

UNIVERSITÁ DEGLI STUDI DI MILANO

Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

Corso di Laurea in Scienze Naturali



**ATTIVITÁ DI CATTURA E MARCATURA DELLA POPOLAZIONE DI
CERVO (*Cervus elaphus L.*) DEL PARCO NAZIONALE DELLO
STELVIO PER LA STIMA DELLA CONSISTENZA E LA
VALUTAZIONE DEI MOVIMENTI DI DISPERSIONE E MIGRAZIONE**

Relatore : Prof.ssa Fiorenza DE BERNARDI
Correlatori: Dott. Luca PEDROTTI
Dott. Alessandro GUGIATTI

Tesi di Laurea di:
Jessica FRANCESCHINA
Matr. Nr. 593634

Anno accademico 2007/2008

Ai miei genitori,

a Massimo,

a Jonathan e Gianna.

INDICE

RIASSUNTO.....	1
1. INTRODUZIONE.....	4
2. IL CERVO NEL PARCO NAZIONALE DELLO STELVIO.....	8
3. AREA DI STUDIO.....	21
3.1 Il Parco Nazionale dello Stelvio.....	21
3.2 Caratterizzazione dell'area di studio.....	23
3.3 Aspetti geologici.....	25
3.4 Inquadramento vegetazionale faunistico.....	26
4. MATERIALI E METODI.....	31
4.1 Attività di cattura a fini di marcaggio.....	31
4.1.1 Recinti di cattura (trappole autoscattanti).....	33
4.1.2 Catture in <i>free-ranging</i>	39
4.1.3 Materiali.....	41
4.2 Metodi di conteggio.....	43
4.2.1 Valutazione quantitative della popolazione di cervo del PNS tramite censimenti primaverili applicati al <i>mark-resight</i> (<i>MR</i>).....	46
4.3 Valutazione della struttura di popolazione e dei parametri demografici..	54
4.4 Analisi degli spostamenti stagionali e valutazione dei confini e dimensioni delle unità utilizzate a fini gestionali	57

5. RISULTATI.....	59
5.1 Attività di cattura a fini di marcaggio.....	59
5.1.1 Caratterizzazione dei cervi catturati.....	60
5.1.2 Sforzo ed efficienza di cattura.....	64
5.1.3 Narcotici utilizzati e attività di manipolazione.....	70
5.2 Valutazione quantitative della popolazione di cervo del PNS tramite censimenti primaverili applicati al <i>mark-resight (MR)</i>	74
5.3 Valutazione della struttura di popolazione e dei parametri demografici..	78
5.4 Analisi degli spostamenti stagionali e valutazione dei confini e dimensioni delle unità utilizzate a fini gestionali	81
6. DISCUSSIONE E CONCLUSIONE.....	89
7. ALLEGATI.....	100
8. BIBLIOGRAFIA.....	105

RIASSUNTO

Con una popolazione primaverile che negli ultimi anni oscilla attorno ai 3.600 individui, il cervo del settore lombardo del Parco Nazionale dello Stelvio e delle aree limitrofe rappresenta una delle realtà faunistiche più importanti - e a volte ingombranti - di tutto l'arco alpino, e un patrimonio da conservare e gestire con oculatezza. La valutazione della consistenza delle popolazioni e della loro dinamica temporale rappresenta la base di un corretto monitoraggio.

Nel caso del cervo, un censimento totale realmente esaustivo risulta raramente possibile e, di norma, la popolazione censita viene sottostimata (Mayle *et al.*, 1999). L'efficienza delle stime di consistenza effettuate con differenti metodi è valutata attraverso l'utilizzo di alcuni "indici" quali l'accuratezza e la precisione. L'accuratezza indica quanto una stima si avvicina al valore reale di consistenza. La precisione si riferisce alla variabilità di una serie di stime ripetute. Il metodo di conteggio ottimale dovrebbe fornire risultati il più accurati e precisi possibile, essere di semplice realizzazione, richiedere un numero non eccessivo di rilevatori ed essere replicabile negli anni in condizioni paragonabili.

La presente tesi si pone l'obiettivo di una valutazione critica delle stime quantitative e dei parametri di struttura della popolazione di cervo, presente all'interno dell'area di studio ubicata nella Stazione Forestale di Valfurva nel Settore lombardo del Parco Nazionale dello Stelvio. La scelta dell'area nasce ed è motivata dal fatto che essa presenta tutti gli elementi utili al cervo per il proprio normale ciclo annuale e, inoltre, ospita una popolazione di cervo che ha attualmente raggiunto densità molto elevate (superiori ai 13 individui per kmq), tra le più alte riscontrate su tutto l'arco Alpino.

La scarsa contattabilità che caratterizza il cervo, sommata alla vastità dell'area da indagare, hanno orientato la scelta del metodo di stima quantitativa da applicare a titolo sperimentale, verso l'utilizzo di tecniche di *mark-resight* (MR), applicate ai censimenti primaverili notturni con faro, impiegati dal Parco quale metodo standard di rilievo delle consistenze (White, 1996). → MR Ulow

Le stime mediante MR si sono basate su 6 sessioni di avvistamento sull'intera area di studio, temporalmente ravvicinate, durante la fase primaverile del 2008,

in occasione e a supporto dei censimenti notturni standardizzati. Al fine di poter applicare le tecniche del MR, nella prima fase invernale del lavoro sono stati catturati 21 cervi mediante trappole autoscattanti. I soggetti catturati sono stati marcati con contrassegni auricolari e collari colorati dotati di catarifrangenti, in modo da essere facilmente avvistabili durante i censimenti notturni.

La stima di consistenza conseguita è stata confrontata con quanto ottenuto mediante una tecnica di conteggio indipendente (*pellet group count distance sampling* - PGC DS in aree campione; Buckland *et al.*, 1993), al fine di effettuare una valutazione critica di accuratezza e precisione e disporre di stime consistenti di confronto per valutare i risultati ottenuti con il tradizionale metodo dei censimenti primaverili notturni e quantificarne il tasso di sottostima.

Le stime ottenute con metodi tra loro indipendenti risultano simili (valore medio di 1.521 cervi - IC 1.158-2.007 - stimati presenti in Valfurva in base al PGC DS e valore medio di 1.505 cervi - IC 1.149-1.971 in base al MR) e fanno propendere per una buona accuratezza di entrambi i metodi. Con entrambi i metodi è stata inoltre ottenuta una precisione simile, con CV compresi tra il 10% e il 15% del valore medio della stima.

Al fine di quantificare lo sforzo necessario ad ottenere un numero di cervi marcati, sufficienti al raggiungimento dell'applicazione del *mark-resight*, è stata effettuata l'analisi dell'efficienza e dello sforzo di cattura (giornate e personale impiegato nelle attività). Le trappole sono state innescate per un totale di 144 giorni utili alle catture, di cui 98 nell'inverno 2008 (dal 9 gennaio al 16 aprile) e 46 nell'inverno 2009 (dal 9 gennaio al 24 febbraio). L'efficienza di cattura è risultata pari a 0,24 cervi catturati per notte-trappola [cervi catturati/(totale giorni utili di cattura per media delle trappole disponibili)], e pari a 0,15 cervi catturati per notte-trappola, se si tiene conto dei soli individui marcati. Tale dato può essere considerato quale migliore stima disponibile dell'efficienza media di cattura e utilizzato per valutare lo sforzo necessario al raggiungimento degli obiettivi.

Al fine di valutare alcuni dei principali indici demografici della popolazione, durante il periodo estivo sono stati effettuati transetti, standardizzati ed omogeneamente distribuiti nell'area di studio. In base al campione di cervi osservati lungo i transetti, è stato possibile definire il rapporto tra i sessi presente nella popolazione, la produttività della stessa (in base al rapporto tra numero di

piccoli e di femmine osservati) e della struttura per età della componente maschile della popolazione stessa. I risultati conseguiti non sembrano essere in linea con quanto atteso in una popolazione caratterizzata da alta densità. Le discrepanze osservate possono essere messe in relazione con le difficoltà di riconoscimento delle classi di sesso e di età in una popolazione caratterizzata da condizioni corporee scarse e ritardo nello sviluppo dei palchi nei maschi.

Nella parte più settentrionale del Parco, in cui ancora scarse sono le conoscenze relative al comportamento spaziale del cervo ed alle rotte migratorie tradizionali utilizzate per gli spostamenti tra quartieri di svernamento e di estivazione, si sono operate specifiche campagne di cattura e radio-marcaggio mediante collari GPS. Le indicazioni preliminari, che è possibile trarre dalle prime analisi degli spostamenti dei soggetti radiomarcati, forniscono comunque suggerimenti quantitativi sull'occupazione dello spazio e sulla separazione dei diversi quartieri stagionali utilizzati dai soggetti radiomarcati, posti anche fra aree interne ed esterne al Parco.

1. INTRODUZIONE

Il cervo é l'ungulato piú numeroso e diffuso nel Parco Nazionale dello Stelvio. La consistenza delle popolazioni nell'area protetta e nei territori limitrofi si aggira attorno ai 9.900 capi, con densità locali tra le piú alte conosciute in ambito alpino.

A partire dal dopoguerra il cervo ha innescato una fase di notevole espansione e crescita numerica e si é nuovamente e rapidamente diffuso sulle Alpi italiane proprio a partire dal territorio del Parco. La conseguente crescita delle popolazioni é stata accompagnata dall'instaurarsi di nuove problematiche. In alcune aree la specie incide sullo sviluppo degli ecosistemi forestali, provocando danni di notevole impatto alla rinnovazione e alle colture agrarie. In particolare in alcuni settori il problema dei danni ha assunto un notevole peso sociale ed economico, contribuendo ad acuire i conflitti da sempre presenti a livello locale nell'area protetta.

Il perdurare di tali situazioni di conflitto ha reso opportuno l'avvio di un programma di gestione per il cervo, i cui principali obiettivi sono il contenimento della crescita delle popolazioni e il miglioramento delle condizioni ambientali per la specie, al fine di ricercare un equilibrio virtuoso tra gli interessi antropici di carattere economico e le necessità di conservazione delle risorse naturali e, nello specifico, delle popolazioni di cervo.

Il programma di gestione proposto dall'Amministrazione del Parco Nazionale dello Stelvio prevede una fase di approfondimento delle conoscenze su consistenze, dinamica e demografia delle popolazioni, sul loro stato sanitario, sulla condizione e costituzione e sul comportamento spaziale. Nello specifico é stato avviato un progetto radiotelemetrico e di marcaggio mediante contrassegni auricolari e collari colorati per la valutazione delle capacità di spostamento e dispersione del cervo sul territorio del Parco.

Nel presente elaborato sono illustrati alcuni degli argomenti la cui approfondita conoscenza si ritiene fondamentale per la definizione di opportune linee strategiche gestionali delle popolazioni di cervo che occupano il settore lombardo

del Parco e le sue aree limitrofe. In tale area, attualmente si stima la presenza di una popolazione primaverile di cervo che negli ultimi anni oscilla intorno ai 3.600 individui e che, nella parte valtellinese dell'area protetta oggetto del presente studio, raggiunge densità estive superiori ai 13 capi per kmq.

Uno degli aspetti prioritari della ricerca ha voluto approfondire la tematica di una corretta valutazione quantitativa della consistenza delle popolazioni e della loro evoluzione numerica che rappresentano la base informativa minima di un corretto monitoraggio necessario ad una scrupolosa conservazione e ad una oculata gestione delle popolazioni stesse.

La popolazione del settore lombardo del Parco viene regolarmente censita dal 1998 secondo il metodo standardizzato dei conteggi primaverili notturni con faro. Tale metodo permette di ottenere una importante misurazione relativa del *trend* di evoluzione della popolazione, ma è comunque affetta da una notevole sottostima che può variare, secondo quanto noto in letteratura, dal 30% al 60%. Per riuscire a meglio valutare l'entità di tale sottostima, è necessario disporre di informazioni affidabili sulla consistenza effettiva della popolazione.

A tal fine, nel settore trentino è stata avviata l'applicazione sperimentale di differenti metodologie, tra loro indipendenti, per la stima della consistenza assoluta della popolazione di cervo. In particolare, mediante modelli di stima basati sulla tecnica del *mark-resight* (White, 1996), applicata durante i censimenti primaverili notturni con il faro e grazie alla disponibilità di soggetti radiomarcati, è stata valutata, tra il 2004 e il 2007, una sottostima variabile tra il 28% e il 38%, a seconda dell'anno considerato.

A partire dal 2008, a seguito dell'avvio del programma di conservazione e gestione delle popolazioni di cervo del settore lombardo del Parco, si è deciso di avviare una analoga sperimentazione della stima delle consistenze.

L'obiettivo generale del progetto di tesi è stato quindi la definizione delle consistenze e delle caratteristiche demografiche della popolazione di cervo, durante la fase primaverile e quella estiva, nel Settore lombardo del Parco Nazionale dello Stelvio.

Il *Mark-resight* è un metodo di stima della densità e della consistenza di popolazioni di fauna selvatica. Esso si basa sulla disponibilità di soggetti marcati

e riconoscibili individualmente, sull'assunto che essi siano omogeneamente distribuiti nella popolazione di cui si vuole ottenere la stima di consistenza e sull'ipotesi che la loro probabilità di avvistamento sia costante e uguale a quella dei soggetti non marcati. Il metodo si fonda sull'idea chiave che la proporzione di soggetti marcati osservati, rispetto al totale dei soggetti marcati, sia uguale alla proporzione di soggetti totali osservati, rispetto al totale dei presenti (di cui si vuole ottenere la stima). La stima di consistenza e il relativo intervallo di confidenza vengono ottenuti mediante uno stimatore di massima verosimiglianza e attraverso la realizzazione di più nottate-sessioni di osservazione in cui vengono conteggiati i cervi e vengono riconosciuti i soggetti marcati.

Per questo è necessario catturare una parte rappresentativa della popolazione da censire, marcarla e valutare la probabilità di riavvistamento durante le sessioni di censimento. Il rapporto tra gli animali marcati disponibili e osservati e quelli non marcati contati, permette di ottenere una stima della popolazione presente (Otis *et al.*, 1978; White *et al.*, 2001).

Lo studio realizzato ha permesso di quantificare la sottostima del metodo di conteggio utilizzato routinariamente, di norma connessa a questo tipo di censimento (che quantifica il numero minimo certo di animali presenti - MNA), e di ottenere una stima di consistenza delle popolazioni relativamente affidabile e da utilizzare come confronto con stime analoghe ottenute con metodi differenti e totalmente indipendenti.

A questo scopo le catture per il marcaggio dei cervi sono state effettuate mediante l'utilizzo di trappole autoscattanti a corral. La necessità di ottenere un congruo numero di animali marcati ha reso necessario mettere in campo un notevole sforzo in termini di tempo e di persone impegnate nelle operazioni ed ha permesso, inoltre, di analizzare in modo critico lo sforzo di cattura richiesto e di raffrontare l'impegno necessario nella presente area di studio con altre in cui è stata applicata una simile tecnica.

Durante il periodo estivo sono stati effettuati, ad intervalli temporali regolari, transetti standardizzati ed omogeneamente distribuiti nell'area di studio al fine di valutare alcuni dei principali indici demografici della popolazione. I transetti sono

stati percorsi all'alba ed al tramonto, periodi di massima contattabilità della popolazione, per individuare ed osservare, mediante idonea strumentazione ottica, i soggetti presenti nell'area e determinarne le classi di sesso ed età. Finalità del lavoro è stata la definizione del rapporto tra i sessi presente nella popolazione, della produttività della stessa (in base al rapporto tra numero di piccoli e di femmine osservati) e della struttura per età della componente maschile della popolazione stessa.

Nella parte più settentrionale del Parco, in cui ancora scarse sono le conoscenze relative al comportamento spaziale del cervo ed alle rotte migratorie tradizionali utilizzate per spostarsi tra le aree di svernamento e quelle di estivazione, si è operato una specifica campagna cattura e marcaggio mediante collari GPS per individuare, nel dettaglio, i corridoi di migrazione. I risultati che scaturiscono dalle prime analisi degli spostamenti dei soggetti radiomarcati, seppure preliminari, forniscono comunque precise indicazioni sull'occupazione dello spazio e sulla separazione dei diversi quartieri stagionali utilizzati dai soggetti radiomarcati, posti anche fra aree interne ed esterne al Parco.

Nel raggiungimento di questo obiettivo si è utilizzata una tecnica di cattura diversa dalla precedente, definita "cattura in *free ranging*". I dati raccolti hanno permesso di quantificarne lo sforzo e di confrontarlo con quello relativo alla metodologia adottata per la finalità descritta precedentemente.

Durante tutte le operazioni sono state inoltre raccolte precise informazioni sull'utilizzo dei diversi materiali che rappresentano certamente un utile indicazione per il proseguo dei lavori ed una sicura fonte di informazione.

2. IL CERVO NEL PARCO NAZIONALE DELLO STELVIO

Il territorio del Parco Nazionale dello Stelvio (PNS) e le aree limitrofe hanno svolto un ruolo determinante per il ritorno del cervo sulle Alpi italiane e svolgono tuttora una funzione estremamente importante per lo sviluppo e la conservazione delle sue popolazioni.

Scomparso progressivamente su tutto l'arco alpino italiano tra il XVIII e il XIX secolo, il cervo è tornato a far parte della fauna alpina del nostro Paese, in una fase iniziale per fenomeni di dispersione naturale e successivamente, per operazioni localizzate di reintroduzione. In Alta Val Venosta l'ultimo capo di cui si ha notizia viene abbattuto a Glorenza nel 1960; nella Contea di Bormio il cervo era assente già a inizio '800, mentre in Trentino gli ultimi capi furono abbattuti tra il 1819 e il 1824.

Il periodo che va dal 1869 ai primi del '900 è il più critico per la specie su tutte le Alpi e la prima zona in cui il cervo ricompare è quella del Cantone Grigione in Svizzera, dove la sua assenza fu di breve durata. Da alcuni nuclei relitti, conservati con esclusiva finalità di caccia, situati nel Lichtenstein ed in Germania (Ammer e Karwendel), il cervo ritorna lentamente verso l'Austria ed il Canton Grigioni in Svizzera, anche a seguito di alcune reintroduzioni effettuate in Austria (Voralberg) e in Germania (Allgau). A partire dal 1870, immigrazioni spontanee dal Voralberg danno presto origine a nuove popolazioni stabili. A testimonianza del progressivo aumento distributivo e numerico delle popolazioni, nei Grigioni, tra il 1880 e il 1937, si passa da un abbattimento annuo di 6 cervi ad uno di 430.

