la situazione risulta essere abbastanza frammentata se si considerano le potenzialità del nostro territorio. La consistenza della popolazione italiana si aggira oggi sui 15800 capi suddivisi in 63 colonie. Le maggiori consistenze si riscontrano nelle

popolazioni del Parco Nazionale del Gran Paradiso, del Parco Nazionale dello Stelvio, del Parco Naturale delle Alpi Marittime, in alcune vallate della Valle d'Aosta e delle provincie di Lecco, Bergamo, Bolzano e Sondrio.

4.3 PROBLEMATICHE DI CONSERVAZIONE

Il fatto che tutte le popolazioni di stambecchi oggi esistenti sull'Arco Alpino discendano da un basso numero di individui ha generato, nel corso del secolo scorso, effetti "del fondatore" con susseguenti colli di bottiglia che hanno portato alla riduzione del livello di eterozigosità e alla scomparsa di alcune fra le varianti alleliche meno frequenti, causando una riduzione di variabilità genetica nelle popolazioni reintrodotte. Analizzando la frequenza allelica relativa ai pochi loci variabili tra le diverse popolazioni dell'Arco Alpino si è osservato però che la differenziazione a livello di inter-popolazione tra i loci analizzati risulta elevata. Ciò potrebbe consentire una diminuzione del livello di inincrocio a livello di intra-popolazione nel momento in cui si intervenisse con introduzioni di individui da popolazioni geneticamente distanti (Stüwe e Scribner, 1989). In Svizzera invece sono stati documentati alcuni casi che molto si discostano dalla "normale" situazione di bassa variabilità genetica. Esistono infatti alcune colonie di stambecchi (come quella di Piz Albris) con variabilità genetica più elevata perfino delle popolazioni "madre" del Gran Paradiso (Randi *et al.*, 1990). Considerando che in natura sono stati certificati casi di ibridi nati da incroci tra stambecco e capra domestica (*C. aegagrus domestica*, Giacometti *et al.*, 2003), l'elevata variabilità della colonia di Piz Albris potrebbe rappresentare l'effetto di incroci avvenuti ad inizio '900, nelle prime fasi delle operazioni di reintroduzione effettuate, senza esito positivo nei territori svizzeri (Stüwe e Grodinsky, 1987).

5. LO STAMBECCO NEL PARCO NATURALE ADAMELLO BRENTA

5.1 Reintroduzioni nel Parco

Nel Parco Naturale Adamello-Brenta, troviamo due colonie frutto di reintroduzioni: la colonia della Val San Valentino e quella della Val Genova. La colonia della Val San Valentino, fu fondata nel triennio 1995-97 con la liberazione di 23 animali (11 maschi e 12 femmine), provenienti per lo più dal Parco Naturale delle Alpi Marittime ad esclusione di 3 individui provenienti dalla colonia della Marmolada-Monzoni. La colonia della Val Genova fu fondata invece nel biennio 1998-99 con la liberazione di 20 animali (11 maschi e 9 femmine), di cui 10 provenienti dal Parco Naturale delle Alpi Marittime e 10 dalla colonia della Marmolada-Monzoni. L'areale del nucleo reintrodotta interessa un territorio piuttosto ampio, che comprende la destra orografica della Val di Sole, le pendici del monte Mandrone e la sinistra orografica della Val Genova. A causa di questa estensione molto ampia e dispersiva l'individuazione degli animali risulta molto difficoltosa come dimostrano gli ultimi censimenti. A rinforzo dei capi presenti sui massicci dell'Adamello e della Presanella, nell'estate 2006 sono stati liberati in Val Genova 12 stambecchi (7 femmine e 5 maschi di età compresa tra 1 e 4 anni) provenienti dalla Svizzera, più precisamente dalla colonia del Piz Albris. L'operazione è stata svolta nell'ambito dell'iniziativa Giubileo 100 anni di stambecco in Svizzera - Steinbock 2006 che, per commemorare la centenaria presenza dell'animale nel territorio elvetico, ha previsto la cessione all'Italia (in particolare a Piemonte, Trentino e Friuli Venezia Giulia) di tre contingenti di stambecchi utili per operazioni di reintroduzione o rinforzo della popolazione già presente. I rilasci in natura sono stati due (8 giugno e 17 luglio 2006), entrambi avvenuti nei pressi del Rifugio Stella Alpina in Val

Genova. Altro dato importante è che le principali popolazioni trentine di stambecchi sono condivise con 4 province limitrofe, quella di Belluno per i nuclei Marmolada Monzoni e Pale di San Martino, Bolzano e Belluno per nucleo del Sella, Brescia per il nucleo del Parco Adamello Brenta e dell'alto Garda Bresciano e la provincia di Sondrio per il nucleo del Parco nazionale dello Stelvio.

5.2 Progetto Stambecco 2020

Istituto Oikos onlus, Parco Nazionale dello Stelvio, Parco Naturale Adamello Brenta e Università degli Studi di Sassari hanno posto le basi per una serie di iniziative di conservazione dello stambecco, a scala trans-regionale, incentrate sulla porzione centrale dell'Arco Alpino. In particolare, nel documento "Iniziativa per favorire la conservazione della specie nelle Alpi Centrali Italiane" vengono analizzati i dati resi disponibili dal Gruppo Stambecco Europa relativi alle 24 colonie presenti nella porzione centrale delle Alpi Italiane e, a partire da questi, vengono stilati dei suggerimenti gestionali per le 7 Unità di Gestione (UDG) in cui è suddivisibile il territorio. Si tratta di iniziative concrete legate alla necessità di approfondire le conoscenze sulle colonie, o di interventi diretti sull'habitat o sulla specie che, se opportunamente gestite anche a livello di comunicazione, potrebbero portare a evidenti ricadute positive sull'intera componente naturale. La speranza è che le iniziative proposte, se realizzate singolarmente o all'interno di un piano comune e condiviso, possano favorire una strategia complessiva tra tutte le strutture/amministrazioni/associazioni interessate alla conservazione della specie.

5.3 Situazione attuale nel Parco

In totale durante il monitoraggio autunnale del 2013 sono stati effettuati 199 avvistamenti distribuiti perlopiù in zone note per l'alta frequentazione dello stambecco, ossia nelle valli di Cercen e Gabbiolo e nella zona del Dosson per la colonia STTN02, e nelle valli di San Valentino e di Fumo per la colonia STTN01. È stato però osservato anche un gruppo femminile di 5 animali nella Val di Nardis, situata in un'area marginale di distribuzione della specie. In questa zona, e in quelle limitrofe (ad es. Val d'Amola e Plan da l'Asan), negli ultimi anni sono stati avvistati più stambecchi rispetto al passato e ciò fa supporre che il bovide si stia espandendo nel territorio. Dopo aver esaminato la distribuzione, dal totale degli avvistamenti effettuati è stato stimato un numero minimo di circa 106 animali, distribuiti in numero circa uguale tra le due colonie, tale dato ha costituito il punto di partenza per determinare i parametri di popolazione. La *sex ratio* calcolata evidenzia una lieve preponderanza delle femmine rispetto ai maschi e il suo valore è in linea con quello medio bibliografico (Mustoni *et al.*, 2002). Il tasso di natalità e l'IUA, seppur approssimato, invece, contrariamente alle aspettative, rispecchiano quelli di una popolazione matura (valori minimi bibliografici – Mustoni *et al.*, 2002). Per comprendere cosa viene messo in evidenza, per le colonie studiate, con il valore della consistenza e i parametri calcolati occorre confrontarli con quelli degli anni passati. Nonostante la popolazione sia cresciuta dal 2004 al 2006, in seguito, anche se il trend non è così chiaro, sembra essersi assestata attorno ai 200 individui. Il tasso di natalità, e la percentuale di capretti sul totale degli esemplari, invece, nei primi anni erano elevati, fino a giungere a valori minimi nel 2013. Il fatto che i parametri rivelino la presenza di una popolazione matura e che questa sia però caratterizzata da pochi animali, con un basso incremento numerico negli anni, potrebbe essere la conseguenza di diverse cause. Una prima, può essere la scarsa contattabilità degli stambecchi

dovuta a vari fattori, dall'orografia che limita la visibilità all'osservatore, ai luoghi frequentati dal bovide che spesso sono inaccessibili all'uomo, etc. Una seconda può dipendere dall'isolamento degli animali e soprattutto dei branchi femminili durante la stagione degli amori. Secondo Tosi *et al.* (2012), infatti, la limitata capacità di spostamento sui versanti innevati, tipica della specie, sembra essere alla base della possibilità che, in seguito alla prima nevicata, alcuni gruppi di femmine rimangano separati dai maschi, con ovvi decrementi dei tassi di natalità. Questo potrebbe essere un problema particolarmente sentito per le colonie considerate, vista la morfologia e il clima del territorio che occupano e data la bassa densità dei capi che le compongono. Infine potrebbe essere che la popolazione abbia raggiunto, una densità tale da spingere gli individui a cercare nuovi spazi vitali. La dispersione, per lo stambecco, avviene in modo molto lento e a macchia di leopardo rendendo difficile avvistare gli animali prima che si stabilizzino in determinate aree e si riuniscano in gruppi sociali specifici e numerosi. Ciò potrebbe quindi spiegare perché siano pochi gli esemplari contattati per la popolazione dell'Adamello – Presanella. Questa disomogeneità potrebbe dipendere da una sottostima soprattutto dei giovani, che suggerisce, oltre ad un possibile errore di valutazione delle età degli animali in fase di monitoraggio, anche un'effettiva minor presenza nelle aree monitorate, di questi individui che solitamente, sarebbero quelli più idonei per la ricerca e la colonizzazione di nuove aree.

6. MATERIALI E METODI

6.1. Attività di monitoraggio e censimenti

Per raggiungere gli obiettivi preposti, il progetto è partito con l'analisi dei dati relativi ai monitoraggi svolti dall'Ente Parco nell'autunno del 2013, periodo durante il quale è stato effettuato il censimento dello stambecco in questi

territori. I dati raccolti sono stati elaborati al fine di stimare la consistenza della popolazione e i parametri principali che la descrivono. Dal resoconto di questo lavoro preliminare, sono state evidenziate le aree maggiormente frequentate e la consistenza del bovide all'interno di queste. Sulla base di ciò è stato deciso di approntare il piano di studi nelle zone della Valle di San Valentino (Adamello) e della Val Genova (Presanella). In entrambe queste aree, come risulta dai censimenti del 2013, la consistenza degli animali ammonta circa a 90/100 capi, per un totale stimato che si aggira sui 180/200 animali.

6.2. Raccolta campioni biologici

Dopo il periodo primaverile, quello post-estivo (settembre e ottobre), è il migliore per quanto riguarda l'avvicinamento di questo bovide, il quale inizia ad abbassarsi alle quote inferiori, frequentando con maggior continuità le zone più raggiungibili dagli operatori e rendendo quindi un po' meno complicate le operazioni di accostamento. Per quanto riguarda l'estrazione del DNA, è possibile eseguirla a partire sia da campioni di tessuto cutaneo che da escrementi. Il prelievo di campioni di cute è possibile ma richiede necessariamente l'intervento di personale abilitato all'utilizzo di fucili ad aria che, sparando contro l'animale un dardo appositamente studiato, intrappolano al loro interno un campione di tessuto. Per motivi economici, pratici e tempistici si è optato per la raccolta di campioni fecali, consentendo agli operatori di muoversi a quote più ragionevoli e meno pericolose per gli operatori ma che allo stesso tempo garantiscono una buona contattabilità degli animali e ovviamente un minor rischio di stress per gli stessi. Vista la limitata quantità di fondi a disposizione si è deciso di sfruttare al meglio questa opportunità e di repertare il maggior numero possibile di campioni, cercando di fare campionamenti che fossero a livello quantitativo il più proporzionali possibile tra le colonie della Valle di San Valentino e della Val Genova, in

modo da avere una situazione più chiara e completa possibile a livello della popolazione e della relativa situazione genetica. Il totale dei campioni raccolti alla fine delle attività di ricerca è di 27 reperti.