È da segnalare come, già nel 1841, evidenziando una sensibilità ecologica non indifferente per i tempi, il governo grigionese avesse proibito la caccia al cervo per 10 anni; nel 1953 il divieto fu prolungato per altri 10 anni, diventando definitivo nel 1865.

Nel 1909, per iniziativa privata, e il 1 agosto 1914 con delibera del Consiglio Federale, nasce il Parco Nazionale Svizzero. La sua creazione favorisce la ricomparsa del cervo, agli inizi del '900, in Engadina e in Alta Val Venosta, dove la sua presenza stabile risale al 1930. È peraltro possibile, in base a recenti

indagini genetiche (Haller, 2002), ipotizzare che una piccola popolazione non sia mai scomparsa dalla zona compresa tra Glorenza e Passo Tubre, ma abbia scarsamente contribuito alla ricolonizzazione della Val Venosta. Nel settore trentino del Parco i primi nuovi avvistamenti di cervo risalgono al 1916, nella porzione di Val di Sole posta ai confini dell'area protetta; alla fine degli anni '60 la presenza di una buona popolazione è ormai consolidata nelle zone esterne all'area protetta.

Nel settore lombardo le prime segnalazioni, relative a soggetti in dispersione dalla vicina Engadina verso l'Alta Valtellina, riguardano il secondo dopoguerra, mentre l'affermazione di popolazioni stabili risale alla metà degli anni '60 entro l'area protetta.

Tappa fondamentale per l'espansione del cervo è l'istituzione con la legge N° 740 del 24 Aprile 1935 del Parco Nazionale dello Stelvio. Al momento della sua istituzione, il Parco occupava un area di oltre 96.000 ha, ma con l'ampliamento del 1977, riguardante il solo settore lombardo, esso arriva a coprire un area di circa 133.000 ha. L'area protetta svizzera e quella italiana, rese contigue per espansione di quest'ultima, danno un fondamentale e necessario impulso alla definitiva irradiazione del cervo verso i territori limitrofi (Pedrotti *et al.*, 2008).

Con il Decreto della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 26 novembre del 1993 viene istituito il nuovo ente gestore, denominato Consorzio del Parco Nazionale dello Stelvio e nell'ottobre 1995 la gestione del Parco passa dall'Amministrazione del Corpo Forestale dello Stato a quella del Consorzio. Con la nascita di quest'ultimo il Parco viene suddiviso in tre settori (lombardo, trentino e alto atesino) con una propria autonomia di gestione (Figura 2.1).

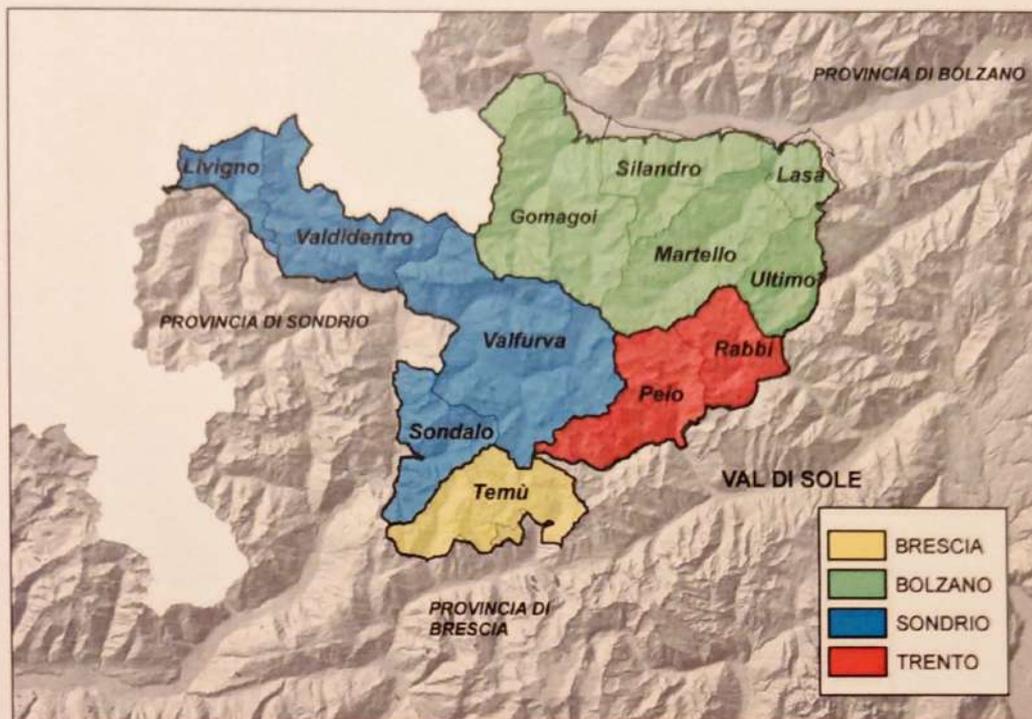


Figura 2.1 – I confini del Parco Nazionale dello Stelvio; in colori diversi i territori ricadenti nelle differenti province; le scritte e i tratti di confine più sottili si riferiscono ai confini delle Stazioni Forestali adibite alla sorveglianza e ai monitoraggi. Il settore lombardo accorpa le province di Sondrio e Brescia.

Attualmente, quasi 10.000 cervi gravitano nel Parco Nazionale dello Stelvio e nelle aree limitrofe, di cui circa il 60 % occupa in modo più o meno stabile l'area protetta con un'area di distribuzione che copre circa 485 kmq. Durante l'estate la specie è ampiamente ed omogeneamente distribuita in tutti i settori del Parco, occupa una superficie complessiva di circa 333 kmq, con densità di oltre 10 cervi per kmq. Durante l'inverno la popolazione di cervo si concentra su circa 152 kmq con densità spesso superiori ai 20 individui per kmq (Figura 2.2).

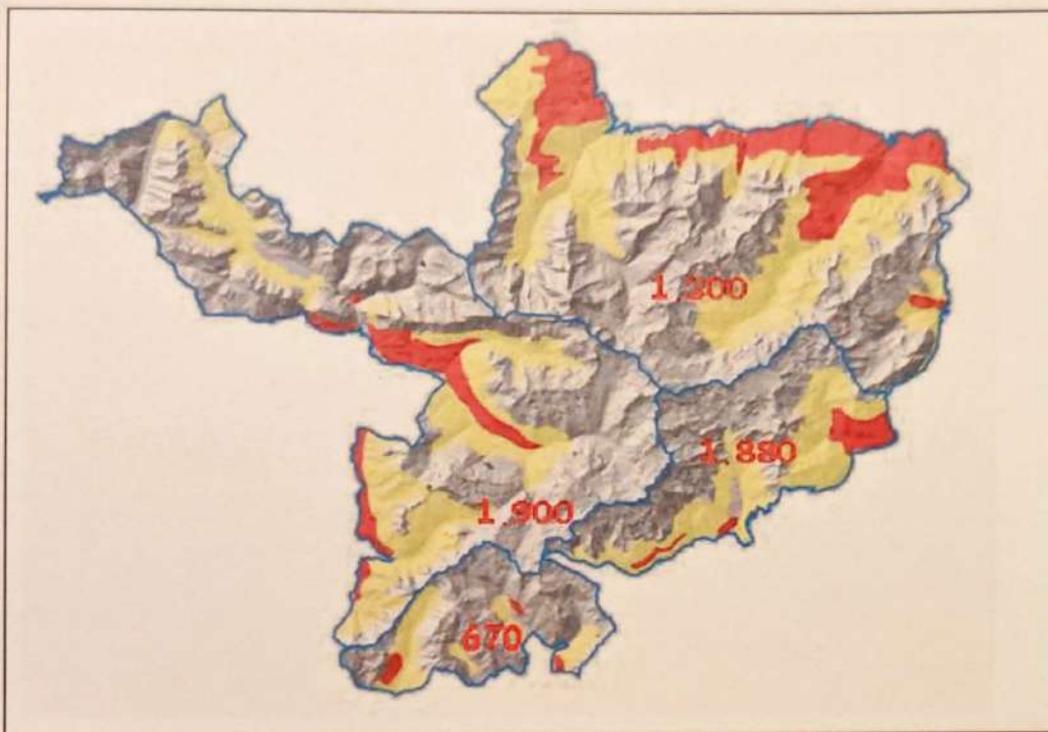


Figura 2.2 - Distribuzione del cervo nel Parco Nazionale dello Stelvio. In rosso la presenza invernale e in giallo la presenza estiva. Coi numeri si indicano le consistenze primaverili individuate, all'interno del Parco, nell'anno 2008 per le diverse province.

Il notevole aumento delle popolazioni di cervo è stato accompagnato, negli anni, dall'instaurarsi di nuove problematiche economiche, sociali e di equilibrio ecologico.

Le popolazioni di cervo frequentano, durante le ore notturne, i prati e pascoli dove trovano un'offerta alimentare particolarmente appetibile, soprattutto in primavera, quando le quote più alte sono ancora innevate e lo sviluppo vegetativo non è ancora ripreso. L'impatto provocato dal cervo sui prati a sfalcio dovuto non solo al brucamento dell'erba, ma anche dalla presenza di escrementi nel fieno e dall'azione di calpestio¹, riducono la produttività degli stessi e la loro resa. Spesso, inoltre, anche le colture agricole e gli orti rappresentano un'attrattiva irrinunciabile e rendono necessaria la messa in opera di recinzioni di protezione.

¹ Calpestio: il passaggio di gruppi di animali, con movimenti lungo direttive costanti comporta la conseguente apertura di sentieri oltre che il compattamento dei suoli che porta a una minor capacità di drenaggio e l'aumento di fenomeni erosivi.

In inverno il cervo tende ad aggregarsi in zone favorevoli, caratterizzate in primo luogo da una buona esposizione al sole dei versanti, che facilita il minor perdurare della neve al suolo ed aumenta la probabilità di reperire cibo. Tali concentrazioni comportano, in alcune zone del Parco, notevoli danni alla rinnovazione forestale. I danni ai boschi sono da collegare a tre fenomeni ben distinti: lo scortecciamento, il soffregamento e il brucamento degli apici vegetativi. Il primo fenomeno si presenta quando i cervi rosicchiano e rimuovono la sottile corteccia di alberi di giovane età, con tronco di diametro di 10-20 cm, che determina un aumento della sensibilità alle infezioni fungine che portano a una degradazione della qualità del legno. Il secondo consiste nello sfregamento dei palchi, per la rimozione del velluto, contro i rami di giovani alberelli che restano completamente defogliati e destinati a morire nel corso della stagione. Infine si ha il brucamento che comporta il prelievo di foglie, gemme, germogli e apici vegetativi a scopo alimentare. Tale fenomeno può portare alla morte delle giovani plantule e alla distruzione dei semenzali (le piantine appena nate) oltre che ad un notevole rallentamento dell'accrescimento in altezza, soprattutto per le conifere, che influenza la forma delle piante e il valore economico delle fustaie.

L'azione del cervo sulla rinnovazione è diretta, in modo preferenziale, verso determinate specie vegetali (ad es. abete bianco e latifoglie). Da ciò ne può derivare un'alterazione della naturale mescolanza specifica ed un impoverimento nella varietà ecologica del bosco.

La brucatura del cervo porta, inoltre, ad una notevole modifica e diminuzione della presenza e della diversità dello strato arbustivo del sottobosco, essenziale per specie quali gallo cedrone e forcello, che utilizzano gli ambienti più diversificati e ricchi di insetti per l'allevamento della prole.

Nelle aree di maggiore densità, le popolazioni di cervo, oltre ad avere i sopracitati effetti sull'ambiente, possono esercitare effetti a cascata su altre specie animali per competizione diretta per le risorse o, indirettamente, modificando la composizione e la struttura fisica degli habitat. In zone caratterizzate da elevate densità di cervo, le popolazioni di capriolo sono fortemente limitate, a causa dalla competizione spaziale e alimentare che si instaura tra le due specie. E' possibile che tale problematica si stia recentemente instaurando anche nei confronti del camoscio, a causa di una sempre più netta sovrapposizione degli habitat utilizzati durante l'estate.

Per rispondere in modo corretto alle continue e più o meno intense pressioni in ambito locale, riguardanti i danni che le consistenze delle popolazioni di cervo arrecano alla rinnovazione del bosco e alle attività di interesse economico, già alla fine degli anni '90, si è reso opportuno da parte dell'amministrazione del Parco Nazionale dello Stelvio, l'avvio di un programma di gestione per il cervo.

In una prima fase, il Parco decide di acquisire le necessarie conoscenze sullo *status* delle popolazioni di cervo, sui loro rapporti e interazioni con le restanti componenti degli ecosistemi e sugli impatti da esse arrecati. Le attività di ricerca, iniziate all'inizio del nuovo secolo, e tuttora in atto, hanno riguardato numerosi aspetti legati all'ecologia della specie, alle sue condizioni sanitarie e agli impatti esercitati sugli ecosistemi da una popolazione così numerosa. Per agire in modo specifico e differenziato il progetto ha suddiviso il Parco e le aree limitrofe in otto Unità di Gestione (UG) (Figura 2.3).

I cervi che interessano l'area del Parco Nazionale dello Stelvio non possono essere considerati come un'unica popolazione, né come un'entità indipendente dai territori esterni all'area protetta. Le creste montuose più alte, presenti nelle vaste aree alpine, costituiscono infatti una barriera ecologica per i movimenti stagionali, migratori e di dispersione della stessa specie e per questo motivo è necessario considerare un'area di indagine che sia più ampia dello stesso Parco. Lo studio non si è quindi limitato all'intera area protetta, ma ha interessato anche le aree ad essa limitrofe.

L'individuazione delle UG è avvenuta sulla base delle caratteristiche morfologiche e ambientali dell'area e delle informazioni sulla distribuzione e consistenza delle popolazioni di cervo presenti. Un'Unità di Gestione rappresenta l'ambito territoriale all'interno del quale si ritiene opportuno gestire una popolazione animale in modo unitario, secondo ben precise finalità e tecniche, rispettando allo stesso tempo le sostanziali differenze di carattere sociale, culturale ed amministrativo presenti all'interno del Parco. Ciascuna UG racchiude al suo interno una singola unità di popolazione di cervo, intesa come insieme di individui caratterizzati da parametri demografici e di dinamica evolutiva comuni. È chiaro come gli spostamenti di individui tra le diverse UG siano sempre possibili e contribuiscano a mantenere un'identità genetica comune; non in grado, tuttavia, di modificare in modo significativo le

caratteristiche demografiche delle singole unità di popolazione, in particolare la struttura per classi di sesso ed età e gli incrementi annui.

Il progetto iniziale identifica, per tutto il Parco, 8 Unità di Gestione (UG) per un'estensione di circa 226.000 ha (Tabella 2.1). Nell'evoluzione dello studio, come previsto dal progetto redatto nel 2008 (Pedrotti *et al.*, 2008), per il settore lombardo del Parco si è provveduto all'unione dell'Unità Valfurva e Sondalo-Val di Rezzalo.



Figura 2.3 - Le Unità di Gestione per le popolazioni di cervo del Parco Nazionale dello Stelvio. Spesso i confini di tali unità territoriali superano abbondantemente i confini del Parco per ricomprendere intere unità di popolazione. (Pedrotti *et al.*, 2008).

UNITA'DI GESTIONE	PROVINCIA	SUPERFICIE TOTALE	STAZIONI DEL PNS
Val d'Ultimo	BZ	20.830 ha	Ultimo
Media Venosta-Martello	BZ	32.090 ha	Lasa e Martello
Tubre-Stelvio	BZ	27.550 ha	Gomagoi
Valfurva	SO	24.530 ha	Valfurva
Livigno-Valdidentro-Val Viola	SO	47.060 ha	Livigno Valdidentro
Sondalo-Val Rezzalo	SO	14.260 ha	Sondalo
Alta Val Camonica	BS	17.460 ha	Temù
Val di Sole	TN	41.730 ha	Peio-Rabbi
TOTALE ettari		225.510 ha	

Tabella 2.1 - Caratteristiche delle 8 unità di gestione presenti nel Parco Nazionale dello Stelvio. (Carmignola *et al.*, 2001).

Nel settore lombardo sono state pertanto individuate tre UG, una in provincia di Brescia (UG LO1) e due in provincia di Sondrio (UG LO2 e UG LO3). (Figura 2.4)

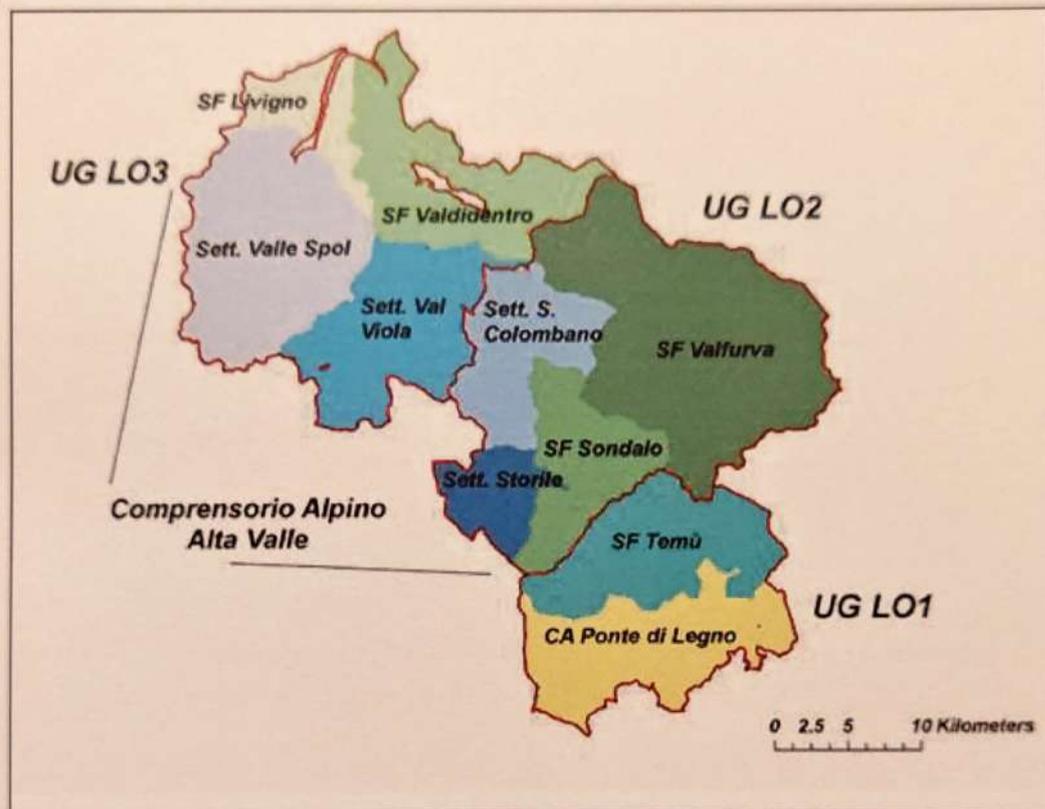


Figura 2.4 - Confini delle 3 Unità per la gestione del cervo (UG) individuate nella prosecuzione del "Progetto Cervo" (in rosso); in tonalità di verde le Stazioni Forestali del Parco Nazionale dello Stelvio; in tonalità di azzurro i territori dei settori appartenenti al CA Alta Valle; in giallo il territorio del CA Ponte di Legno. (Pedrotti et al., 2008)

Complessivamente si può affermare che sia entro che fuori Parco, il cervo ha ormai occupato tutti gli ambienti a lui idonei anche se con densità relative e locali molto variabili. Aree utili ancora potenzialmente idonee alla specie e non ancora completamente occupate sono presenti in alta Valcamonica, in sinistra orografica della valle e nelle parti esterne all'area protetta dell'UG3.