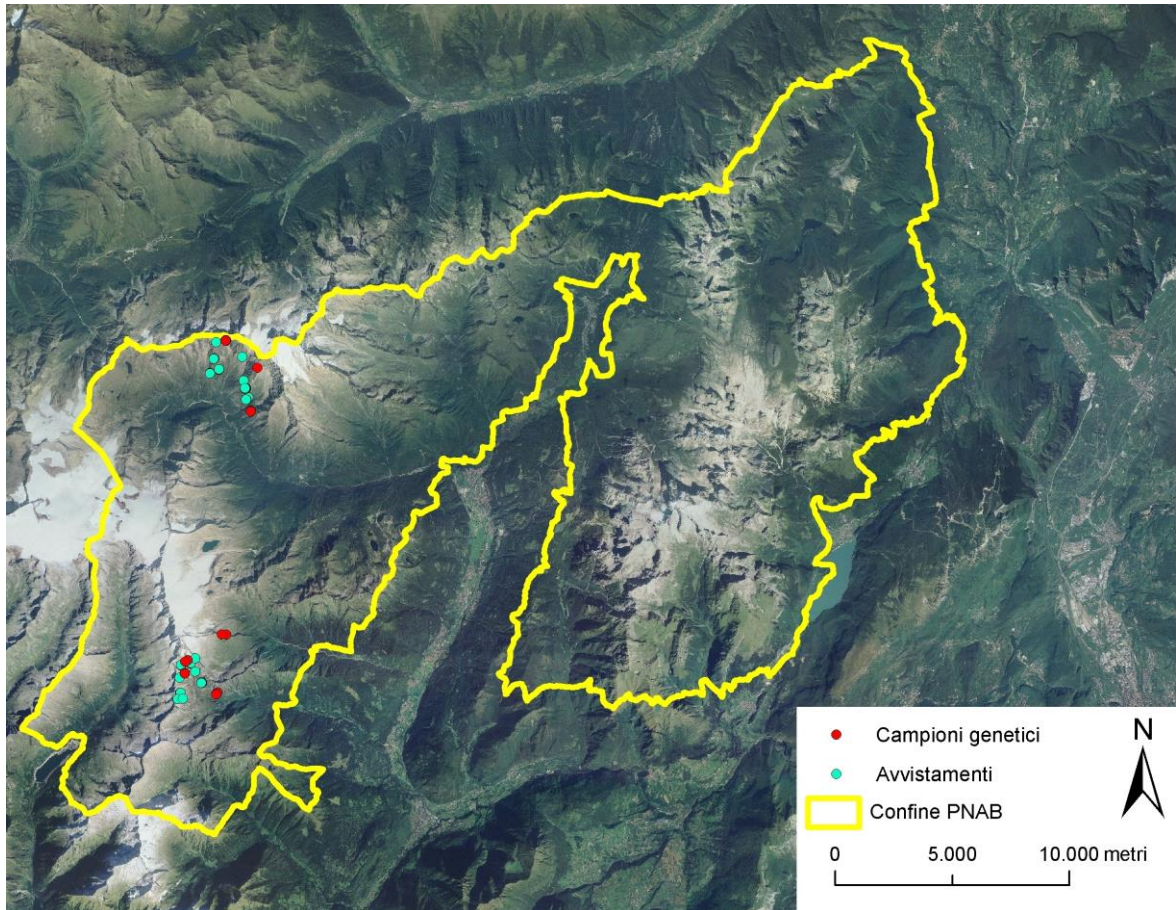


Figura 6.1 Limiti territoriali del Parco Naturale Adamello Brenta e localizzazione degli avvistamenti e delle raccolte di campioni fecali

Per quanto riguarda la Val Genova, 6 sono stati i campioni repertati, presumibilmente appartenenti a 4 maschi, 1 femmina e un indeterminato. È d'obbligo utilizzare il termine “presumibilmente”, in quanto, come verrà evidenziato in seguito, non vi è sempre la piena certezza che il campione raccolto sia appartenente ad uno stambecco. Purtroppo la morfologia impervia e la sovrapposizione spaziale dell'areale di questo bovide con quello del camoscio fanno sì che possa essere stato raccolto un campione fecale con la convinzione che appartenesse alla specie oggetto di studio, rivelandosi poi in fase di analisi genetica di un'altra specie, probabilmente camosci che celati

alla nostra vista, hanno frequentato la stessa zona poche decine di minuti prima.

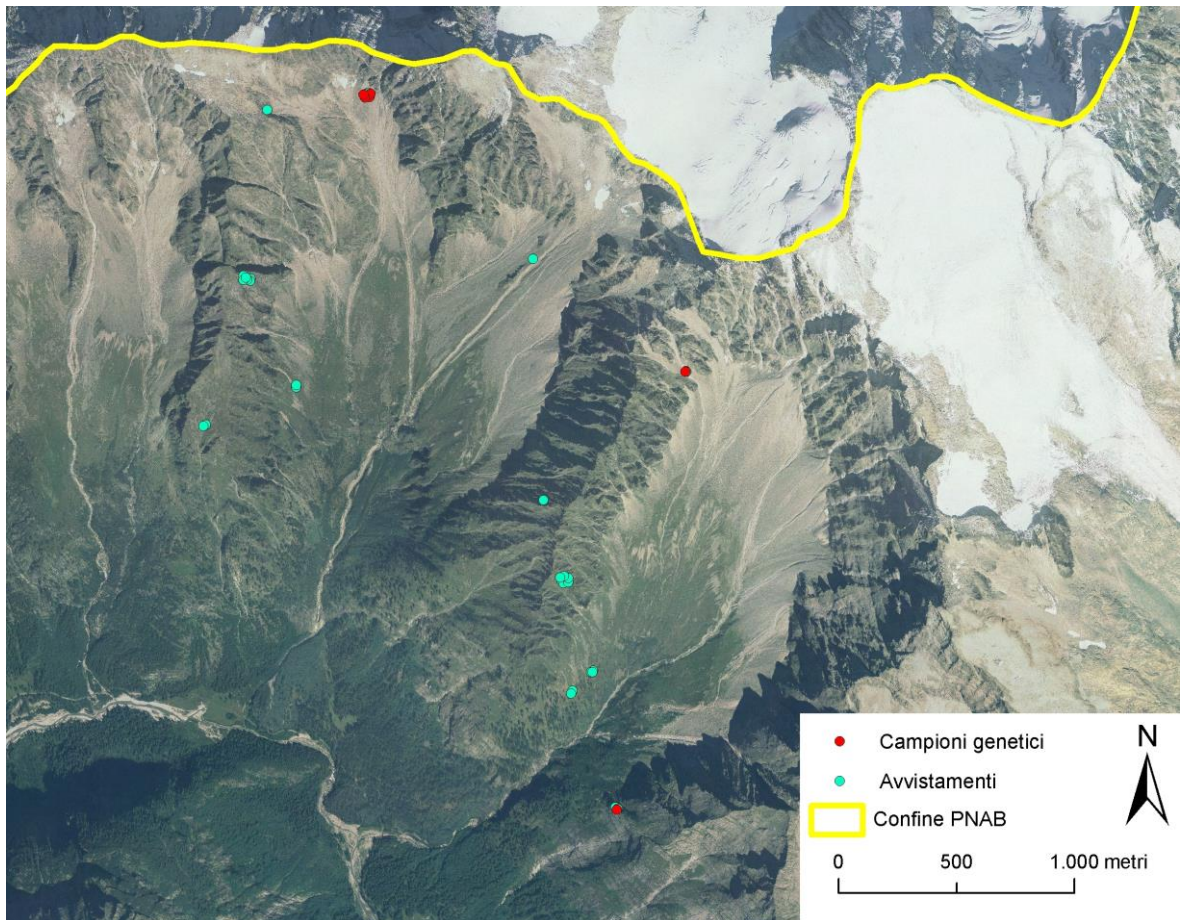


Figura 6.2 Localizzazione degli avvistamenti e dei campioni raccolti in Val Genova

Gli altri 21 reperti provengono da soggetti della colonia della Valle di San Valentino e presumibilmente appartengono a 2 maschi, 14 femmine, 2 capretti e 3 campioni di cui non è stato possibile al momento della raccolta l'identificazione del capo. In questa zona la raccolta dei campioni fecali è avvenuta con un raggio molto ampio e con ritrovamenti sparsi in modo maggiore sull'area.