Nella tabella 2.2 e nelle Figure 2.5 e 2.6 sono evidenziate le aree di distribuzione e le densità delle popolazioni di cervo nelle diverse sottozone delle tre Unità di Gestione in territorio lombardo.

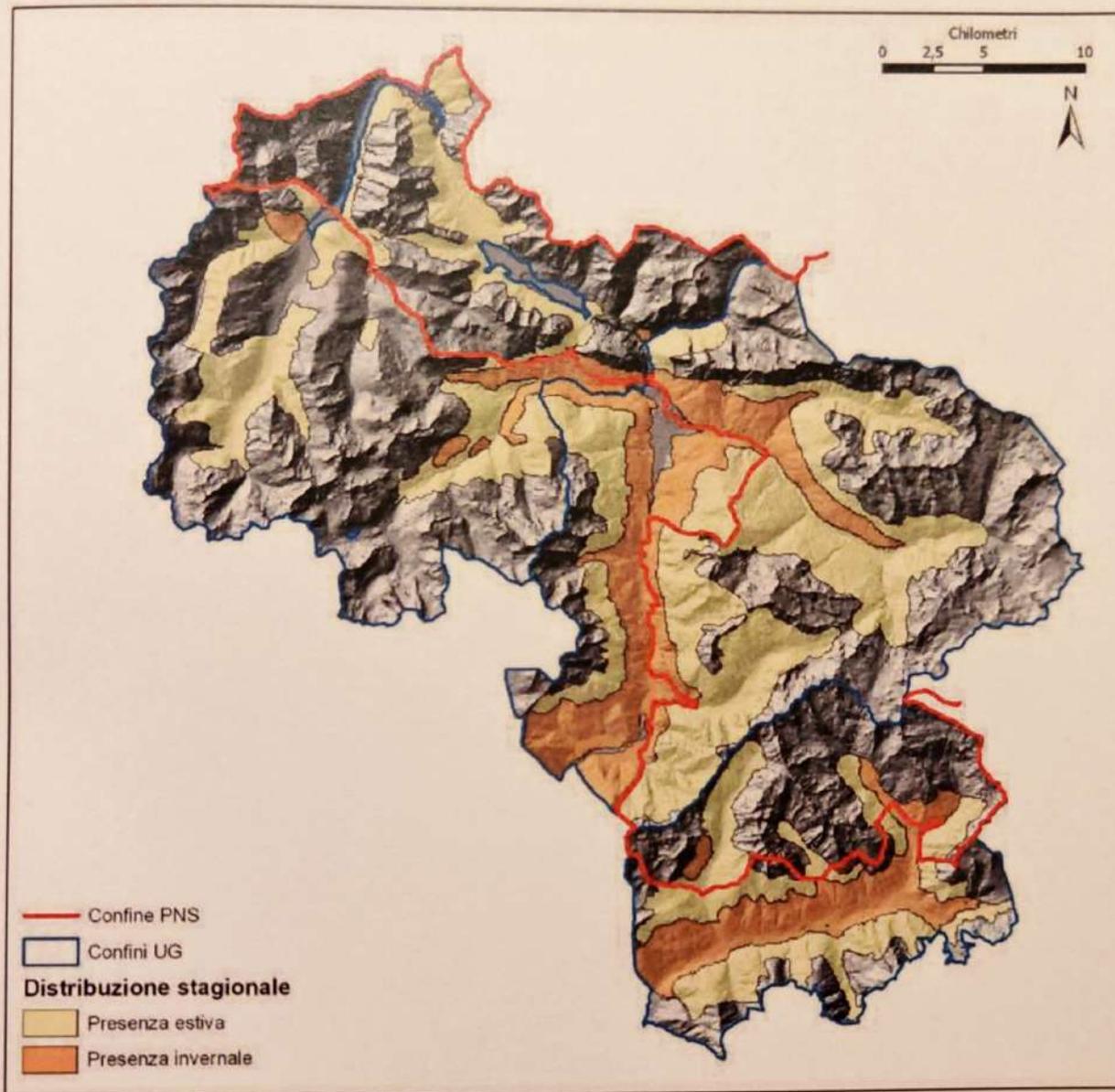


Figura 2.5 – Distribuzione del cervo nell'area di indagine del settore Lombardo del Parco dello Stelvio (linea rossa) e nelle UG (linea blu).

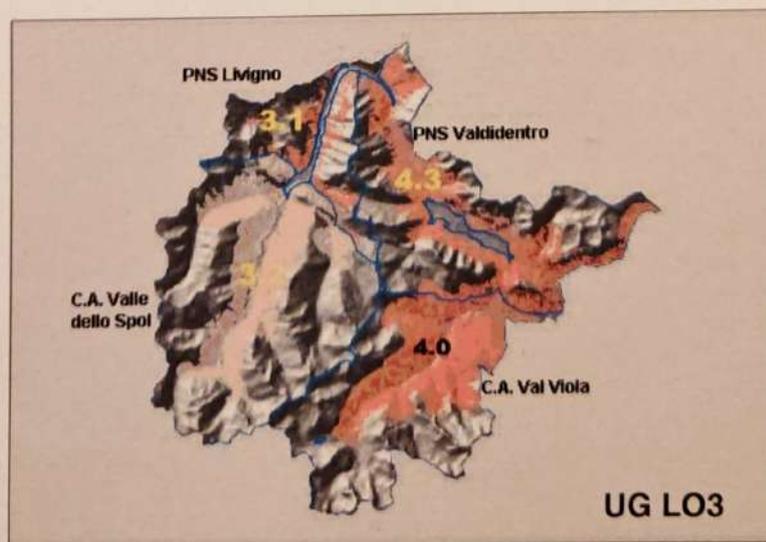
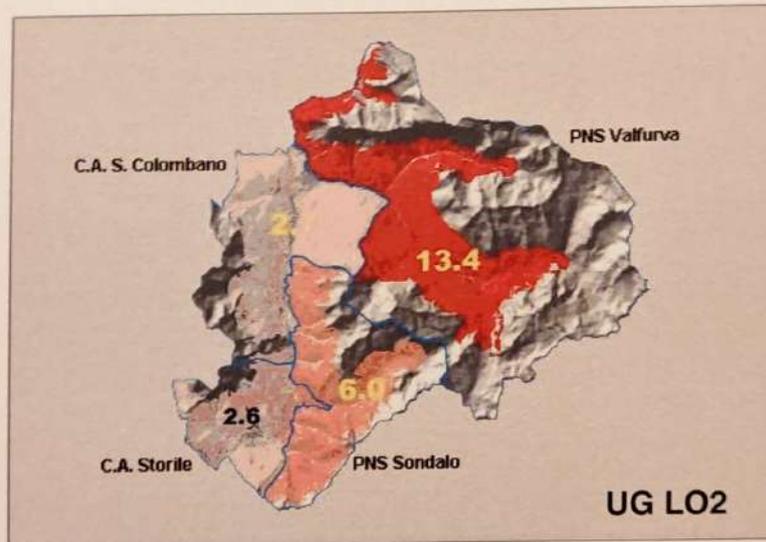
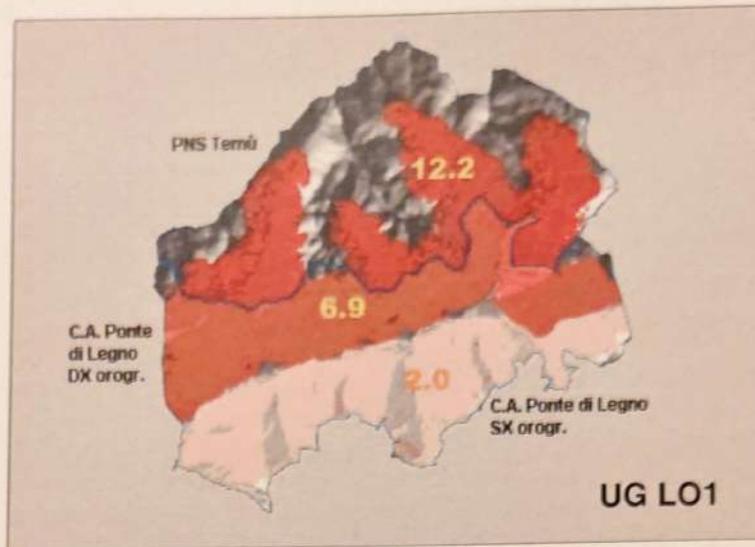


Figura 2.6 - Densità di cervo (individui/kmq) stimate nelle tre UG del settore lombardo.

Unità di Gestione	consistenza 2008	Distribuzione ha			% all'interno del PNS	
		Estiva	Invernale	Totale	Area utile	Distribuzione inverno
CA Ponte di Legno	468	4.126	3.806	7.932		
Stazione di Temù	666	2.391	686	3.077		15%
Alta Valcamonica (LO1)	1134	6.517	4.492	11.009	34%	15%
CA Alta Valtellina, Settori:						
1 Storile	299	538	2.698	3.235		
2 San Colombano	159	3.085	3.190	6.274		
Stazione di Sondalo	181	5.481	806	6.287		9%
Stazione di Valfurva	1237	6.998	2.197	9.195		25%
Sondalo-Valfurva (LO2)	1876	16.102	8.890	24.992	59%	34%
CA Alta Valtellina, Settori:						
3 Val Viola	200	2.175	1.113	3.287		
4 Valle dello Spol	171	4.260	222	4.482		
Stazione di Valdidentro	223	3.136	345	3.482		21%
Stazione di Livigno	40	561	0	561		0%
Livigno-Valdidentro- Viola (LO3)	635	10.132	1.681	11.812	39%	21%
Totale PNS LO e limitrofe	3645	32.811	15.067	47.878	46%	27%

Tabella 2.2 - Distribuzione e consistenza del cervo nelle tre Unità di Gestione. Per le UG LO1 e LO2 consistenze reali primaverili e per LO3 consistenze estive.

Per meglio evidenziare lo "status" attuale delle popolazioni di cervo all'interno dell'area di studio, in Figura 2.7 si evidenzia l'evoluzione nel tempo della consistenza di cervo nell'UG LO2.

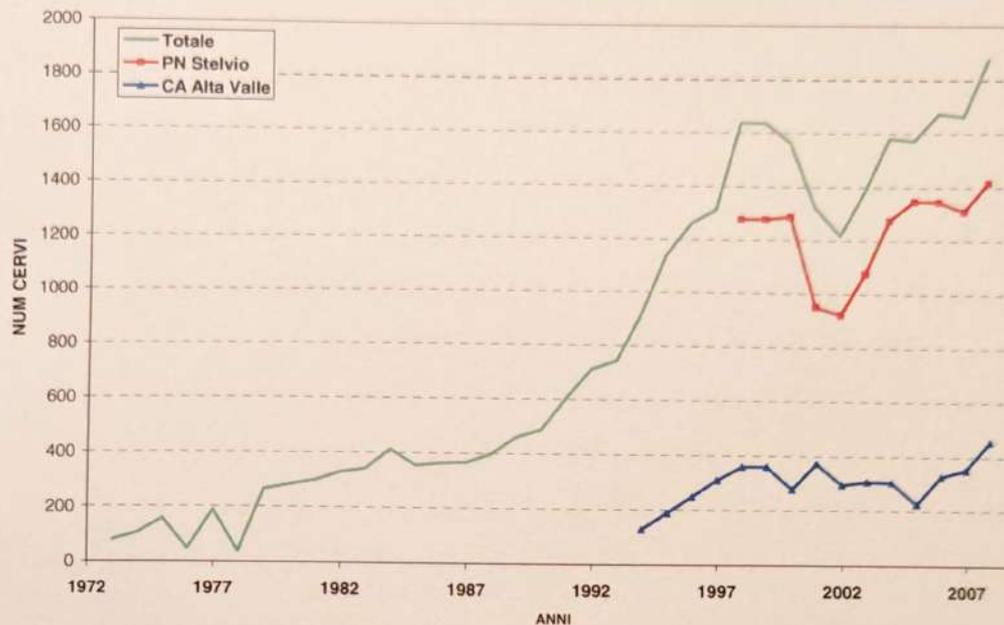


Figura 2.7 – Andamento delle stime di consistenza della popolazione di cervo nell'UG LO2 dal 1973 al 2008.

La visione del grafico permette di osservare un trend di accrescimento tipico delle popolazioni animali, secondo una curva logistica. In questo caso si osserva un assestamento del trend di crescita iniziato da una decina di anni. Nell'ultimo decennio si assiste ad un brusco calo della popolazione (nel 2001) dopo un periodo di sostanziale stabilizzazione, seguito da un nuovo incremento che ha riportato la popolazione nell'arco di cinque anni, sugli stessi livelli del 1999-2000. Il crollo della popolazione nell'anno 2001 è da attribuirsi probabilmente alla rigidità dell'inverno di quell'anno in funzione dell'elevata densità.

Gli incrementi registrati anno per anno oscillano in modo molto evidente da valori molto ridotti a valori di incremento significativi solo per gli anni immediatamente successivi alla riduzione numerica dal 2001, con valori del 13,2% e del 14,3% rispettivamente per il 2003 e 2004. Negli altri anni gli incrementi sono minimi o, addirittura, la popolazione manifesta leggeri decrementi, evidenziando un presumibile raggiungimento di densità tali da non permettere ulteriori espansioni nell'UG considerata. L'incremento medio della popolazione tra il 1998 e il 2008 è stato pari al 3%, valore che indica una sostanziale stabilizzazione della popolazione nel medio periodo; suddividendo

l'intero periodo considerato in due fasi, una precedente ed una successiva alla stabilizzazione, gli incrementi mostrano valori medi rispettivamente del 14% e dell'1%.

L'analisi degli incrementi correlata all'aumento della densità di popolazione evidenzia una relazione inversa tra la consistenza/densità della popolazione e i tassi di incremento annuo, facendo ipotizzare che la densità rappresenti un fattore limitante per l'ulteriore crescita della popolazione (Pedrotti *et. al.*, 2008).

3. AREA DI STUDIO

3.1 Il Parco Nazionale dello Stelvio

Il Parco Nazionale dello Stelvio si estende nel cuore delle Alpi centrali, su una superficie di 133.000 ettari, articolata entro i confini di due regioni e quattro province (Sondrio, Brescia, Bolzano e Trento), due delle quali autonome (Figura 3.1).

Quarto in ordine temporale di creazione, tra i cosiddetti Parchi Nazionali Storici, dopo Gran Paradiso (1922), Abruzzo (1923) e Circeo (1934), il Parco Nazionale dello Stelvio è uno dei 25 Parchi Nazionali italiani, uno dei 13 Parchi Nazionali presenti nell' arco alpino e uno dei più di 8.300 Parchi Nazionali al mondo. Attualmente, il Parco Nazionale dello Stelvio, è la seconda area protetta per estensione delle Alpi dopo il Parco Nazionale degli Alti Tauri (Austria).

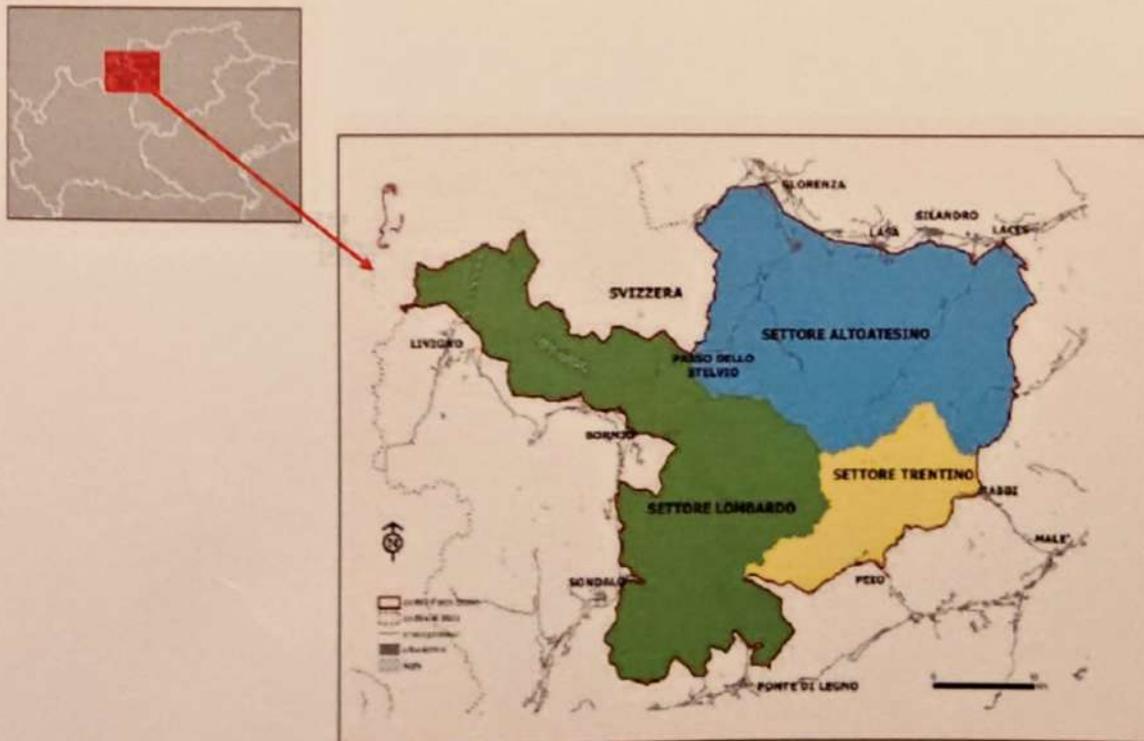


Figura 3.1 - Localizzazione del Parco Nazionale dello Stelvio nelle Alpi centrali italiane.