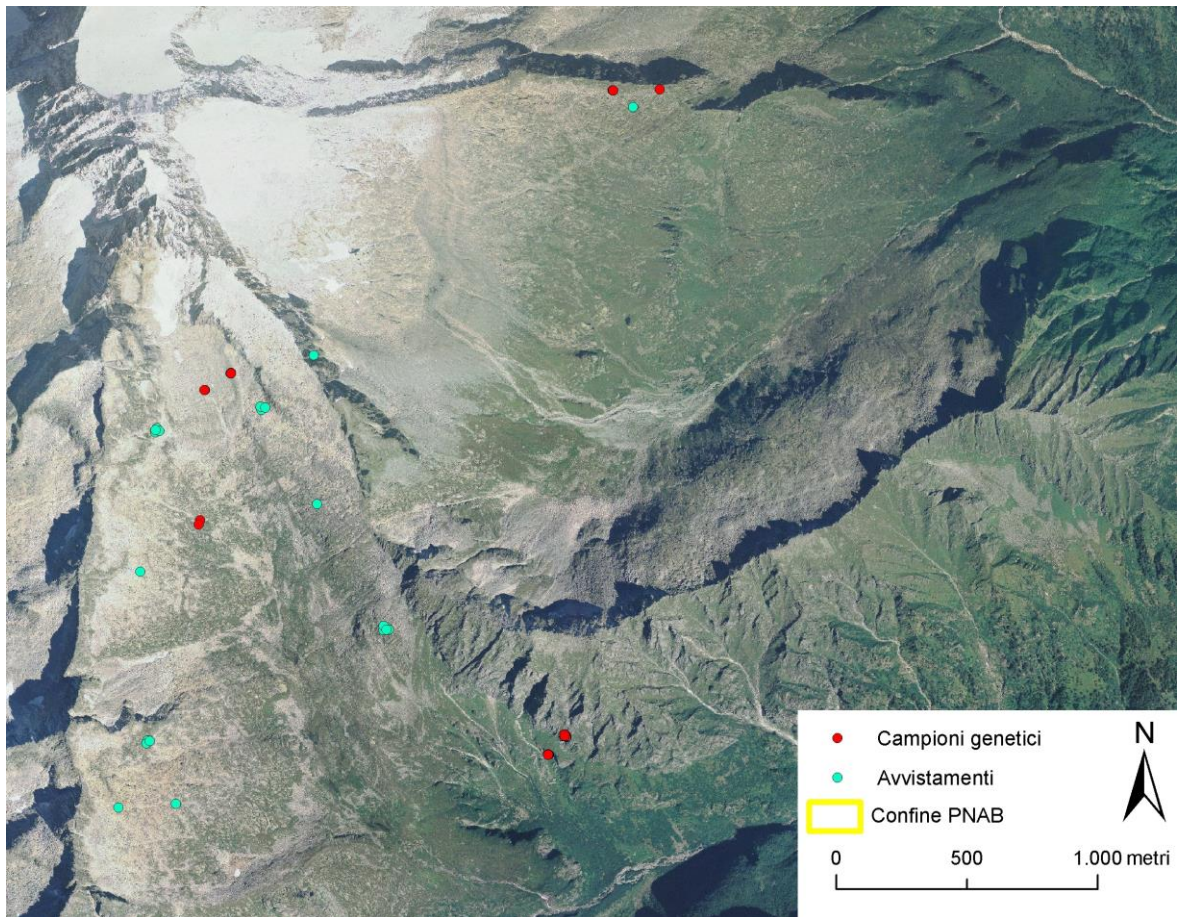


Figura 6.3 Localizzazione degli avvistamenti e dei campioni raccolti in Valle di San Valentino

La uscite di campo utili nel contesto dell'attività di monitoraggio sono indicativamente iniziate alle 6 e mezza del mattino. Con l'ausilio di autoveicoli è stato possibile raggiungere la quota di circa 1200 metri, oltre la quale l'uscita è proseguita a piedi per raggiungere un'altitudine approssimativa di 2700 metri, quota che coincide con i quartieri estivi della specie; giunti sul posto l'ispezione della zona è stata eseguita con l'ausilio di binocoli e cannocchiali. In caso di avvistamento, dopo aver preparato l'occorrente (buste e schede per le operazioni di campionatura) ha avuto inizio il vero e proprio avvicinamento, in modo da poter osservare se possibile il capo nel momento dell'evacuazione. Individuata a distanza la posizione del campione da repertare, il punto è stato raggiunto dagli operatori per poterne effettuare la raccolta con guanti sterili e ponendo il reperto in un sacchetto di plastica con chiusura ermetica. Ad ogni ritrovamento poi, in sede di ufficio, è

stato dato un codice identificativo (ID) al quale sono correlate le notizie del campione, quali: la zona di raccolta e i relativi dati all'animale, sesso, classe di età, segni particolari e, ove possibile, una foto. Ogni ID trova corrispondenza in una mappa creata con il programma GIS, dove è stato riportato il punto esatto del ritrovamento utilizzando le coordinate prese sul campo, ciò consente di avere una visione d'insieme più ampia e di più facile comprensione per quanto riguarda la distribuzione dei soggetti e dei campioni raccolti.

I campioni sono stati conservati ad una temperatura di -21°C in buste ermetiche. Successivamente con l'ausilio di un apposito contenitore pre-refrigerato, contenente ghiaccio secco, a temperatura controllata le feci sono state inviate all'Università di Zurigo dove i campioni sono stati genotipizzati a 30 loci microsatelliti ed è stata condotta un'analisi genetica di popolazione. La scelta del laboratorio svizzero è stata dettata dal fatto che è un laboratorio che possiede un ampio database di riferimento per le popolazioni di stambecco delle Alpi. Questo ha consentito in sede di elaborazione dei risultati di confrontare la popolazione del Parco Adamello Brenta con quelle di stambecchi del Gran Paradiso e altre popolazioni svizzere delle quali si conosce già la situazione a livello genetico.

ID PNAB	Colonia	Sesso	Località	Rilevatore
PNAB_01	Val Genova- Presanella	F	Alta V. Gabbiolo	Armanini – Beltrami
PNAB_02	S. Valentino – Adamello	F	Bocca di Conca	Armanini- Zibordi
PNAB_03	S. Valentino – Adamello	M	P.sso Vacche	Armanini – Zeni
PNAB_04	S. Valentino – Adamello	M	P.sso Vacche	Armanini – Zeni
PNAB_05	S. Valentino – Adamello	I	B.chetta Cannone	Zeni – Beltrami
PNAB_06	Val Genova- Presanella	I	Val Gabbiolo	Armanini M.
PNAB_07	Val Genova- Presanella	M	Cercen - Busazza	Zeni – Beltrami
PNAB_08	S. Valentino – Adamello	F	Bocca di Conca	Armanini – Zibordi
PNAB_09	Val Genova- Presanella	M	Cercen - Busazza	Zeni - Beltrami
PNAB_10	S. Valentino – Adamello	F	Bocca di Conca	Armanini – Zibordi
PNAB_11	S. Valentino – Adamello	I	B.chetta Cannone	Zeni - Beltrami
PNAB_12	Val Genova- Presanella	M	Cercen - Busazza	Zeni - Beltrami
PNAB_13	Val Genova- Presanella	M	Cercen - Busazza	Zeni - Beltrami
PNAB_14	S. Valentino – Adamello	I	Bocchetta Cannone	Zeni - Beltrami
PNAB_15	S. Valentino – Adamello	C	Bocca di Conca	Armanini – Zibordi
PNAB_16	S. Valentino – Adamello	F	Bocca di Conca	Armanini – Zibordi
PNAB_17	S. Valentino – Adamello	C	Bocca di Conca	Armanini – Zibordi
PNAB_18	S. Valentino – Adamello	F	Bocca di Conca	Armanini – Zibordi
PNAB_19	S. Valentino – Adamello	F	Valletta Bassa	Cavedon
PNAB_20	S. Valentino – Adamello	F	Valletta Bassa	Cavedon
PNAB_21	S. Valentino – Adamello	F	Valletta Bassa	Cavedon
PNAB_22	S. Valentino – Adamello	F	Valletta Bassa	Cavedon
PNAB_23	S. Valentino – Adamello	F	Valletta Bassa	Cavedon
PNAB_24	S. Valentino – Adamello	F	Valletta Bassa	Cavedon
PNAB_25	S. Valentino – Adamello	F	Valletta Bassa	Cavedon
PNAB_26	S. Valentino – Adamello	F	Valletta Bassa	Cavedon
PNAB_27	S. Valentino – Adamello	F	Valletta Bassa	Cavedon

Tabella 6.1 Codice identificativo di ogni campione e relativi dati.

6.3 Analisi dei dati e marcatori utilizzati

I campioni complessivamente raccolti sono stati 27 e per venticinque di questi l'estrazione di DNA è stata effettuata una volta mentre per due campioni si sono rese necessarie 2 estrazioni. Ogni campione estratto è stato genotipizzato a 30 microsatelliti riportati nella tabella 6.2. Le condizioni di amplificazione e la composizione delle multiplex è descritta in Willisch et al. (2012). A causa della bassa qualità del DNA estratto da campioni fecali la genotipizzazione è stata ripetuta tre volte. Una volta ottenuti i risultati delle diverse letture i genotipi di consenso sono stati costruiti con il software GIMLET (Valiere 2002); quando almeno due delle tre repliche prodotte presentavano risultati coerenti il genotipo era assegnato, in caso contrario il campione era classificato come genotipo mancante per un dato locus. L'analisi di probabilità di identità e l'analisi di corrispondenza dei genotipi multilocus sono state realizzate utilizzando il software Genalex (Peakall e Smouse 2006 Peakall e Smouse 2012). L'analisi di popolazione è stata condotta confrontando la popolazione Adamello Brenta con altri gruppi di stambecchi del territorio alpino: la popolazione italiana del Gran Paradiso e sette popolazioni di stambecchi selezionati dalla Svizzera. Le popolazioni svizzere, nel loro complesso, rappresentano gruppi genetici diversi e la loro diversità genetica varia da bassa a alta. Nell'analisi di confronto con le popolazioni dell'arco alpino sono stati esclusi sei microsatelliti risultati in altri studi sotto selezione a causa della vicinanza a loci noti per essere sotto pressione selettiva (Von Hardenberg et al. 2007 Biebach e Keller 2009), tanto da risultare non in equilibrio di Hardy-Weinberg (HWE) in molte delle popolazioni svizzere. L'analisi è stata quindi condotta utilizzando i restanti 24 microsatelliti stimando l'equilibrio di HW per ciascun locus, confrontando a coppie le popolazioni per la differenziazione genetica (parametro F_{st}) utilizzando il software ARLEQUIN (Excoffier et al. 2005). La soglia di significatività (P) per l'equilibrio di HW è stata corretta con il metodo di

Holm per confronti multipli (Holm 1979). Sono state inoltre calcolate due misure di variabilità con il software FSTAT (Goudet 2001): eterozigosi attesa (H_e) e numero standardizzato di alleli (SNA). Per il numero di alleli standardizzato è stato utilizzato il metodo della rarefazione per standardizzare la diversa dimensione dei campioni per popolazione (Petit et al. 1998).

Marcatore	Chr	Species	Primer Forward Primer reverse
OarVH34	3	Sheep	CGCAGTATTTAGTCCTTTTAATAATGGC TCGTAAGAGTGGACACAACCTGAGCG
BM302	14	Cow	GAATTCATCACTCTCTCAGC GTTCTCCATTGAACCAACTCA
McM152	13	Sheep	CCTAGAAGCCTGGCTAAAATGTG GAACTCTCATAGTTTCCCACTCC
MAF209	17	Sheep	TCATGCACTTAAGTATGTAGGATGCTG GATCACAAAAGTTGGATACAACCGTGG
TGLA126	20	Cattle	TTGGTCTCTATTCTCTGAATATTCC CTAATTTAGAATGAGAGAGGCTTCT
SR-CRSP23		Caprine	
JMP29	24	Sheep	GTATACACGTGGACACCGCTTTGTAC GAAGTGGCAAGATTCAGAGGGGAAG
OarFCB20	2	Sheep	AAATGTGTTTAAGATTCCATACAGTG GGAAAACCCCATATATACCTATAC
McM73	4	Sheep	CTCTTCATTCTGCAAAAGTTTGTAC GCTTGTGAGATGAACAATAAGTCATAGG
MAF36	26	Cattle	CATATACCTGGGAGGAATGCATTACG TTGCAAAAGTTGGACACAATTGAGC
SR-CRSP25		Caprine	
BM4505	26	Cattle	TTATCTTGGCTTCTGGGTGC ATCTTCACTTGGGATGCAGG
OarFCB48	17	Sheep	GACTCTAGAGGATCGCAAAGAACCAG GAGTTAGTACAAGGATGACAAGAGGCAC
BM415	6	Cattle-Sheep	GCTACAGCCCTTCTGGTTTG GAGCTAATCACCAACAGCAAG
MILSTS076	9	Cattle	TGGCAGGCAGGTTCTTTAGC TTCAGATTCACTCAGACAGC
ILSTS29	1	Sheep	TGTTTTGATGGAACACAGCC TGGATTTAGACCAGGGTTGG
OarFCB193	11	Sheep	TTCATCTCAGACTGGGATTCAGAAAGGC GCTTGGAAATAACCCTCCTGCATCCC
CSSM47	8	Cattle	TCTCTGTCTCTATCACTATATGGC CTGGGCACCTGAAACTATCATCAT
OarHH35	4	Sheep	AATTGCATTCAGTATCTTTAACATCTGGC ATGAAAATATAAAGAGAATGAACCACACGG
MAF70	4	Cattle	CACGGAGTCACAAAGAGTCAGACC GCAGGACTCTACGGGGCCTTTGC
OarAE54	25	Sheep	TACTAAAGAAACATGCTCCCAC AGAAACATTTATTCTTATCCTCAGTG
INRABERN175	26	Cattle	TGATGAGGATGGATGCTAAACT CTGCAAATAAGAAAACCTGAATAAA
TGLA10	8	Cattle	CTAAATTTATCCCACTGTGGCTCTT CAATCTGCAGTAGCATAATCCTTG
URB058	13	Cattle	GTAAGGCTCTTTGAGGGTTAGG GCTTAGAAGTTTCTGTGCTGTC