Il Parco è costituito prevalentemente da territori montani ed alpini; si sviluppa solo per una limitata superficie al di sotto dei 1000 metri s.l.m. (meno dell'1 %), per circa un quarto del territorio (27 %) si sviluppa tra i 1000 e i 2000 metri s.l.m., mentre per ben due terzi (62 %) è compreso tra i 2000 e i 3000 metri di quota. Le quote superiori ai 3000 metri rappresentano un ulteriore 10 % dell' area protetta (Figura 3.2). Della superficie complessiva del Parco, il 40 % è occupato dagli ambienti d'alta quota, il 29 % dalle praterie alpine, il 26% dalle formazioni boschive e dagli arbusteti e il 4% dalle aree agricole e dai prati a sfalcio.

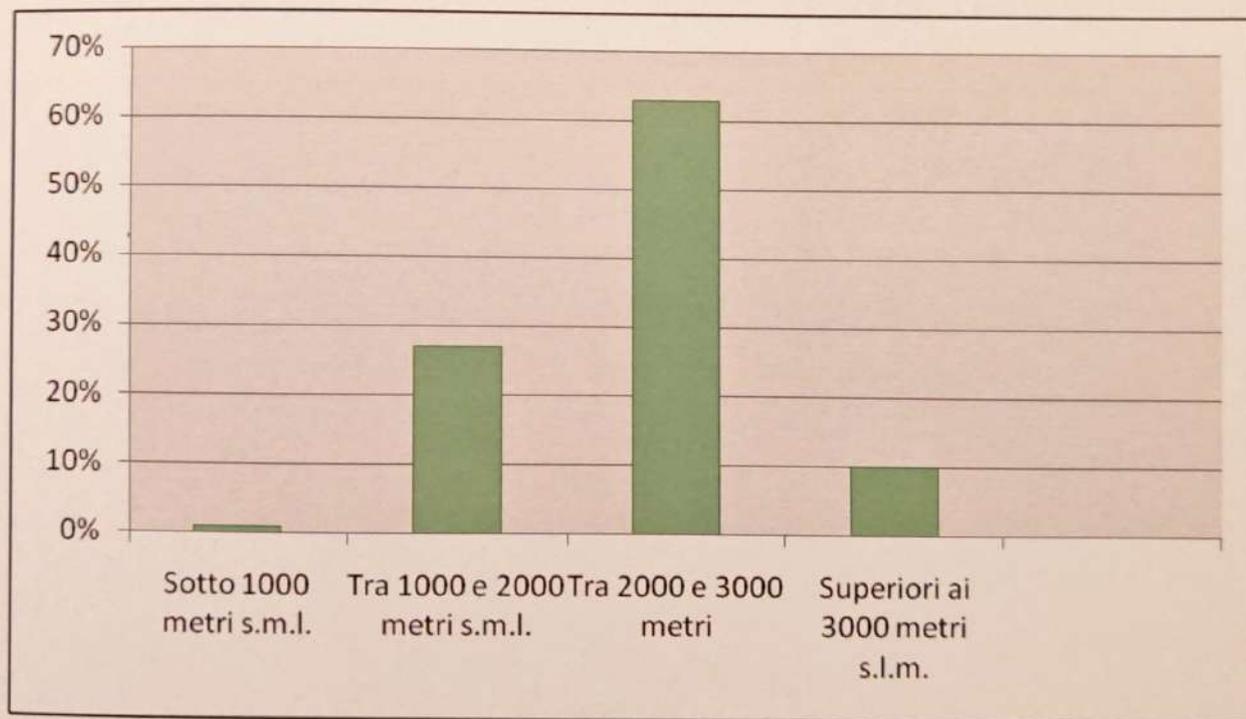


Figura 3.2 – Sviluppo dei piani altitudinali nel Parco Nazionale dello Stelvio.

3.2 Caratterizzazione dell'area di studio

Il presente lavoro si è svolto in Alta Valtellina, all'interno del settore lombardo del Parco. Sulla base della suddivisione del territorio in Unità di Gestione, descritte nel capitolo 2, l'area indagata dallo studio ricade interamente nell'UG LO2 Sondalo - Valfurva e in parte nell'UG LO3 Livigno - Valdidentro - Val Viola.

L'UG LO2 comprende i territori delle Stazioni Forestali di Valfurva e Sondalo, all'interno del Parco, mentre il territorio esterno è compreso nei comuni di Bormio, Valdisotto e Sondalo. L'UG LO3 Livigno - Valdidentro - Val Viola comprende i territori delle Stazioni Forestali di Livigno e Valdidentro, all'interno del Parco, e le aree limitrofe all'area protetta dei comuni di Livigno e Valdidentro. La totalità dei territori esterni ricadono nel Comprensorio Alpino Alta Valtellina con i Settori di caccia San Colombano e Storile (UG LO2) e Valle dello Spol e Val Viola (UG LO3) (Figura 3.3).

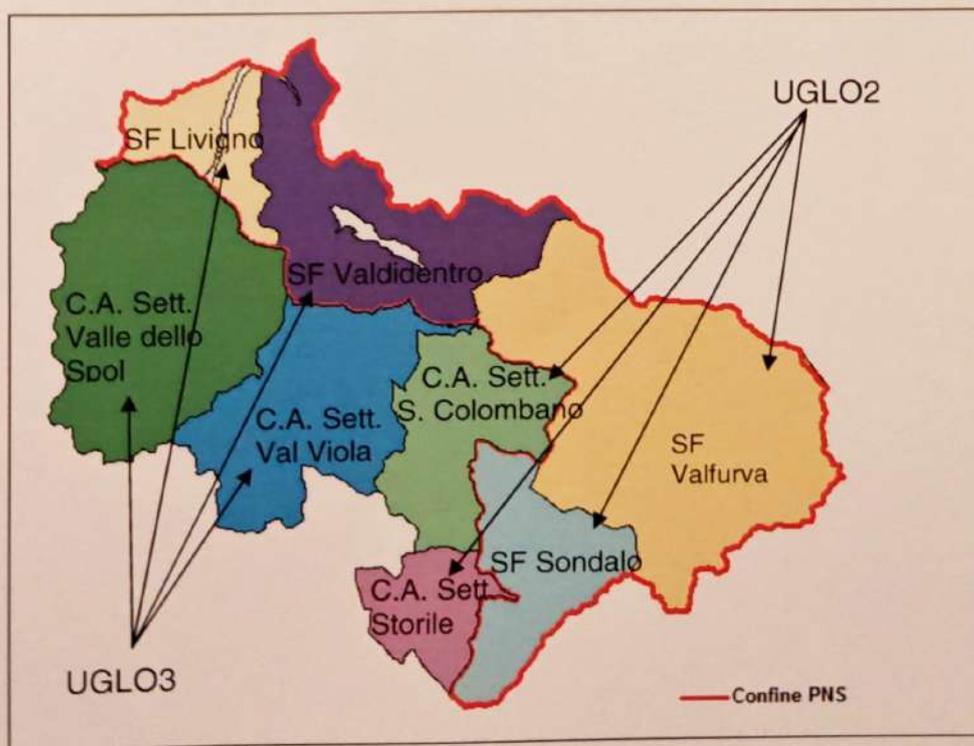


Figura 3.3 – Le frecce in nero indicano le 4 Stazioni Forestali (SF) del settore Lombardo (provincia di Sondrio) e i settori di caccia limitrofi appartenenti al Comprensorio Alpino Alta Valtellina.

L'area di indagine interessa solo una parte dell'UG LO2 e, più precisamente, tutta l'area racchiusa all'interno dei confini della Stazione Forestale di Valfurva (Sondrio) per una superficie complessiva di circa 24.688 ettari. La scelta dell'area di Valfurva, quale zona privilegiata per l'applicazione di differenti metodi di valutazione quantitativa delle popolazioni e per la valutazione della struttura della popolazione stessa, nasce dal fatto che questa presenta tutti gli elementi utili al cervo per il proprio normale ciclo annuale; quartieri per l'estivazione, quartieri per lo svernamento e aree riproduttive. Inoltre in essa il cervo ha attualmente raggiunto densità estive elevate e superiori ai 13 individui per kmq, le più alte riscontrate nel settore lombardo del Parco, con consistenze, stimate intorno a 1.200 cervi. L'area totale occupata dal cervo nella Stazione Forestale di Valfurva, durante il periodo invernale-primaverile, è di 2.197 ha, mentre la superficie occupata durante il periodo estivo è di 6.988 ha.

La Stazione di Valfurva è la più estesa del Parco e comprende ampi ghiacciai e paesaggi d'alta montagna. Il 14% della superficie si trova al di sotto dei 2000 metri di quota, il 68 % è compreso tra i 2000 e i 3000 metri, mentre il 19 % giace sopra i 3000 metri di altezza .

L'Unita di gestione Livigno - Valdidentro - Val Viola (UG LO3) occupa una superficie di 45.304 ha ed è caratterizzata dalla presenza di due stazioni forestali (Stazione di Livigno e Stazione di Valdidentro), per un totale di territorio protetto pari al 19% dell'area totale (di cui la maggior parte - 82% - è situato al di sopra dei 2000 metri di quota).

Il lavoro di campo è stato in quest'area concentrato durante il periodo estivo-autunnale, tra settembre e ottobre, nella valle di Fraele, all'intero della Stazione di Valdidentro. Questa zona rappresenta infatti, nell'ambito degli studi sulla mobilità e sugli spostamenti stagionali dei cervi, un'area oltremodo interessante per l'individuazione e lo studio delle rotte di migrazione, in una porzione di territorio trans-frontaliera e caratterizzata dalla sola presenza estiva del cervo.

All'interno di tale porzione dell'area protetta, le rocce e i ghiaioni occupano vaste aree, mentre non sono presenti ghiacciai e le acque, per la presenza di tre grandi bacini artificiali, occupano superfici di notevole estensione. Le praterie alpine coprono il 34% del territorio, mentre i boschi occupano il 24% della

superficie complessiva con la prevalenza di pino mugo. Le piante d'alto fusto, principalmente larici, sono qui limitati a piccole porzioni di bosco.

3.3 Aspetti geologici

Dal punto di vista geologico, il settore lombardo del Parco può essere suddiviso in due grandi unità, contraddistinte da un substrato geologico nettamente differenziato. La porzione nord-occidentale che comprende la zona di Livigno, la Valle di Fraele, la Valdidentro, la Valle del Braulio e la destra orografica della Val Zebrù, è costituita da rocce sedimentarie stratificate di origine calcareo-dolomitica (dolomie, calcari dolomitici e calcari marnosi) risalenti al mesozoico. La presenza di un substrato litologico di matrice calcarea ha dato origine a suoli superficiali, generalmente aridi e di scarsa fertilità, che hanno portato all'ampia diffusione delle formazioni di pino mugo.

L'ampio settore sudorientale (circa i 4/5 dell'intera superficie) che comprende la Valfurva e la Valdisotto con le rispettive Valli laterali (sinistra orografica della Val Zebrù, Valle dei Forni, Val di Rezzalo), è invece costituito da rocce metamorfiche scistose, prevalentemente filladi quarzifere, paragneiss, gneiss e micascisti. Da queste formazioni geo-litologiche si sono sviluppati suoli con buone caratteristiche podologiche, mediamente profondi, adatti allo sviluppo della vegetazione forestale. La presenza di un substrato siliceo ha favorito la formazione di abete rosso (peccete) nel piano montano e subalpino. Il pino cembro è presente diffusamente nel piano subalpino, mentre in prossimità dei torrenti, impluvi, canali e su i versanti rivolti a settentrione si incontrano formazioni di ontano verde (Figura 3.4).

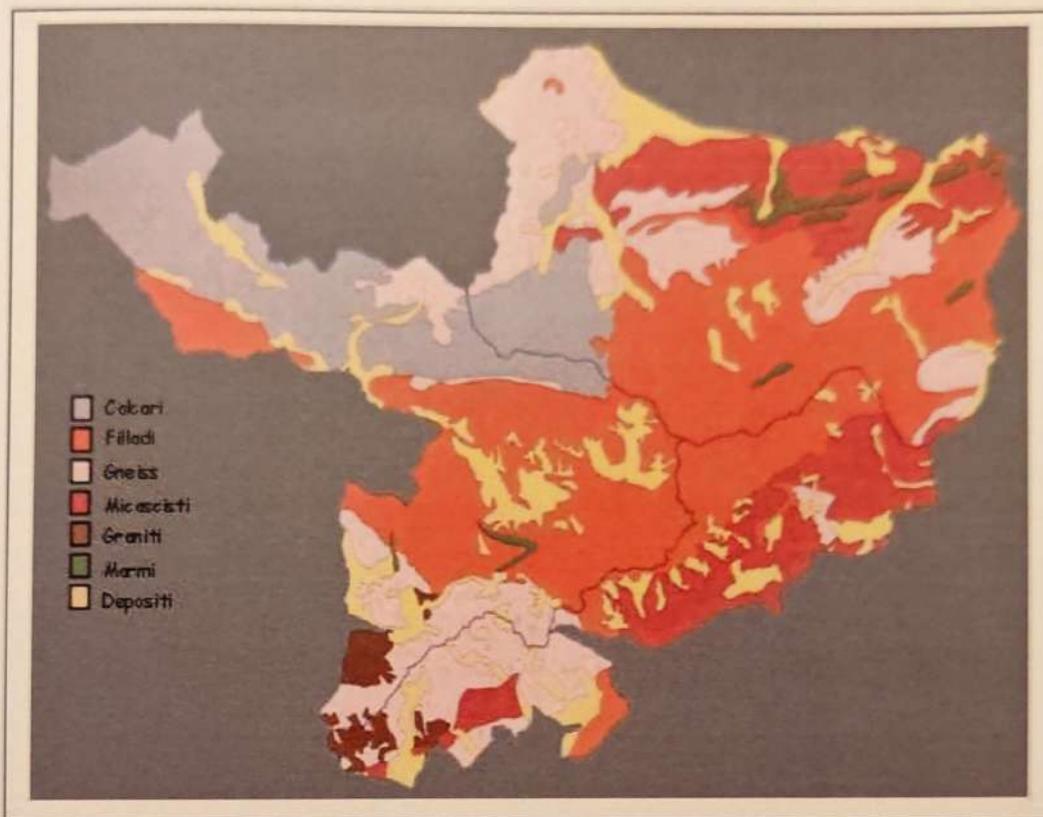


Figura 3.4 - Carta geologica del Parco Nazionale dello Stelvio.

3.4 Inquadramento vegetazionale e faunistico

Il Parco Nazionale dello Stelvio nel suo complesso è caratterizzato da un clima di tipo continentale centro-alpino. Nell'area di studio le precipitazioni raggiungono una media annua di circa 800 mm, superando raramente i 1000 mm, con livelli massimi in estate e notevolmente ridotti in inverno.

Questa quantità di precipitazioni al di sotto delle medie alpine, sottolinea la sacca di clima continentale che comprende la conca di Bormio, la bassa Valfurva e la bassa Valdidentro. La vegetazione presente è in accordo con il clima locale (Credano e Pirola, 1975).

Per spigare meglio il perché delle scarse precipitazioni si può sottolineare la presenza a nord di elevate catene montuose e inoltre, i venti che spirano nella

Valtellina, anche se questa nel tratto tra Le Prese e Bormio ha decorso meridiano, non apportano molte precipitazioni poiché vi giungono assai deumidificati (Cagnolaro, 1969).

Nel corso dell'anno l'escursione termica è notevole, l'insolazione è elevata e la presenza di nebbia è bassa. Anche il regime climatico è di tipo continentale: le temperature sono rigide durante il periodo invernale e moderatamente elevate in estate. Il graduale abbassamento di temperatura a cui si assiste risalendo le valli (0,6°C ogni 100m), la diversa conformazione orografica e la differente litologia dei substrati, creano una molteplicità di microclimi con una marcata variabilità vegetazionale.

Le formazioni più frequenti nelle praterie alpine sono prati a *Caricetum curvulae*, *Festucetum hallerii* e *Festucetum varie* sul substrato siliceo e i seslerieti sul substrato calcareo della porzione nord-occidentale (dalla destra orografica della Val Zebrù fino a Livigno) dell'area.

A sfumare il passaggio tra bosco e praterie d'alta quota si trovano gli arbusteti. Questi ambienti comprendono le associazioni *Rhododendro ferruginei vaccinetum* con rododendro (*Rhododendron ferrugineum*), mirtillo nero (*Vaccinium myrtillus*) e falso mirtillo (*Vaccinium uliginosum*) nelle stazioni più fresche, mentre il ginepro nano (*Juniperus nana*) è presente nelle stazioni più aride e ventose a formare, accompagnato da varie graminacee, l'associazione *Junipero arctostaphyletum*.

Il bosco di conifere è la categoria che occupa quasi la totalità delle aree boscate, ed è rappresentato prevalentemente da boschi d'alto fusto di abete rosso (*Picea abies*). Nella fascia montana e subalpina l'alleanza *Piceion excelsae* forma uno stadio climax, cioè un bosco stabile, in equilibrio con le diverse componenti climatico-stazionali. Le dense e buie peccete caratterizzate da un modesto sottobosco, in gran parte costituito da muschi, licheni e dalla composita *Homogyne alpina*, formano l'associazione *Homogyne piceetea*, ampiamente diffusa in alta Valtellina, soprattutto nella porzione medio-alta della Valfurva. Il pino silvestre (*Pinus sylvestris*) ha una discreta presenza nelle zone esterne al Parco. Sui veranti soleggiati si trova l'associazione *Larici piceetum*. In questa situazione si formano boschi molto aperti con grande quantità di luce al suolo, i cosiddetti "parchi a larice". Oltre ad essere presente nella fascia montana, il larice si trova

anche nella fascia subalpina; qui si associa ottimamente al pino mugo (*Pinus mugo*) o al pino cembro (*Pinus cembra*).

Il pino mugo è caratteristico dei substrati calcarei in cui la presenza di detriti di falda, derivanti dai calcari dolomitici delle quote superiori, determina una vegetazione basifila anche a quote inferiori, dove le rocce in posto sono di origine cristallina. Sui pendii detritici mobili, il mugo forma vere e proprie mughete, molto fitte, che forniscono un'ottimo rifugio diurno per i cervidi.

Su substrati silicei, il larice si associa più frequentemente al pino cembro a costituire l'associazione *Larici-pinetum cembrae*, molto sviluppata all'interno del Parco. Nel sottobosco si ha una prevalenza di *Calamagostis villosa* e, avvicinandosi al limite del bosco, di rododendro. Inframmezzati agli arbusteti subalpini sono presenti larici e, ancor più frequentemente, cembri; questi alberi situati ai limiti superiori del bosco sono spesso isolati e caratterizzati da un portamento non propriamente arboreo. Per quanto riguarda le latifoglie, trova particolare importanza l'ontano verde (*Alnus viridis*). Caratteristico dei canali di valanga e dei torrenti montani, in cui il suolo è ben areato e con ottima disponibilità d'acqua, l'ontano verde offre situazioni ottimali per l'insediamento di megaforie, aconiti e grandi felci.

In relazione alla quota media del fondovalle nell'area della Valfurva (minimo 1.200 m s.l.m.), scarse sono le formazioni a latifoglie; esse si limitano a boscaglie di rovi e nocciolo (*Corylus avellana*), nei pressi dei prati da sfalcio. Alle quote inferiori, troviamo anche l'ontano bianco (*Alnus incana*), l'ontano nero (*Alnus glutinosae*) e la betulla (*Betula pendula*), veri e propri nocciolati e boscaglie di rovi molto più frequenti rispetto alle aree interne del Parco.

Per un migliore inquadramento dell'area, in Figura 3.6 si mostra la carta di distribuzione delle tipologie di uso del suolo nel settore lombardo del Parco.

L'ampio gradiente di variabilità ambientale del Parco dello Stelvio garantisce la presenza di numerose specie animali.

Nel settore lombardo del Parco sono presenti quattro specie di ungulati: il cervo (*Cervus elaphus*), il capriolo (*Capreolus capreolus*), il camoscio (*Rupicapra rupicapra*) e lo stambecco (*Capra ibex*).

Tra i carnivori troviamo la donnola (*Mustela nivalis*), l'ermellino (*Mustela erminea*), la martora (*Martes martes*), la faina (*Martes foina*), il tasso (*Meles meles*) e la volpe (*Vulpes vulpes*). Altri mammiferi presenti sono la lepre variabile (*Lepus*

timidus), la lepre comune (*Lepus europaeus*), lo scoiattolo rosso (*Sciurus vulgaris*), la marmotta (*Marmota marmota*), e diversi micromammiferi tra cui l'arvicola delle nevi (*Chionomys nivalis*) e il toporagno alpino (*Sorex alpinus*).

Simbolo dell'avifauna del Parco è l'aquila reale (*Aquila chrysaetos*). Grazie ad un progetto internazionale di reintroduzione, che ha visto la collaborazione di numerose aree protette alpine (Frey, 1992), nel corso degli ultimi anni, il gipeto (*Gypaetus barbatus*) è tornato ad essere una presenza stabile nel parco, con 3-4 coppie riproduttive. Ritroviamo altri rapaci diurni come la poiana (*Buteo buteo*), l'astore (*Accipiter gentilis*), lo sparviere (*Accipiter nisus*), il gheppio (*Falco tinnunculus*) e il falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*). Il gufo reale (*Bubo bubo*), l'allocco (*Strix aluco*), la civetta nana (*Glaucidium passerinum*) e la civetta capogrosso (*Aegolius funereus*) rappresentano i rapaci notturni. Tra i galliformi sono presenti il gallo forcello (*Tetrao tetrix*), la coturnice (*Alectoris graeca saxatilis*), la pernice bianca (*Lagopus mutus*), il francolino di monte (*Bonasia bonasa*), mentre è assente nel settore lombardo del PNS il gallo cedrone (*Tetrao urogallus*). Altri uccelli di notevole valore conservazionistico presenti sono il picchio nero (*Dryocopus martius*), il picchio rosso maggiore (*Dendrocopus major*), il picchio verde (*Picus viridis*), la nocciolaia (*Nucifraga caryocatactes*), il corvo imperiale (*Corvus corax*), il gracchio alpino (*Pyrrhocorax graculus*). Tra i passeriformi tipici dell'avifauna alpina si registra la presenza della cincia bigia alpestre (*Parus montanus*), del picchio muraiolo (*Thyrodroma muraria*), del fringuello alpino (*Montifrigilla nivalis*) e del crociere (*Loxia curvirostra*). Tra i rettili, il Parco annovera la natrice dal collare (*Natrix natrix*), la coronella austriaca (*Coronella austriaca*), la lucertola vivipara (*Lacerta vivipara*) e il marasso (*Vipera berus*); tra gli anfibi la rana temporaria (*Rana temporaria*), la salamandra nera (*Salamandra atra*) e il tritone alpestre (*Triturus alpestris*).

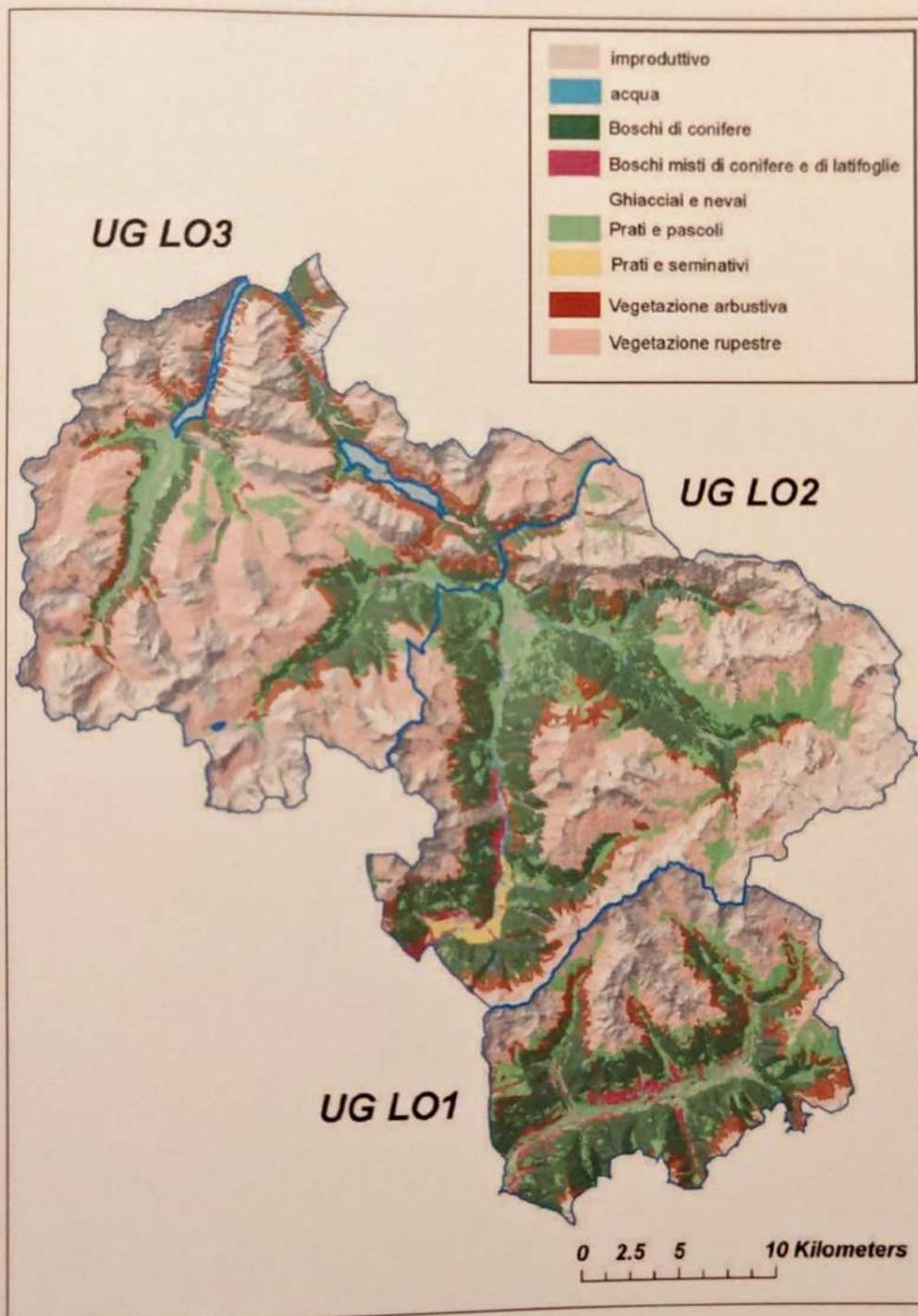


Figura 3.6 – Distribuzione delle tipologie di uso del territorio nelle tre Unità di Gestione del settore lombardo (tratte da DUSAF, Regione Lombardia).

4. MATERIALE E METODI

4.1 Attività di cattura a fini di marcaggio

La scarsa contattabilità che caratterizza il cervo, sommata alla vastità dell'area da indagare, ha orientato la scelta di applicare, a titolo sperimentale, una tecnica di conteggio che fosse in grado di fornire una valutazione critica della sua accuratezza e precisione. La disponibilità di metodi di stima robusti e a cui è associato un intervallo di confidenza statistico permette di effettuare un confronto con i risultati ottenuti con l'applicazione del tradizionale metodo dei censimenti primaverili notturni validarne i risultati e valutarne così il coefficiente di sottostima. In popolazioni in cui è possibile riconoscere individualmente un ampio numero di individui, per caratteri naturali o per elementi legati a programmi di marcatura, la dimensione della popolazione può essere stimata dalla proporzione di soggetti riconosciuti individualmente durante le sessioni di osservazione.

Nel caso dei Cervidi, anche se fossero spese molte ore nell'osservazione di una popolazione, sarebbe comunque difficile riconoscere individualmente e con certezza un numero sufficiente di individui. È così necessario che gli animali vengano catturati e marcati. Lo scopo delle catture è quello di avere il numero più alto possibile di animali riconoscibili singolarmente al fine di applicare il metodo di stima della consistenza della popolazione definito *mark-resight* (MR) (Mayle *et al.*, 1999).

Il metodo permette di ottenere una stima della consistenza assoluta della popolazione, riferita all'area in cui sono state effettuate le osservazioni, e di determinare un intervallo di confidenza associato (White, 1996). Il rapporto tra i soggetti marcati disponibili² ed i soggetti marcati avvistati, può essere infatti utilizzato per stimare la probabilità di avvistamento della popolazione e per ottenere una stima della consistenza totale della popolazione presente all'interno di un'area (Bowden e Kufeld, 1995; Schwarz e Seber, 1999).

²Disponibili: animali marcati sicuramente presenti nell'area indagata in una determinata sessione di censimento.

In sintesi:

definita **P** come probabilità di avvistamento, l'applicazione della formula seguente ci permette di stimare il numero totale di cervi presenti:

$$\frac{\text{CERVI MARCATI VISTI}}{\text{CERVI MARCATI DISPONIBILI}} = \mathbf{P} = \frac{\text{CERVI TOTALI VISTI}}{\text{CERVI TOTALI PRESENTI}}$$

Gli assunti di base del metodo del *mark-resight* richiedono che la distribuzione dei soggetti marcati sia casuale all'interno della popolazione e che la probabilità di avvistamento dei soggetti marcati e non marcati sia uguale.

Per l'applicazione del sopracitato metodo di stima della consistenza della popolazione di cervo all'interno della Stazione di Valfurva, e per una corretta individuazione dei confini ipotizzati per le Unità di Gestione, all'interno della Stazione di Valdidentro, sono iniziate, in via sperimentale nell'aprile 2007, e proseguite negli anni seguenti, due campagne di cattura del cervo, mediante due tecniche ben distinte tra di loro:

- recinti di cattura (trappole autoscattanti);
- catture in *free-ranging*.

L'applicazione dei metodi di ricerca sperimentale nasce dalla necessità, da parte del Parco, di rispondere a ben precisi quesiti in grado di orientare le scelte gestionali che il Parco stesso dovrà attuare nei prossimi anni. Più precisamente:

- quanti cervi sono presenti nel Parco e nelle aree limitrofe?;
- qual è il grado di errore associato ai metodi di censimento delle popolazioni attualmente impiegati?;
- qual è l'entità delle migrazioni stagionali della popolazione e quali le principali rotte di migrazione?;
- quali sono i fattori che influenzano la demografia e gli spostamenti del cervo?

4.1.1 Recinti di cattura (trappole auto scattanti)

Al fine di effettuare le marcature, sono state costruiti quattro recinti di cattura modello *corral* di dimensioni indicative di 8m X 4m (Figura 4.1) sul lato destro orografico della Stazione Forestale di Valfurva. Le trappole sono state predisposte in quattro differenti zone, a Plaz (1.660 m s.l.m), a Canton (1.760 m s.l.m), a Pravasivo (1.450 m s.m.l) e a I Sell (1.800 m s.m.l.) (Figura 4.2). La scelta delle zone di costruzione è legata alla localizzazione delle principali zone occupate dai cervi durante la stagione invernale.

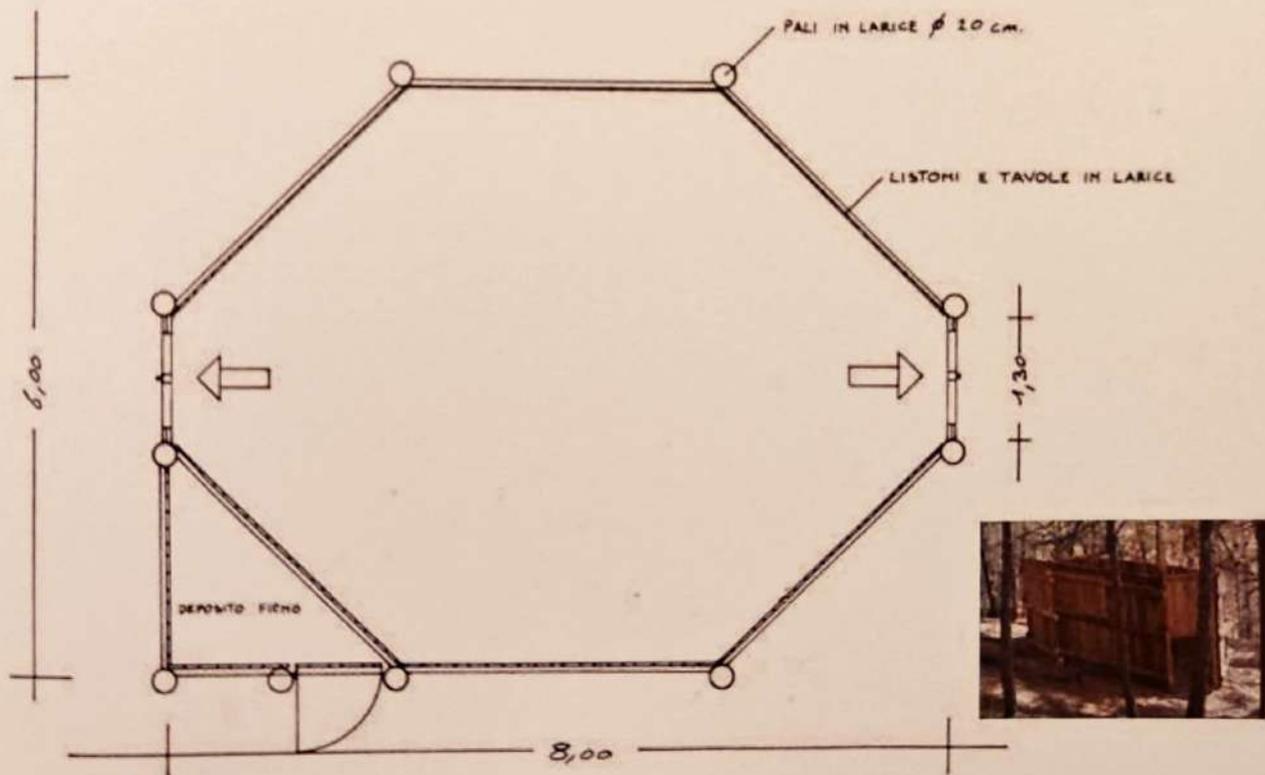


Figura 4.1 – Progetto dei recinti di cattura di tipo corral realizzati in Valfurva e foto della trappola.



Figura 4.2 - Localizzazione dei quattro recinti di cattura nella Stazione Forestale di Valfurva (in rosso), in giallo è evidenziata la distribuzione estiva del cervo e in azzurro quella invernale.

Le trappole autoscattanti vengono attivate al tramonto. Per attirare gli animali vengono utilizzate esche alimentari quali frutta, granaglie e fieno. Nel momento in cui un singolo individuo si avvicina al cibo, un meccanismo di scatto ad alta sensibilità fa chiudere la porta di entrata bloccando gli animali all'interno della trappola.

La squadra utilizzata nelle operazioni di cattura è composta da:

- un tecnico: responsabile dell'organizzazione nel suo insieme delle operazioni di cattura e delle successive operazioni di raccolta delle misurazioni biometriche;

- 1-2 responsabili delle trappole: si occupano del foraggiamento nei giorni precedenti la cattura, del corretto funzionamento della trappola e, su ordine del tecnico, provvedono all'attivazione serale dei recinti di cattura e, un'ora prima dell'alba, al loro controllo;
- un veterinario: responsabile della sedazione e del benessere degli animali;
- 1-2 aiutanti: indispensabili durante le operazioni di marcaggio per l'immobilizzazione degli animali e per la compilazione delle relative schede di cattura.