Tabella. 6.2 Microsatelliti utilizzati per la genotipizzazione dei campioni

7.RISULTATI E DISCUSSIONE

7.1. Risultati delle analisi di campioni biologici

Otto campioni (PNAB_01, PNAB_06, PNAB_08, PNAB_15, PNAB_20, PNAB_22, PNAB_26, PNAB_27), sui 27 totali, presentavano alleli che non sono mai stati rilevati nelle popolazioni di stambecco; complessivamente 22 dei 30 microsatelliti impiegati presentavano alleli non riconducibili a stambecco e per gli altri 8 il genotipo era mancante. È quindi ipotizzabile che tali campioni non appartengano a stambecchi, ma ad una specie affine. Ad un primo riscontro sembrano non essere di caprini, perché gli alleli non corrispondono con alleli che sono stati trovati per la specie caprina; in ogni caso questi otto campioni sono stati esclusi da ulteriori analisi. È stato inoltre escluso il campione PNAB21 dato che ha presentato molti genotipi mancanti. Due campioni (PNAB_12 e PNAB_13) hanno presentato lo stesso genotipo ai 30 microsatelliti e altri due campioni (PNAB_05 e PNAB_14) hanno presentato lo stesso genotipo in 29 dei 30 microsatelliti. Sulla base della probabilità di identità di due fratelli il numero atteso di individui con lo stesso genotipo multilocus è solo 0,001 per la popolazione Adamello Brenta. Si può quindi ragionevolmente presumere che i due individui siano stati campionati due volte e sono stati quindi esclusi i campioni PNAB_13 e PNAB_14 da ulteriori analisi. In definitiva sono stati sedici i campioni rimasti per le analisi genetiche.

I microsatelliti analizzati, una volta effettuata la correzione per i confronti multipli, erano tutti in equilibrio di Hardy-Weinberg per la popolazione Adamello Brenta. Il dato indica quindi l'assenza di sottostrutture di popolazione (Tabella 7.1).

Microsatellite	Eterozigosi osservata	Eterozigosi attesa	P dopo correzione Holm
BM302	0,4	0,41579	1
OarVH3			NA
McM152	0,625	0,62702	1
MAF209			NA
TGLA12	0,4375	0,61492	1
SR-CRS	0,0625	0,0625	1
JMP29	0,5	0,46169	1
OarFCB	0,125	0,22581	1
McM173	0,66667	0,56322	1
MAF36	0,125	0,12097	1
SR-CRS	0,6875	0,6129	1
BM4505	0,5	0,48387	1
OarFCB	0,125	0,12097	1
BM415	0,5625	0,46573	1
MILSTS	0,5625	0,58669	1
ILSTS2	0,25	0,22581	1
OarFCB	0,6875	0,69758	1
CSSM47	0,375	0,48589	1
OARHH3	0,64286	0,59259	1
MAF70	0,125	0,12097	1
OarAE5	0,25	0,41129	0,64
INRABE	0,1875	0,1754	1
TGLA10	0,66667	0,6046	1
URB058	0,125	0,22581	1

Tabella 7.1 Eterozigosi attesa ed osservata per ogni microsatellite utilizzato

L'eterozigosi attesa è risultata pari a 0,37 per la popolazione Adamello Brenta (tabella 7.1). Questo valore può considerarsi basso, anche comparandolo ad altre popolazioni di stambecco; solo la popolazione svizzera di Oberbauenstock presenta un valore più basso. Peraltro questa popolazione è piuttosto piccola ed ha vissuto quattro colli di bottiglia in serie presentando il più basso valore di eterozigosi attesa di tutte le popolazioni svizzere analizzate (Biebach e Keller 2009).

La popolazione dell'Adamello Brenta ha un numero standardizzato di alleli pari a 2,4. Questo valore si colloca a metà del range di altre popolazioni stambecchi analizzati.

Popolazione	N	Na (Numero alleli)	AR (Ricchezza allelica)	He (Eterozigosi attesa)
Albris	61	2,5	2,3	0,41
Aletsch	36	2,9	2,5	0,47
Br Rothorn	39	2,6	2,4	0,48
Gran Paradiso	55	2,9	2,6	0,46
Oberbauenstock	30	2,2	2,0	0,35
Pleureur	29	2,7	2,3	0,41
Schwarzmonch	32	2,7	2,5	0,48
Wetterhorn	19	2,3	2,2	0,41
Adamello Brenta	17	2,6	2,4	0,37

Tabella 7.2 Numero alleli e eterozigosi attesa per alcune popolazioni di Stambecco presenti nell'Arco Alpino

Tutti i confronti a coppie dell'indice Fst tra le popolazioni analizzate erano significativi (tabella 7.3). I valori di Fst oscillano tra 0,03 (tra le due popolazioni svizzere Aletsch e Schwartzmonch) e 0,20 (tra la Adamello Brenta e le popolazioni svizzere Oberbauenstock e Wetterhorn).

Confronto	Albris	Aletsch	Br Rothorn	Gran Paradiso	Oberbauenstock	Pleureur	Schwarzmonch	Wetterhorn	Adamello Brenta
Fst									
Albris	0,00								
Aletsch	0,09	0,00							
Br Rothorn	0,11	0,07	0,00						
Gran Paradiso	0,09	0,05	0,12	0,00					
Oberbauenstock	0,07	0,15	0,18	0,14	0,00				
Pleureur	0,15	0,06	0,16	0,09	0,19	0,00			
Schwarzmonch	0,08	0,03	0,07	0,06	0,14	0,08	0,00		
Wetterhorn	0,14	0,07	0,12	0,11	0,17	0,13	0,08	0,00	
Adamello Brenta	0,12	0,11	0,18	0,08	0,20	0,14	0,14	0,20	0,00

Tabella 7.3 Confronto a coppie dell'indice Fst

Le due popolazioni svizzere che hanno mostrato la più elevata differenziazione dalla popolazione Adamello Brenta (tabella 7.3) hanno subito una forte deriva genetica dovuta sia al fatto che la loro creazione è venuta a seguito di colli di bottiglia in serie sia alla ridotta dimensione delle popolazioni. Come atteso dalla storia della reintroduzione dello stambecco nel

comprensorio Adamello Brenta la popolazione ha una bassa differenziazione genetica rispetto a molte popolazioni dell'Arco Alpino.