Il protocollo formulato per le catture in trappole corral prevede:

- il foraggiamento delle trappole nei giorni precedenti alla cattura;
- l'attivazione delle trappole al tramonto. Nel presente caso, per garantire il benessere all'animale non sono mai state attivate più di 2 trappole per notte. La possibilità di attivarne un numero superiore è legata alla disponibilità di più squadre di intervento;
- controllo dell'esito della cattura un'ora prima dell'alba. In caso positivo la squadra di cattura al completo viene attivata ad opera dei responsabili trappola;
- intervento della squadra di cattura entro un'ora dalla chiamata;
- valutazione visiva, da parte del tecnico responsabile e del veterinario, del peso e dello "stato" degli animali in trappola, al fine di un corretto dosaggio del narcotico. La quantità di narcotico da utilizzare deve essere dosata non solo rispetto alla specie, ma anche al suo peso, al temperamento dell'animale da trattare, al sesso, alla classe di età stimata ed alla condizione (alcuni individui a causa dell'inverno appena trascorso mostrano una scarsa condizione fisica rispetto alla reale età);
- preparazione della siringa con il narcotico;
- mediante l'utilizzo di un apposito fucile lancia siringhe, un dardo-siringa viene lanciato sull'animale attraverso un'apposita finestra posta su un lato della trappola. Il dardo deve colpire zone ricche di muscolatura al fine di iniettare correttamente la dose. Nell'apposita scheda di cattura (Allegato 1) specifici spazi sono riservati per la descrizione del materiale utilizzato (tipo di siringa, lunghezza dell'ago, quantità e tipo di miscela usata e area colpita, tempi di reazione) al fine di determinare gli esiti discriminanti alla buona riuscita delle operazioni di narcotizzazione. Le zone maggiormente

idonee alla iniezione sono la regione latero-dorsale del collo, la spalla, il dorso, i lombi, la groppa, le natiche, la coscia e la parte superiore degli arti. Sono da escludere quindi la testa, la regione inferiore del collo, l'arto anteriore sotto il carpo, il costato, l'addome e l'arto posteriore al di sotto del garretto;

- avvenuta la sedazione la squadra di cattura interviene all'interno della trappola bendando gli occhi degli animali con una mascherina³ e immobilizzando le zampe con appositi lacci⁴, per poi procedere alle operazioni di marcaggio e di rilievo del sesso, dell'età e dei parametri biometrici. Questi vengono riportati su un'apposita scheda. Le misure biometriche rilevate sono: peso, lunghezza della mandibola, lunghezza dell'arto posteriore, circonferenza del collo, lunghezza e numero di punte del palco e stato di allattamento.

Tutte le operazioni sono svolte nel minor tempo possibile per evitare stress all'animale. E' particolarmente importante avere cura di posizionare il cervo sempre sul fianco destro, con la testa bene alzata e la lingua fuori dalla bocca, per evitare eventuali rigurgiti che potrebbero causare soffocamento (questa posizione è indicata anche durante il risveglio, dopo la somministrazione dell'antidoto). La posizione sul fianco destro è necessaria per evitare che l'espansione del ruminale impedisca una corretta respirazione. Il narcotico ha la controindicazione di bloccare la peristalsi ruminale. In tal modo, per effetto della fermentazione microbica attiva all'interno del ruminale si ha un fenomeno di rigonfiamento eccessivo dello stesso. Poiché il ruminale è posizionato in modo asimmetrico è importante adagiare l'animale sul fianco destro in modo da permettere l'espansione verso l'alto e la parte esterna.

Terminate tutte le operazioni di manipolazione, gli animali vengono adagiati possibilmente in posizione sternale o sul fianco destro, sempre con la testa bene alzata, mentre il veterinario somministra una dose di antidoto al narcotico per facilitare il risveglio.

³Mascherina: viene messa ad ogni capo in trappola e serve a tranquillizzare l'animale oltre a non fargli subire stress troppo elevato.

⁴Lacci: se l'animale presenta segni di risveglio anticipato rispetto i tempi di svolgimento delle operazioni, o non è completamente addormentato, viene assicurato legandogli le zampe in modo che non possa ferire, scalciando, se stesso, gli altri esemplari in trappola o il gruppo di lavoro impegnato nel marcaggio e nei rilievi biometrici. L'immobilità delle zampe favorisce anche la calma al soggetto.

Una volta svegli gli animali vengono controllati fino al momento in cui sono considerati in grado di allontanarsi autonomamente dalla trappola.

In relazione ai tempi impiegati nelle operazioni richieste e alle loro modalità di svolgimento, sulla scheda di cattura si registrano anche:

- tempo di reazione: tempo che intercorre dalla penetrazione della siringa allo sdraiamento a terra dell'animale e appoggio della testa;
- reazione alla manipolazione (N=nessuna, D=debole, F=forte e MF=molte forte);
- somministrazione antidoto: ora, dose e tipo di antidoto utilizzato;
- tempo di risveglio: tempo intercorso tra la somministrazione dell'antidoto e il sollevamento da terra dell'animale.
- animale rilasciato: ora di apertura della trappola corrispondente a quello che si considera essere il momento in cui l'animale ha riacquisito tutte le sue facoltà.

In Figura 4.3 vengono mostrati alcuni momenti delle azioni previste nel protocollo formulato per le catture in trappole corral.



Foto 4.3 – Sparo del narcotico (1), animali sedati(2), operazione di pesatura (3), e animali in trappola svegli pronti per la liberazione (4).

4.1.2 Catture in *free-ranging*

L'attività di cattura in *free-ranging* consiste nella ricerca di esemplari vaganti sul territorio e nella cattura diretta di questi tramite l'utilizzo di fucili lancia siringa. Questa tecnica viene utilizzata principalmente nel caso in cui vengano richieste catture specifiche di particolari individui per classe di età oppure per la cattura di cervi maschi adulti, spesso difficili da catturare tramite trappole, al fine di avere un campione adeguatamente omogeneo. Il limite delle catture mediante trappole è infatti l'eccessiva selettività. Esse infatti tendono a catturare prevalentemente gli animali che frequentano la zona dei recinti.

Questa tecnica è stata sperimentata all'interno della Stazione di Valdidentro, nella Valle di Fraele afferente all'Unità di Gestione LO3, sempre all'interno dell'area protetta. Lo scopo di tali catture, svolte nella tarda estate-inizio autunno in un quartiere di estivazione, è stato quello di apporre appositi collari dotati di tecnologia GPS. Questo al fine di verificare gli spostamenti stagionali dei soggetti e d'identificare con maggiore chiarezza la dislocazione delle aree di svernamento della parte di popolazione estivante in Valle di Fraele (Par. 3.2).

Tale area viene tradizionalmente utilizzata come quartiere degli amori durante il periodo riproduttivo, e richiama un alto numero di individui di entrambi i sessi, permettendo così di ottimizzare il lavoro. I maschi impegnati nell'attività del bramito sono più facilmente avvicinabili, soprattutto durante le ore notturne, per la situazione di "debolezza" che si instaura nei soggetti che hanno impiegato grandi energie per lo scontro con altri maschi per la conquista delle femmine, per il controllo del proprio harem e infine per l'attività di riproduzione.

Attraverso l'utilizzo di un fuoristrada, le aree di abituale pascolo notturno vengono percorse fino all'individuazione del capo adatto alla cattura. L'equipaggio è composto da 4 persone con compiti prestabiliti: un autista, un addetto all'utilizzo del faro (fonte luminosa), un addetto all'utilizzo del fucile lancia siringhe e un addetto alla misura della distanza dell'animale dalla vettura, attraverso l'utilizzo di un telemetro. Risulta di fondamentale importanza l'individuazione della reale distanza di tiro per garantire una sufficiente

percentuale di colpi corretti. A tale proposito il fucile lancia siringhe è dotato di apposito manometro in grado di variare la pressione dell'aria con cui la siringa viene espulsa dalla canna e, conseguentemente, collimare la traiettoria di tiro con il bersaglio a seconda delle diverse distanze. Altra condizione necessaria per garantire il corretto inoculo del farmaco è che la siringa impatti il bersaglio con una velocità corretta. Un impatto troppo lento può infatti provocare il mancato impianto della siringa o difficoltà di espulsione del farmaco; viceversa un impatto troppo violento potrebbe arrecare danni all'animale.

La siringa contenente il narcotico è dotata di un trasmettitore che invia un segnale pulsante su una specifica frequenza VHF. Poiché il tempo che intercorre tra il tiro e la sedazione può essere di parecchi minuti e le attività avvengono durante le ore notturne, il cervo dispone di tempo sufficiente per allontanarsi e far perdere le proprie tracce. La siringa è inoltre dotata di ago con ardiglione in modo da rimanere più facilmente impiantata nell'animale e permetterne un agevole ritrovamento mediante tecniche di *radio-tracking*. Le distanze utili di tiro con l'attrezzatura attualmente disponibile non superano in genere i 35 metri se si vuole ottenere una percentuale significativa di colpi andati a segno. Prima di iniziare la ricerca tramite la tecnica del *radio-tracking*, è molto importante aspettare almeno una ventina di minuti dallo sparo. I movimenti e i rumori prodotti dalla squadra di cattura e dall'attività di ricerca potrebbero creare ulteriore agitazione, aumentare l'adrenalina in circolo e inibire così l'azione del narcotico.

Al termine dell'azione di sparo, una seconda squadra viene avvisata via radio dal luogo di cattura per fornire aiuto nelle operazioni di cattura al fine di garantire lo svolgimento delle operazioni di manipolazione nel minor tempo possibile (Figura 4.4). Oltre ai compiti precedentemente definiti al personale coinvolto vengono affidati i compiti prestabiliti di seguito specificati:

- un responsabile della ricerca: la ricerca viene effettuata tramite la tecnica del *radio-tracking*;
- un tecnico: responsabile dell'organizzazione nel suo insieme delle operazioni di cattura e delle successive operazioni di marcatura e di raccolta delle misurazioni biometriche;
- un veterinario: responsabile del benessere degli animali oltre che della sedazione;

- tre aiutanti: indispensabili durante le operazioni di manipolazione e immobilizzazione degli animali, nonché per la compilazione delle relative schede di cattura;



Figura 4.4 – Operazioni di manipolazione e marcatura del cervo 3914 (anno 2008) catturato in *free-ranging* nella Valle di Fraelle (Stazione Forestale di Valdidentro).

4.1.3 Materiali

Di seguito si elencano gli strumenti utilizzati durante lo svolgimento del lavoro in campo per le operazioni di cattura e marcaggio:

- fucile lancia siringhe: sono stati utilizzati due differenti fucili a gas compresso di CO² per le catture in trappola e per le catture in *free-ranging*. Per le prime si è utilizzato un fucile TELINJECT modello GUT 50 con canna da 11 mm, per le seconde un fucile DAN-INJECT modello JM SPECIAL con la possibilità di utilizzo di canna del diametro di 13 mm;
- siringhe: per le catture in trappola si sono utilizzate siringhe DAN-INJECT S 300 da 3,0 ml, con relativi aghi di lunghezza variabile da 250 mm a 300 mm e di diametro di 1,5 mm. Per le catture in *free-ranging*, la necessità di inserire all'interno della siringa un trasmettitore, ha fatto sì che si dovesse

utilizzare il tipo di siringa PNEUDART in alluminio a carica esplosiva da 3,0 ml ed ago da un pollice (catture nel 2007) e un pollice e un quarto (catture nel 2008);

- narcotici: sono stati utilizzati due differenti tipi di miscele, Hellabrunner mischung (HBRM) e Vienna mischung (VM).

La HBRM è una miscela di anestetico composta da Xilazina e ketamina e si ottiene diluendo un flacone da 500 mg di Rompun® sostanza secca con 4 ml di ketamina al 10%. La Xilazina è un alfa-2-agonista con proprietà sedative, analgesiche e miorilassanti. La ketamina è un derivato della fenciclidina ed ha lo scopo di mantenere nell'animale il riflesso faringeo-laringeo, riducendo il rischio di aspirazione del bolo alimentare di rigurgito. La VM è una miscela composta da Zoletil100® e Xilazina. Lo Zoletil100®, Tiletamina cloridrato con zolazepam cloridrato (CI 744), è una cicloesamina dissociativa derivata dalla fenciclidina con caratteristiche simili alla ketamina. La tiletamina si trova in commercio associata con lo zolazepam cloridrato, una benzodiazepina sedativa, in rapporto di 1:1 e si presenta come una soluzione da ricostruire prima dell'uso. Si tratta di un'ottima associazione in quanto permette di ottenere un più completo rilassamento muscolare rispetto alla sola tiletamina, ed una migliore analgesia per il sinergismo zolazepam-tiletamina.

Tipo di anestetico	Combinazioni utilizzate
Miscela Hellabrunner	125 mg di Xilazina (diluizione 12,5 %) + 100 mg Ketamina (diluizione 10 %) per 1 ml di miscela
Miscela Vienna	100 mg di tiletamina cloridrato (diluizione 10%) con zolazepam cloridrato (10%)+ 100 mg Xilazina per 1 ml di miscela

Sia per gli adulti che per i piccoli sono state iniettate dosi massime da 1,5 ml;

- antidoto al narcotico: per entrambe le miscele, Hellabrunner e Vienna, si è utilizzato l'antidoto denominato Antisedan®, contenente il principio attivo del atipamezolo cloridrato 5 mg;

- mascherina per coprire gli occhi dell'animale e per garantirne una maggiore tranquillità in caso di risveglio;
- lacci per bloccare le zampe anteriori e posteriori del soggetto già addormentato;
- metro a nastro per misurare il diametro del collo e la lunghezza dei palchi;
- metro rigido per misurare la lunghezza della mandibola e del metatarso;
- pinza per apporre le marche auricolari;
- chiavi a tubo varie per avvitare il collare colorato con catarifrangenti;
- scheda di cattura (Allegato 1);
- pila frontale per maggiore visibilità.

4.2 Metodi di conteggio

L'analisi quantitativa ricomprende tutti i metodi che si prefiggono di valutare la consistenza numerica di una popolazione animale. La valutazione numerica consiste in un conteggio in senso lato, cioè una stima volta a definire i parametri strutturali di una popolazione, quali la distribuzione, l'abbondanza assoluta (consistenza, densità), l'abbondanza relativa (indici), il rapporto tra i sessi, la struttura per classi d'età, le dimensioni e la struttura dei gruppi sociali, le variazioni della struttura di una popolazione nel tempo.

Più specifico è invece il termine censimento, solitamente utilizzato per indicare un conteggio eseguito in modo esaustivo su tutta l'estensione dell'area interessata. Censire una popolazione significa determinare con precisione il numero dei suoi individui e la loro ripartizione per sessi e classi d'età.

Lo studio della biologia della fauna selvatica ha richiesto lo sviluppo di metodi di analisi quantitativa che possono essere indicativamente raggruppati secondo due classificazioni: una in funzione del risultato ottenuto, l'altra secondo la metodologia utilizzata.

In base al primo tipo di classificazione menzionato (Scott-Overton, 1971), si avranno:

- censimenti esaustivi (*census*), conteggi assoluti (totali o completi), volti a determinare il numero totale degli animali presenti all'interno di un'area determinata (densità e consistenza);
- censimenti per zone campione (*sample census*), conteggi assoluti volti a valutare le densità in una parcella campione di una determinata area in esame, per poi estrapolare i dati relativi all'intera area;
- conteggi relativi o per indici (*count*), volti alla definizione di un indice di abbondanza relativa, in funzione della consistenza assoluta della popolazione [I.K.A. (indici chilometrici di abbondanza), I.P.A (indici puntiformi di abbondanza)].

Secondo la classificazione basata sulla metodologia (Briedermann, 1983), distinguiamo:

- conteggi diretti, in cui si osservano direttamente i soggetti appartenenti alla specie censita;
- conteggi indiretti, basati sull'utilizzo e la conta di indici di presenza riconducibili alla specie censita (tracce, escrementi, emissioni sonore etc.);
- conteggi analitico-matematici, basati sull'utilizzo di dati numerici relativi ad una parte della popolazione (ad esempio la proporzione di individui marcati nella popolazione, proporzione di determinate classi o unità sociali rispetto al totale della popolazione, dati relativi agli abbattimenti venatori, dati relativi ai soggetti rinvenuti morti mi permettono di risalire al conteggio della popolazione).

Entrambe le classificazioni posseggono alcuni vantaggi ed una reciproca integrazione è comunque necessaria. Negli ultimi 20 anni il progredire delle tecniche messe a disposizione per lo studio della fauna selvatica ha sviluppato metodi di stima delle consistenze delle popolazioni, in grado di fornire informazioni sull'attendibilità delle stime stesse. In tal modo è possibile valutare l'efficienza della stima attraverso l'utilizzo di alcuni "indici" quali l'accuratezza, la precisione, la sensibilità e la robustezza.

L'accuratezza indica quanto una particolare stima si avvicina al valore reale di consistenza (e struttura).

La precisione si riferisce alla variabilità (o dispersione) di una serie di stime ripetute; maggiore sarà la precisione, minore il numero di repliche necessario ad ottenere stime sufficientemente attendibili.

La sensibilità valuta la capacità di una serie di stime nel rilevare eventuali cambiamenti nella dinamica della popolazione; questo fattore risulta particolarmente importante se la popolazione seguita non ha ancora raggiunto una fase di relativa stabilità.

La robustezza, infine, indica il grado di tolleranza alla variazione (violazione) delle assunzioni che stanno alla base delle varie tecniche utilizzate.

I censimenti, ed in particolare quelli esaustivi, non risultano sempre possibili, sia per la vastità e le caratteristiche ambientali di determinati territori, sia per le caratteristiche comportamentali di determinate specie che influiscono sulla contattabilità e che la rendono spesso estremamente ridotta. Tutti questi motivi fanno sì che una popolazione censita di cervi venga spesso sottostimata (Mayle *et al.*, 1999).

Per un corretto rilevamento della fauna selvatica, risulta quindi necessario applicare metodologie rispondenti alle caratteristiche eco-etologiche delle diverse specie, rispondenti alla densità delle popolazioni, alla distribuzione degli individui nell'ambiente nonché, infine, alla estensione ed alla conformazione dell'area oggetto dell'indagine.

In alcuni casi può essere utile realizzare più conteggi basati su tecniche differenti, che verranno successivamente confrontati tra loro in modo critico per individuare eventuali incongruenze o conferme nei risultati.

La necessità di disporre di informazioni corrette, unita alla vastità dell'area da indagare, corrispondente alla Stazione Forestale di Valfurva, sommata al comportamento molto elusivo del cervo, ha orientato il Parco verso l'applicazione di diverse tecniche di conteggio, tra loro indipendenti e caratterizzate da sforzi differenti, per determinarne la stima di consistenza della popolazione oltre che la valutazione del grado di errore associato ai conteggi:

- conteggi esaustivi, notturni primaverili con sorgenti di luce, effettuati in modo standardizzato in tutto il Parco (CENSIMENTO ESAUSTIVO - DIRETTO);

- stima della consistenza (e della sottostima dei censimenti notturni) mediante *mark-resight* (MR, White, 1996) nella sola Stazione di Valfurva (CENSIMENTO CAMPIONARIO - DIRETTO);
- stima della densità e della consistenza mediante *pellet group count distance sampling* (PG CDS, Buckland *et al.*, 1993) in aree campione (CENSIMENTO CAMPIONARIO - INDIRETTO);

4.2.1 Valutazioni quantitative della popolazione di cervo del PNS tramite censimenti primaverili applicati al *mark-resight* (MR)

Lo scopo del lavoro sperimentale è stato quello di conseguire una stima della consistenza della parte di popolazione di cervo presente durante la fase primaverile all'interno della Stazione di Valfurva. La stima così ottenuta è stata successivamente confrontata con il dato sinora impiegato a fini gestionali, riferito al numero massimo di cervi conteggiati contemporaneamente in una singola uscita di censimento notturno con il faro all'interno della Stazione di Valfurva.

Da tale confronto è possibile effettuare valutazioni quantitative sulla sottostima connessa ai censimenti primaverili notturni e su come essa possa variare di anno in anno.

Ulteriormente si è confrontata tale stima coi risultati ottenuti, nella stessa area, mediante *Distance Sampling* applicato al *Pellets Pellets Group Count*, metodo di stima della densità delle popolazioni di cervo, totalmente indipendente dal nostro.

Mediante l'utilizzo di 3 equipaggi indipendenti sono state pianificate e effettuate 6 sessioni notturne di censimento primaverili con il faro, utilizzate per stimare il rapporto tra i cervi marcati e quelli non marcati negli avvistamenti.

La scelta di effettuare i censimenti durante la stagione primaverile è strettamente collegata al fatto che i cervi in questo periodo abbandonano, durante la fase notturna i boschi, per raggiungere i pascoli di media-bassa quota dove l'erba incomincia a ricrescere dopo il riposo vegetativo (trovandosi ad operare in

un ambiente alpino le date di censimento dipendono fortemente dall'andamento meteo-climatico stagionale).

I censimenti primaverili sono di semplice organizzazione, non richiedono un numero elevato di persone, interessano aree maggiormente ristrette e, se eseguiti ogni anno secondo protocolli rigorosamente standardizzati, permettono di avere informazioni corrette sul *trend* evolutivo della popolazione. Al momento tale tipo di conteggio rappresenta la migliore soluzione in termini di rapporto costi/benefici.

L'attendibilità del metodo decresce in relazione al diminuire delle aree aperte disponibili e risulta di difficile applicazione nelle zone montane più ripide e scarsamente dotate di rete viaria. In questi casi la sottostima può risultare notevole. Quest'ultima può essere influenzata anche da altri fattori quali il disturbo antropico, lo stato di ripresa della vegetazione e le condizioni meteorologiche che possono influenzare l'avvistamento dei singoli individui.

Le stime di consistenza della popolazione di cervo all'interno della Stazione di Valfurva, mediante MR sono state effettuate in concomitanza con i censimenti notturni primaverili routinari. Oltre alle due sessioni di censimento standard previste dal protocollo operativo del Parco, sono state effettuate altre quattro sessioni di osservazione per un totale di 6 ripetute effettuate.

Le 6 ripetute notturne di censimento sono state effettuate nel periodo compreso tra il 16 aprile e il 5 maggio 2008, con personale afferente al Parco Nazionale dello Stelvio e al Corpo Forestale dello Stato. Durante ogni singola uscita sono stati percorsi tracciati predefiniti in modo standardizzato, secondo una suddivisione del territorio in 7 sottozone. Un primo equipaggio ha censito l'area sul percorso Pravasivo-Uzza, il secondo equipaggio quella determinata dai percorsi San Nicolò-Madonna dei Monti, San Gottardo-Pradaccio e Val Zebrù, mentre il terzo equipaggio si è rivolto all'area dei percorsi Valfurva SX orografica, Valfurva DX orografica e Santa Caterina-Valle dei Forni (Figura 4.5).

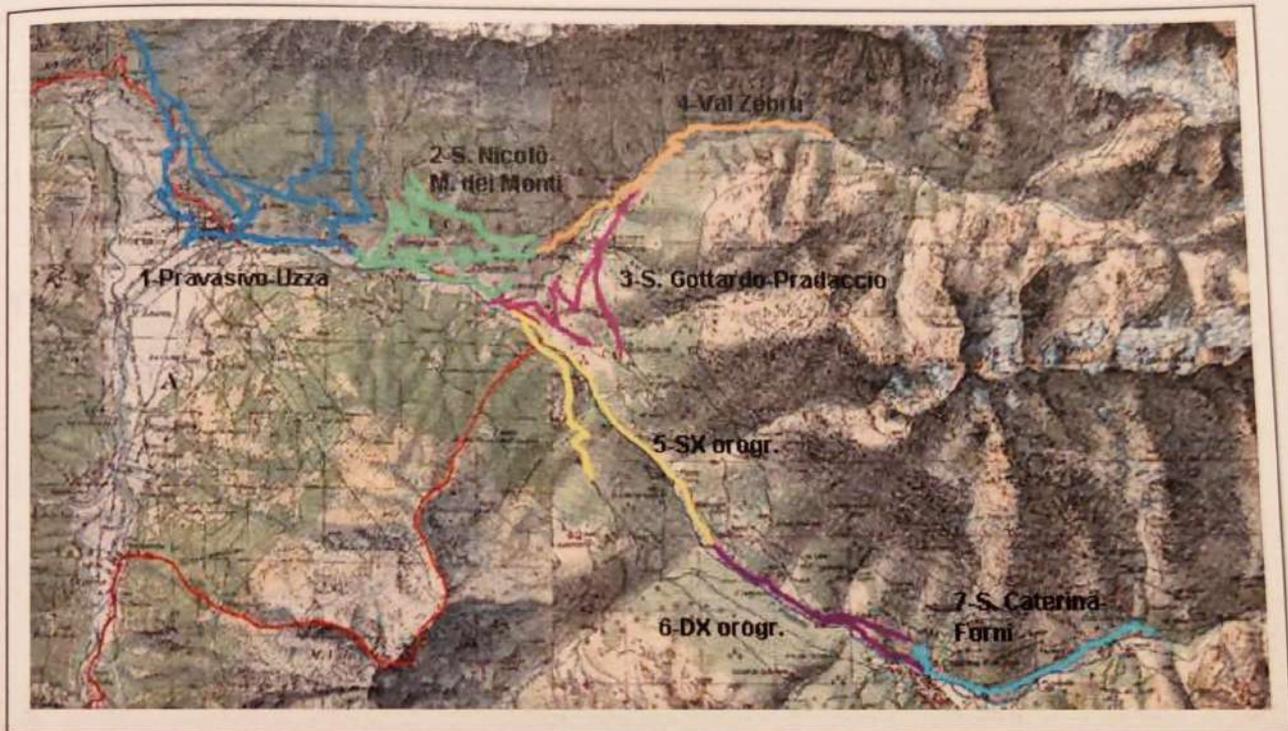


Figure 4.5 - Rappresentazione delle 7 sottozone e dei percorsi utilizzati durante i censimenti primaverili con *mark-resight*. In rosso il confine del PNS.

Oltre agli automezzi fuoristrada il materiale necessario durante le sessioni di censimento è composto da:

- fari direzionabili e collegati agli automezzi che permettono di illuminare una distanza utile massima di 300 metri, oltre la quale il riconoscimento dell'animale risulta difficile;
- carta tecnica regionale 1:10.000 per localizzare con la massima precisione possibile il punto di avvistamento dei capi;
- scheda di censimento (Allegato 2);
- binocolo per il riconoscimento individuale degli animali marcati e del sesso e della classe di età di tutti i capi.

Durante i normali censimenti primaverili, ogni equipaggio è tenuto ad annotare su apposite schede i capi avvistati specificandone, se possibile, il sesso e la classe di età. Nel caso dei censimenti mediante *mark-resight* è importante riconoscere singolarmente tutti i soggetti marcati avvistati. A tale proposito, come

specificato, il protocollo di marcatura utilizzato durante le catture rende tutti i singoli soggetti marcati distinguibili fra loro (Figura 4.6). Al fine della successiva elaborazione dei dati, sono stati considerati quali "individui marcati disponibili" tutti i soggetti precedentemente marcati ed avvistati almeno una volta durante le 6 ripetute notturne con il faro.

5⁵IMA
CONSERVATIVA



Figura 4.6 – Marcature visive mediante targhe auricolari e collari colorati. Le frecce indicano come riconoscere un animale marcato dalla combinazione di colori dei catarifrangenti e delle marche auricolari.

Per facilitare il riconoscimento dei singoli capi marcati avvistati durante le operazione di conteggio, viene utilizzato uno schema colorato riassuntivo che permette un rapido controllo e la facile individuazione delle combinazioni di colori dei collari, dei rispettivi catarifrangenti, delle marche auricolari e della trappola di provenienza (Figura 4.7).

CERVI MARCATI PARCO NAZIONALE DELLO STELVIO, settore lombardo												
ID	ID TOT	CATARIFRANGENTI		SEX	ANNO DI NASCITA	MARCHE AURICOLARI		ANNO DI CATTURA	COLORE COLLARE		LUOGO DI CATTURA	NOME
		ALTO	BASSO			DX	SX		OR	SC		
5	F08	BB	R	F	2005	G		2008	G	AZ	CANTON	DORMI
6	F19	BB	R	F	2005	B		2008	B	B	CANTON	NEVE
21	F05	G	G	F	2004		B	2007	R	R	PLAZ	PLAZ

Figura 4.7 – Esempio di schema utilizzato durante i censimenti primaverili notturni per il riconoscimento degli animali marcati.

Per ogni sessione di censimento, la localizzazione di gruppi o singoli cervi avvistati è stata inserita in un apposito database utilizzando il software G.I.S. Arcview 3.2 (Figura 4.8).

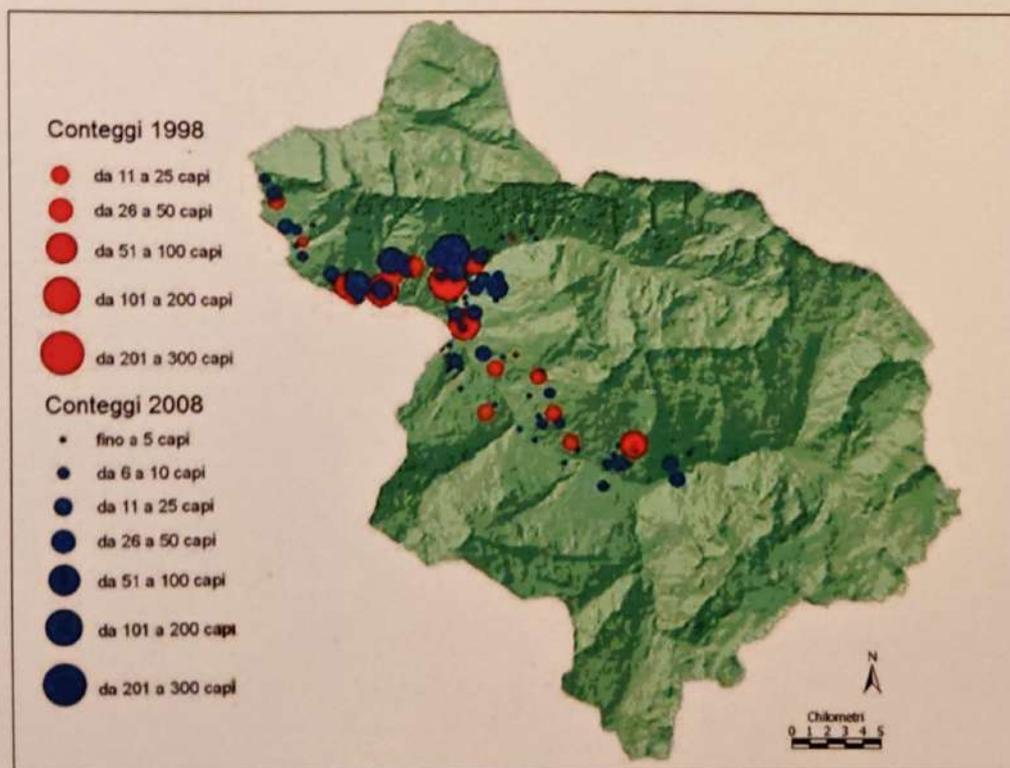


Figura 4.8 – Distribuzione puntiforme dei cervi avvistati durante le sessioni di massima osservazione effettuate nella primavera 1998 e 2008 all'interno della stazione di Valfurva

Al termine dei censimenti i dati sono stati inseriti in un apposito foglio elettronico in formato Excel. In esso sono riportate, in righe successive, le diverse sessioni di osservazione, con le relative variabili associate: ora di inizio e fine censimento, totale cervi osservati, totale cervi marcati osservati, totale cervi marcati disponibili, "storia" di avvistamento per ciascun cervo marcato (Figura 4.9). I dati raccolti sono stati elaborati mediante il *software Noremark* (Buckland *et al.*, 2001), applicando due differenti stimatori:

- 1) *immigration/emigration model* (IEJHE) (Neal *et al.*, 1993, White, 1993);
- 2) *Bowden's estimator* (Bowden, 1993).

Il primo stimatore meglio si adatta alla situazione dello Stelvio in cui i cervi marcati non sempre sono presenti all'interno delle aree sottoposte e censimento. Il secondo, in accordo con quanto recentemente riportato in letteratura, è l'unico per il quale il *software Noremark* calcoli correttamente gli intervalli di confidenza (Fattorini *et al.*, 2007).

16

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ		
1																																						
2																																						
3																																						
4																																						
5																																						
6	16/04/2008	Valturva		22.50	4.30	523		7		23	21	516	X	X	NO	X	NO	NO	NO	X	X	NO	X	NO	X	NO	NO	X	NO									
7	22/04/2008	Valturva		22.14	1.50	493		6		23	21	487	X	NO	NO	NO	NO	NO	X	X	NO	X	NO	X	NO	NO	X	NO										
8	24/04/2008	Valturva		22.34	2.25	635		9		23	21	626	NO	NO	NO	NO	X	X	NO	X	X	NO	X	NO	X	NO	X	NO	NO	X	NO	NO	X	X	NO	NO	NO	NO
9	29/04/2008	Valturva		22.30	3.15	752		8		23	21	744	X	NO	NO	NO	NO	NO	NO	X	NO	X	NO	X	X	NO	NO	X	X	NO	NO	NO	NO	NO	X	X		
10	02/05/2008	Valturva		22.15	1.50	813		15		23	21	798	X	X	X	X	X	X	NO	X	X	X	X	X	X	NO	X	X	NO	X	X	NO	X	X	X	X		
11	05/05/2008	Valturva		22.30	2.10	866		11		23	21	855	X	NO	NO	NO	X	X	NO	X	X	NO	X	NO	X	X	NO	X	X	NO	X	X	NO	NO	NO	X	NO	
12																																						
13													5	2	1	2	3	3	1	5	6	1	5	1	1	4	4	NO	3	2	1	NO	1	3	2			
14																																						
15																																						
16																																						
17																																						
18	Marcati disponibili A = Tutti i cervi con collare catarifrangente vivi nell'inverno 2007-2008 esclusi i tre cervi con solo marche auricolari																																					
19	Marcati disponibili B = Tutti i cervi con collare catarifrangente esclusi quelli mai visti durante le uscite diurne e i tre cervi con solo marche auricolari																																					
20																																						
21																																						
22																																						
23																																						
24																																						

Figura 4.9 – Foglio Excel d'inserimento dati per le elaborazioni finali.

Il numero di animali avvistati durante una sessione di osservazione non corrisponde necessariamente al numero totale di individui realmente presenti all'interno dell'area indagata (spesso ne è una sottostima). L'utilizzo di modelli di *mark-resight* permette di stimare la probabilità di avvistamento (\mathbf{p}) che andrà a modificare la formula utilizzata nel calcolo della stima della consistenza di una popolazione. In generale la probabilità di avvistamento non è nota e per calcolarla si usa lo stimatore di massima verosimiglianza (*maximum likelihood estimator*, MLE) che ci restituisce il valore più verosimile di N in base a ciò che abbiamo osservato. MLE assume che la popolazione totale che può essere osservata nell'area di studio sia $N = \mathbf{N}^*$ e che il numero di animali visti al tempo i sia \mathbf{N}_i .

$$\mathbf{P} = \frac{\mathbf{M}_i}{\mathbf{T}_i} = \frac{\mathbf{N}_i}{\mathbf{N}^*}$$

La funzione di vero somiglianza può quindi essere scritta nel seguente modo:

$$\mathcal{L}(N^*, N_i | T_i, M_i, m_i, n_i) = \prod_{i=1}^k \binom{T_i}{M_i} \left(\frac{N_i}{N^*}\right)^{M_i} \left(1 - \frac{N_i}{N^*}\right)^{T_i - M_i} \frac{\binom{M_i}{m_i} \binom{N_i - M_i}{n_i - m_i}}{\binom{N_i}{n_i}}$$

Il parametro \mathbf{N}^* e \mathbf{N}_i per $i = 1 \dots K$ può essere stimato attraverso numerose interazioni per massimizzare la verosimiglianza, con il vincolo che $N_i > (M_i + u_i)$ e $N^* > N_i$ per $i = 1 \dots k$.

Applicando il modello *Bowden*, l'intervallo di confidenza è calcolato sulla varianza della frequenza di avvistamento dei singoli animali marcati.