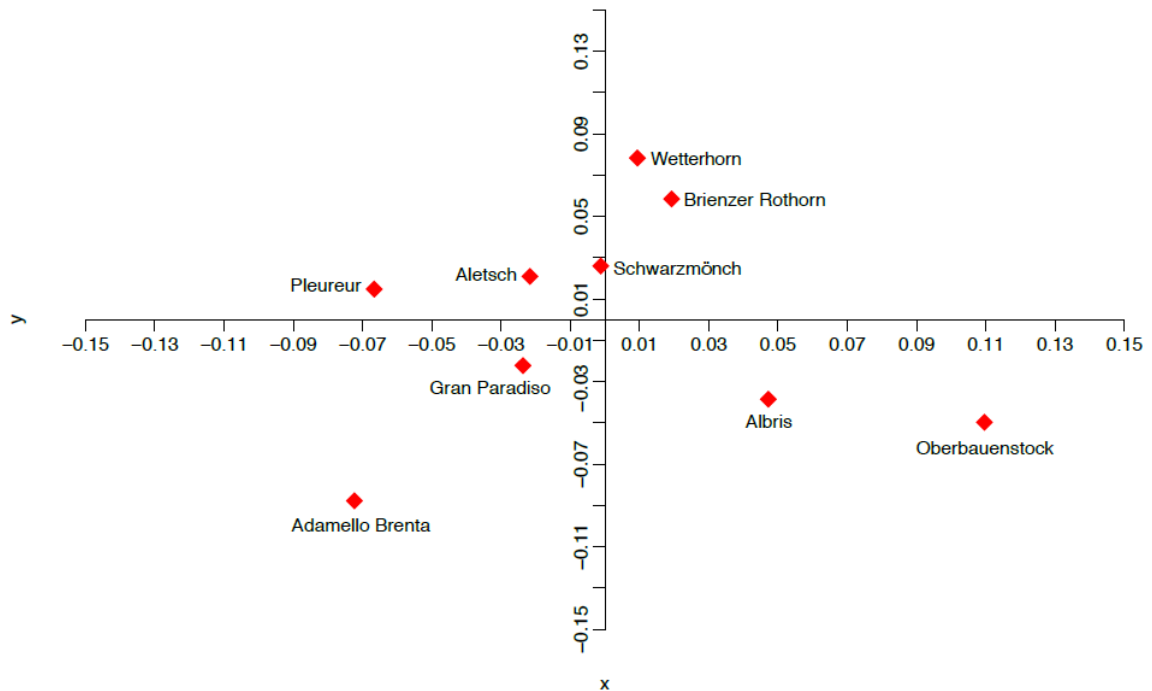


Figura 7.4 – Plot multidimensionale dell'indice F_{st} tra le nove popolazioni analizzate

La struttura genetica è influenzata inoltre dalla distribuzione spaziale delle colonie che la compongono e quindi dalla possibilità che i soggetti hanno di avere degli scambi genici tra le diverse colonie. Le grosse difficoltà che gli esemplari trovano nel muoversi, soprattutto nel periodo riproduttivo, verso altri branchi per l'accoppiamento potrebbero essere una delle cause di peggioramento di questa situazione, situazione evidenziata dal fatto che ogni anno in primavera vengono ritrovati, nei canali dove si accumula la neve invernale, carcasse di stambecchi che presumibilmente hanno trovato la morte travolti dalle slavine nel momento in cui stavano attraversando i costoni innevati alla ricerca di nuovi territori da colonizzare e di femmine per l'accoppiamento. Tuttavia l'Ente Parco, nel corso degli anni, ha effettuato operazioni di monitoraggio utilizzando la tecnica del radiotracking, seguendo

gli spostamenti di alcuni animali provvisti di radiocollare con trasmettitore GPS. Tali lavori hanno evidenziato che gli animali delle due neocolonie sono spesso in contatto tra loro ma anche con le limitrofe colonie del versante lombardo dell'Adamello e in modo più sporadico verso nord con le popolazioni presenti nel Parco Nazionale dello Stelvio. Tali spostamenti da parte di alcuni soggetti, si presume, abbiano in passato contribuito ad un ricambio genetico avvenuto in maniera naturale, ma se questi scambi genici non sono avvenuti la fitness della specie andrebbe a peggiorare ulteriormente, portando a dover programmare nuove operazioni per la conservazione della specie. L'opzione più plausibile per migliorare tale condizione è data da operazioni di *restocking* da effettuare in una o in entrambe le colonie del Parco; ciò potrebbe essere messo in pratica con la cattura e la successiva liberazione di alcuni, anche solamente due, esemplari provenienti da popolazioni già sottoposte ad analisi genetiche ed il cui corredo genetico sia il più diverso possibile della colonia di destinazione.

8. CONCLUSIONI

Il presente studio ha messo inizialmente in risalto le difficoltà tecniche che si possono incontrare effettuando operazioni di campionamento di animali selvatici a quote molto elevate. Difatti su un totale di 27 campioni raccolti ben 8 sono stati, per motivi differenti, scartati in fase di analisi e successiva elaborazione dei risultati.

Passando poi ai risultati dell'analisi genetica si è osservato come la popolazione di stambecco dell'Adamello Brenta presenti un livello di variabilità genetica piuttosto ridotto. Questa ridotta variabilità può essere un segnale di una ridotta fitness della popolazione e sarebbe quindi opportuno monitorare la situazione genetica nel corso degli anni a venire per capire se si tratti di un fenomeno in aumento o se i livelli di variabilità sono stabili pur se ridotti.

Qualora si constatasse un peggioramento della situazione dovrebbe pensare ad interventi di *restocking* di nuovi soggetti nei territori del Parco, da effettuare con soggetti provenienti da popolazioni il più lontano possibile a livello genetico.

BIBLIOGRAFIA

- Aescherbacher A., 1978** – Das Brunftverhalten des Alpensteinwildes. Rentsch Verlag, Zurich.
- Biebach, I., and L. F. Keller. 2009.** A strong genetic footprint of the re-introduction history of Alpine ibex (*Capra ibex ibex*). *Molecular Ecology* 18:5046-5058.
- Couturier M., 1962** – Le Bouquetin des Alpes. Grenoble, Arthaud.
- Durio P., Perosino G.C., Scarpinato T., 1982** - Aspetti di ecologia animale. Indagini e rilievi sull'alimentazione in periodo invernale dello Stambecco e del Camoscio nel Parco Nazionale del Gran Paradiso. *Riv. Piemontese St. Nat.*, pp. 15-39.
- Excoffier, L., G. Laval, and S. Schneider. 2005.** Arlequin ver. 3.0: An integrated software package for population genetics data analysis. *Evolutionary Bioinformatics Online* 1:47-50.
- Giacometti, 2002.**
- Giacometti *et al.*, 2003.**
- Goudet, J. 2001.** Version 2.9.3. Available from <http://www.unil.ch/izea/software/fstat.html>
- Hofmann R., 1989** - Una ricerca particolare sui ruminanti tra ecologia ed economia. *Terra biodinamica* 35.
- Hofmann R., Nievergelt B., 1972** – Das jahreszeitliche Verteilungsmuster und der Asunsdruck von Alpensteinbock, Gemse, Rothirsch und Reh in einem begrenzten Gebiet im Oberengadin. *Zeitsch. Fur Jagdwiss.* pp.185-212.
- Holm, S. 1979.** A simple sequentially rejective multiple test procedure. *Scandinavian Journal of Statistics* 6:65-70.
- Ladini F., 1989** - Il Capriolo. Ed. Ghedina e Tassotti

- Mustoni A., Pedrotti L., Zanon E., Tosi G. 2002** - Ungulati delle Alpi: Biologia – Riconoscimento - Gestione. Nitida Immagine Editrice. Cles. pp. 538.
- Nievergelt B., 1966** – Der Alpensteinbock (*Capra ibex* L.) in seinem Lebensraum. Paul Parey, Hamburg und Berlin
- Nievergelt B., 1967** – Die Zusammensetzung der Gruppen beim Alpensteinbock. Z. Säugetierkunde. pp. 129-144.
- Peakall, R., and P. E. Smouse. 2006.** GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. Molecular Ecology Notes 6:288-295.
- Peakall, R., and P. E. Smouse. 2012.** GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research-an update. Bioinformatics 28:2537-2539.
- Pedrotti e Lovari, 1999.** *Capra ibex* L., 1758. In: The Atlas of European Mammals (Mitchell-Jones A.J., Amori G., Bogdanovicz W., Krystufek B., Reijnder P.J.H., Spitzenberg F., Stubbe M., Thissen J.B.M., Yohvalik V. & J. Zima Eds.). Academic Press: 412-413.
- Perco F., 1987** - Ungulati. Ed. Lorenzini, Udine.
- Petit, R. J., A. El Mousadik, and O. Pons. 1998.** Identifying populations for conservation on the basis of genetic markers. Conservation Biology 12:844-855.
- Randi et al., 1990**
- Shank C.C., 1972** – Some aspects of social behaviour in a population of feral goats (*Capra hircus* L.). Z. Tierpsychol. pp. 488-528.
- Stüwe M., Grondinsky, 1987** - Reproductive biology of captive alpine ibex (*Capra ibex ibex*) 331-339 Zoo Biology.

- Stüwe M., Scribner, 1989** - Low genetic variability in reintroduced alpine ibex *Capra ibex ibex* populations. *J. Mamm.* 70(2): 370-373
- Ten Houte De Lange S.M., 1978** - *Zur Futterwahl des Alpensteinbockes (Capra ibex L.)*. *Zeitsch. für Jagdwiss.* pp.113-138.
- Tosi G., Pedrotti L., Mustoni A., Carlini E., 2012** - Lo stambecco in Lombardia e sull'Arco Alpino. Istituto Oikos, 250 pp.
- Valiere, N. 2002.** GIMLET: a computer program for analysing genetic individual identification data. *Molecular Ecology Notes* 2:377-379.
- Von Elsner Schack I., 1982** - Zur Wiedereinbürgerung des Steinbocks in den gesamten Alpen. Bericht über die Tagung der Hegegemeinschaft Röthelstein-Hochlandsch. pp.9-20.
- Von Hardenberg, A., B. Bassano, M. Festa-Bianchet, G. Luikart, P. Lanfranchi, and D. Coltman. 2007.** Age-dependent genetic effects on a secondary sexual trait in male Alpine ibex, *Capra ibex*. *Molecular Ecology* 16:1969-1980.
- Walther F., 1961** – Mating behaviour of the *ibex*. In *Mating behaviour of certain horned animals*. ED. Cancelli, Zoo Yearbook 3.
- Wiersema G., 1983** - Ibex habitat analysis using Landsat imagery. *ITC Journale*. pp.139-147.
- Willisch, C. S., I. Biebach, U. Koller, T. Bucher, N. Marreros, M.-P. Ryser-Degiorgis, L. F. Keller, and P. Neuhaus. 2012.** Male reproductive pattern in a polygynous ungulate with a slow life-history: the role of age, social status and alternative mating tactics. *Evolutionary Ecology* 26:187-206.

SITI CONSULTATI

<http://www.pngp.it/visita-il-parco/storia>

<http://www.parcogranparadiso.it/index.html>

<http://www.pnab.it/natura-e-territorio/territorio/valli/val-di-san-valentino.html>

<http://www.pnab.it/natura-e-territorio/territorio/valli/val-genova.html>

<http://www.pnab.it/natura-e-territorio/stambecco/restocking.html>

RINGRAZIAMENTI

Le pagine di questa tesi le dedico ai miei genitori che hanno sempre creduto in me supportandomi e sopportandomi durante questi tre anni, ai miei nonni che ad ogni esame superato si facevano scappare la lacrimuccia dall'emozione. Al Professore Riccardo Bozzi che mi ha seguito in maniera attiva nella stesura della tesi. Ai miei amici tutti, che mi hanno sempre detto che ciò che stavo studiando era una cosa fantastica, era il mio mondo e che non avrei mai dovuto mollare! Ma come avrei potuto mollare quest'avventura?? E voi due?? I migliori compagni di studio e di merende Giovanni e Francesco, ne abbiamo combinate tante ma sin dal primo anno siamo stati una squadra fortissima e vi ringrazio per le grasse risate che con la vostra parlata toscana mi avete fatto fare!! Ai ragazzi dell'ufficio fauna del Parco Naturale Adamello Brenta, con il loro mentore Andrea Mustoni, sempre pronti a mettersi in gioco, aiutare insegnare e anche ridere in compagnia. Come durante quelle super cene fatte in foresteria con il guardaparco Michele, Marco dell'ufficio fauna e poi Enrico e Marta con i quali ho condiviso l'appartamento durante il mese e mezzo di tirocinio.

Una grazie veramente di cuore a tutti coloro che mi sono stati vicino in questi tre anni.