Se $\hat{\mathbf{N}}$ è il numero di animali osservati nel campionamento

$$\hat{N} = \frac{\left(\frac{(u. + m.)}{\bar{f}} + \frac{s_f^2}{\bar{f}^2} \right)}{\left(1 + \frac{s_f^2}{T \bar{f}^2} \right)}$$

Con la varianza si ottiene:

$$\text{Var}(\hat{N}) = \hat{N}^2 \frac{\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{\hat{N}} \right) \frac{s_f^2}{\bar{f}^2}}{\left(1 + \frac{s_f^2}{T \bar{f}^2} \right)^2}$$

L'intervallo di confidenza è dato da:

$$\hat{N} / \exp\left(t_{1 - \frac{\alpha}{2}, T-1} \hat{C}\hat{V}(\hat{N})\right) \quad \text{e} \quad \hat{N} \times \exp\left(t_{1 - \frac{\alpha}{2}, T-1} \hat{C}\hat{V}(\hat{N})\right)$$

dove $\hat{C}\hat{V}(\hat{N})$ è $\text{Var}(\hat{N})^{1/2}/\hat{N}$

Notazione:

N^* = Popolazione totale che può essere osservata

\hat{N} = Numero di animali visti nel campionamento

N_i = Numero di animali visti al tempo i

M_i = Numero di animali marcati disponibili in una determinata area al tempo i

T_i = Numero totale di animali marcati visti al tempo i nella popolazione di studio

f_i = Numero di volte che un animale marcato è stato avvistato

m = Numero totale di avvistamenti di animali marcati

u = Numero totale di avvistamenti di animali non marcati

\bar{f} = Frequenza di cattura degli animali marcati

s_f^2 Varianza della frequenza di avvistamento degli animali marcati

$$s_f^2 = \frac{\sum_{i=1}^T (f_i - \bar{f})^2}{T}$$

4.3 Valutazione della struttura di popolazione e dei parametri demografici

I principali fattori in grado di modulare e regolare la dinamica delle popolazioni di cervo sono la densità (per competizione intraspecifica), il rapporto tra i sessi, i tassi riproduttivi, la struttura per classi di età e i fattori di mortalità.

Il cervo è caratterizzato da incrementi inferiori a quelli del capriolo e il parto, di regola, è singolo. Fra gli ungulati delle Alpi il cervo è una specie in grado di ben modulare la dinamica della propria popolazione in risposta ad eventi o situazioni esterne quali le differenti qualità ambientali (disponibilità alimentari e di zone di svernamento) e differenti densità. In questo senso popolazioni diverse possono mostrare valori anche notevolmente diversi nei principali parametri demografici.

Gli incrementi netti annuali non dipendono quasi esclusivamente da una variazione dei tassi di mortalità, ma anche da una progressiva riduzione, in caso di necessità, dei tassi di natalità. La riduzione della natalità, legata a fattori che abbassano progressivamente la condizione dei singoli individui (all'aumentare delle densità o al diminuire della qualità-quantità di cibo e spazio disponibile), si esprime attraverso una riduzione dei parti gemellari ed ad un aumento dell'età media delle femmine primipare. Questo ha come conseguenza una diminuzione del numero medio di cerbiatti prodotti annualmente sul totale di femmine presenti nella popolazione. (Mustoni *et al.*, 2002).

In base ai numerosi studi sull'ecologia e demografia del cervo, è noto che la specie modula i suoi accrescimenti in caso di alte densità, non solo a causa dell'aumento della mortalità, ma anche attraverso una riduzione della produttività in termini di piccoli nati (Clutton-Brock *et al.*, 1982). Una femmina che presenta pesi medi inferiori e minori accumuli di grasso, a causa di un'alta densità e di una conseguente minore disponibilità alimentare, riduce la propria probabilità di raggiungere lo stato di fertilità, portando l'età del primo accoppiamento a dilazionarsi nel tempo sino anche ai 4-5 anni. Questo ha, come conseguenza, una diminuzione del numero medio di cerbiatti prodotti annualmente sul totale delle femmine presenti nella popolazione e, quindi, a una diminuzione dell'incremento utile annuo (IUA). Quest'ultimo rappresenta

l'accrescimento di una popolazione da un anno all'altro tenuto conto dei fattori positivi (natalità⁵ ed immigrazione) e dei fattori negativi (mortalità⁶ ed emigrazione).

L'IUA può variare notevolmente da un anno all'altro, in funzione delle condizioni ambientali e meteorologiche (annate più o meno favorevoli dal punto di vista alimentare, della predazione, della competizione, delle patologie, ecc.). In generale gli IUA si pongono tra il 20% e il 35% della consistenza complessiva e tra il 55% e il 66-70% delle femmine presenti nella popolazione. In popolazioni caratterizzate da densità medie e buoni incrementi, il rapporto tra piccoli e femmine totali si attesta su valori del 65-70%. Di norma la percentuale di femmine di due anni che partecipa alla riproduzione è estremamente variabile e dipende dalla densità, ma anche dalla ricchezza nutrizionale degli ambienti occupati. Una buona condizione fisica permette infatti di portare a buon fine la gravidanza anche nel caso in cui il feto sia un maschio, che, per le sue necessità energetiche di crescita nel primo anno, necessita di un investimento maggiore da parte della madre durante la gestazione e l'allattamento (Clutton-Brock *et al.*, 1997).

In tabella 4.2 vengono illustrati i valori dei parametri demografici tipici di una popolazione di cervo.

	Minimo	Media	Massimo
Proporzione naturale dei sessi (RS)	1:1	1:1,1-1,2	1:1,5-2
Incremento Utile Annuo (IUA)	20 %	25-30 %	35 %
Indice di fertilità	25-27	60	65-70
Tasso di fecondità (femmine di 2 anni)	50		93
Tasso dei fecondità di femmine di 3 o più anni	45	80	90
Età delle primipare	2	3	4
Mortalità annua nel 1° anno di vita	5-12 %	20 %	30-38 %
Mortalità naturale annua negli adulti	2 %		7-10%

Tabella 4.2 - Valori medi dei principali parametri demografici di una popolazione di cervo.

⁵Natalità: capacità di una popolazione di accrescersi. Rappresenta il numero di piccoli per femmina (n° piccoli/n° femmine) e viene calcolata su tutte le femmine di età maggiore di un anno.

⁶Mortalità: indica la diversa incidenza di morte sulle varie classi di sesso ed età di una popolazione. Viene espressa in percentuale (%) rispetto al totale degli individui, e può essere riferita ad un particolare periodo di tempo (mortalità invernale, annuale, ecc.) o alla causa (predazione, investimenti stradali, malattie, condizioni atmosferiche, ecc.).

Per la stima di alcuni di questi fattori, soprattutto in riferimento alla determinazione della produttività annuale, all'interno della nostra area di studio, si è deciso di percorrere, a titolo sperimentale, transetti estivi in zone campione, al fine di effettuare anche una valutazione critica della validità e applicabilità del metodo

La raccolta di tali dati ha lo scopo di raccogliere informazioni quantitative, ancora carenti, sui parametri demografici e di struttura di popolazione⁷ (rapporto fra i sessi⁸ e rapporto femmine e piccoli⁹). Le sessioni di osservazione estive del cervo sono state effettuate durante l'estate 2008, lungo percorsi distribuiti in modo da coprire tutte le tipologie ambientali utilizzate dalla popolazione e caratterizzate da sufficiente visibilità.

E' importante che durante tali osservazioni, sia possibile determinare con chiarezza il sesso dell'animale e la sua classe di età. Anche durante il periodo estivo non sempre tali determinazioni di sesso e classe di età risultano scontate. È infatti facile distinguere gli individui adulti maschi dalle femmine per la presenza o meno dei palchi, ma è altrettanto difficile, durante il periodo estivo, fare distinzioni tra altre classi di età. Può risultare non scontato distinguere una femmina di 1 anno dalle femmine adulte o, addirittura, da un maschio di 1 anno (fusone) che ha il palco ancora molto ridotto e in formazione. In particolare, all'interno della nostra area di studio, il frequente scarso e ritardato sviluppo dei palchi nei giovani maschi può fuorviare nella determinazione dell'appartenenza alla classe di sesso. Per ovviare a questo inconveniente si sono tracciati percorsi che permettessero avvistamenti molto ravvicinati, non superiori ai 200 metri.

Per facilitare le distinzioni sono state accorpate alcune classi di età, determinando solo quelle dettagliate nella Tabella 4.1 e contenute nella scheda di campo utilizzata (Allegato 3).

⁷Struttura di popolazione: rappresenta la composizione, espressa in percentuale, della popolazione in classi di sesso e di età.

⁸Rapporto tra i sessi (RS): è il rapporto tra il numero dei maschi e quello delle femmine.

⁹Rapporto femmine piccoli: rappresenta il numero di piccoli per femmina (n° piccoli/ n° femmine) e viene calcolato su tutte le femmine di età maggiore di un anno.

Sesso	Classe	Età
	Cerbiatti	0 anni
Maschio	Fusione	1 anno compiuto
	Subadulto	di 2-4 anni
	Adulto	più di 5 anni
Femmina	Sottile	1 anno compiuto
	Adulta	più di 2 anni

Tabella 4.1 – *Suddivisione delle principali classi di età utilizzate durante i transetti estivi.*

E' possibile farsi un'idea della produttività della popolazione presente all'interno del Parco e di conseguenza dell'eventuale *trend* evolutivo, valutando il rapporto piccoli/femmine stimato in base alle osservazioni effettuate lungo transetto durante i mesi estivi.

4.4 Analisi degli spostamenti stagionali e valutazione dei confini e dimensioni delle unità utilizzate a fini gestionali

In una popolazione di cervo, l'occupazione dello spazio non è costante durante l'intero corso dell'anno. Tra l'estate e l'inverno gli individui tendono a utilizzare aree differenti, in relazione alle diverse condizioni climatiche, che determinano una variazione nell'offerta alimentare e nella disponibilità di zone rifugio. Le aree occupate durante le due stagioni principali possono distare tra loro in media da poche centinaia di metri sino a 3 km nel caso delle femmine e da un chilometro sino a 4-5, nel caso dei maschi. È stato più volte verificato come, in situazioni climatico-ambientali particolarmente dure, dal 20 al 40% della popolazione possa effettuare delle vere e proprie migrazioni tra aree stagionali che distano tra loro 15-20 e sino a 35 km (Pedrotti e Luchesa, 2005). Le principali barriere ecologiche ai movimenti stagionali, migratori e di dispersione, delle popolazioni sono rappresentati principalmente dai fondovalle fortemente

antropizzati e ricchi di barriere e infrastrutture viarie e dalle porzioni più elevate dei versanti montuosi, dove sono presenti soprattutto rocce e ghiacciai.

Per approfondire tali aspetti dell'ecologia del cervo (l'entità degli spostamenti stagionali tra i quartieri di svernamento ed estivazione, il comportamento spaziale nell'arco delle 24 ore) e per individuare in modo corretto i confini e le dimensioni delle unità territoriali utilizzate a fini gestionali nel "Piano di conservazione e gestione delle popolazioni di cervo del settore lombardo del Parco Nazionale dello Stelvio" è stata compiuta una analisi, sia degli avvistamenti diretti per gli animali marcati con catarifrangenti, sia degli spostamenti degli individui muniti di radiocollari GPS. Lo scopo di tale studio è l'individuazione delle principali rotte di migrazione stagionale e, nel dettaglio, dei corridoi di migrazione utilizzati, oltre alla stima della dimensione degli *home-range* annuali e stagionali. L'obiettivo è quello di aggiungere alle informazioni che costantemente vengono raccolte sulla consistenza, sulla struttura per età e sulla produttività, anche informazioni riguardanti gli spazi effettivamente occupati dalle popolazioni nel loro ciclo annuale. Questo al fine di disporre di elementi sempre più precisi da utilizzare nella definizione di future linee strategiche conservazionistiche e gestionali.

La scelta di utilizzare radiocollari GPS è legata all'acquisizione automatica di un numero elevatissimo di localizzazioni e di dati posizionali caratterizzati da una buona precisione spaziale. Grazie all'accoppiamento di tecnologie GPS e GSM, le localizzazioni vengono direttamente scaricate, a intervalli regolari, e inviate via SMS alla stazione di ricerca.

I vantaggi sono legati all'elevata precisione delle localizzazioni e all'elevato numero di localizzazioni registrabili.

5. RISULTATI

5.1 Attività di cattura a fini di marcaggio

La conoscenza del rapporto costi/benefici in relazione agli obiettivi di ricerca e al tempo necessario per lo svolgimento del lavoro di campo, sia durante le catture con trappole, sia durante le catture in *free-ranging*, è di fondamentale importanza al fine di quantificare le necessità economiche, oltre che per la definizione dell'applicabilità della tecnica e della sua replicabilità negli anni. La conoscenza dello sforzo necessario alla cattura di un numero di cervi congruo con la possibilità di eseguire, in un determinato periodo, un censimento con il metodo del *mark-resight* diventa inoltre di fondamentale importanza ai fini di una valutazione dell'applicabilità del metodo di censimento stesso.

Durante l'esecuzione del presente lavoro, diverse sono state le situazioni che hanno influenzato i tempi di svolgimento delle catture e marcature, quali:

- l'andamento meteorologico annuale. Risulta chiaro come la frequentazione delle trappole sia maggiore e più prolungata nel tempo a seconda della permanenza del manto nevoso;
- il risveglio vegetativo e l'offerta alimentare disponibile. Primavera precoci riducono il periodo utile in cui le trappole vengono frequentate;
- i fondi a disposizione per l'indagine. La possibilità di costituire più squadre di cattura (per l'applicazione di entrambi i metodi utilizzati) e di avere un numero maggiore di trappole disponibili sono fattori in grado di influenzare i risultati;
- la densità relativa della specie nell'area di cattura, che influenza il grado di contattabilità della popolazione e che ha giocato un ruolo fondamentale durante le catture in *free-ranging*;
- la percorribilità con automezzi delle zone in cui si posizionano le trappole o si vuole agire mediante catture in *free-ranging*.

5.1.1 Caratterizzazione dei cervi catturati

Le catture sono state concentrate principalmente in due periodi stagionali. Durante l'inverno sono state utilizzate trappole auto scattanti, mentre durante l'autunno (stagione riproduttiva), le catture sono state effettuate in *free-ranging*. Complessivamente, dall'inverno 2007 al 24 febbraio 2009, sono stati catturati e marcati 46 cervi. Di questi, 43 sono stati catturati mediante trappole autoscattanti e 3 in *free-ranging*. Le diverse tipologie di marcatura applicate sono riportate nella tabella 5.1

Anno	Solo marche auricolari			Collari catarifrangenti			Radiocollari GPS			Totale cervi marcati
	M	F	P	M	F	P	M	F	P	
2007					2	1	1			4
2008		1	2	3	13	6	1			26
2009	3		1	1	9	2	0			16
TOTALE	3	1	3	4	24	9	2			46

Tabella 5.1 – Numero di cervi marcati nelle aree di studio e tipo di marcatura applicata a partire dal 2007 (M=maschi, F=femmine, P=piccoli).

Le tabelle 5.2 e 5.3 forniscono una semplice caratterizzazione della condizione e costituzione della popolazione presente nell'area di studio, in base ai valori medi di due parametri biometrici considerati quali indicatori della condizione (peso, Bertouille e De Crombrughe, 1995; Artois, 1987) e della costituzione (lunghezza del piede posteriore, Buchli, 1979; Langhvatn, 1977; Leoni, 1995) nel campione di cervi catturati a fini di marcatura. Il confronto con i valori medi degli stessi parametri nella popolazione presente all'esterno del Parco, e caratterizzata da densità di molto inferiori, indica come la densità giochi ormai un ruolo primario all'interno del Parco sullo *status* e, conseguentemente sulla demografia della popolazione (Artois, 1987). L'analisi della varianza effettuata indica come i pesi medi (completamente eviscerati) dei cervi presenti nel Parco (catturati), risultino significativamente inferiori a quelli dei cervi presenti nelle aree limitrofe esterne al Parco stesso (abbattuti; Anova; modello, $F = 42,43$, 14 gl, $p < 0,01$; tra aree, $F = 14,33$, 1 gl, $p < 0,01$

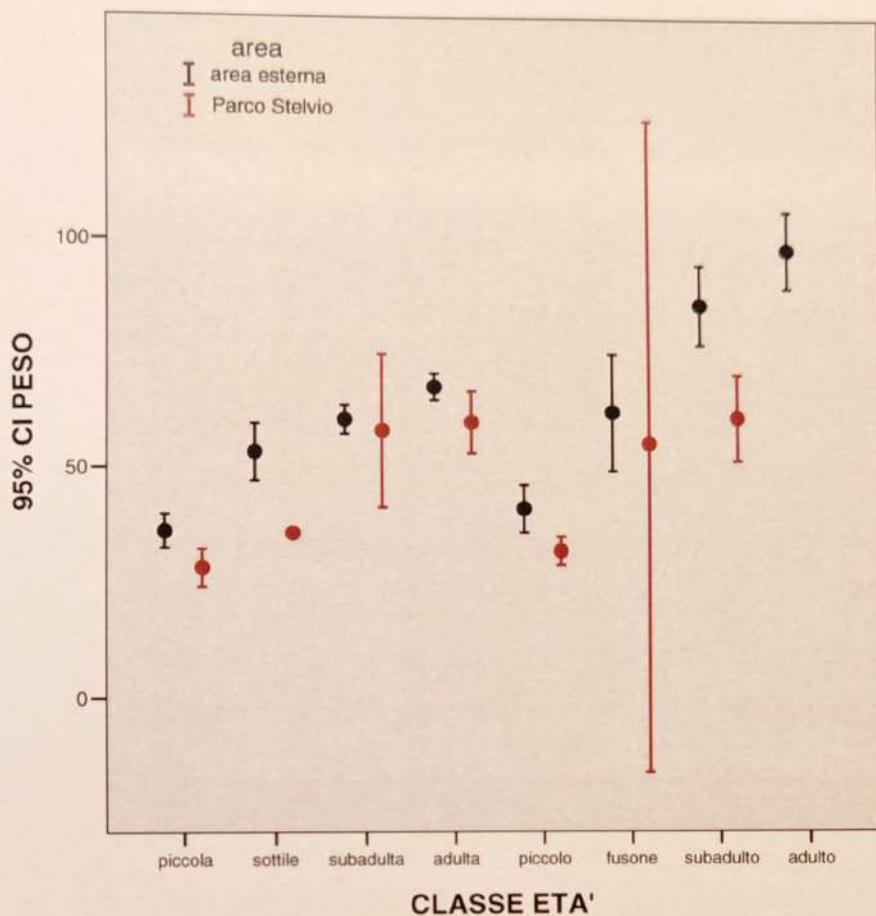


Figura 1 - Differenze nei pesi medi (completamente eviscerati) dei cervi catturati nel Parco Nazionale dello Stelvio, Valfurva, e abbattuti nel Comprensorio Alpino Alta Valtellina, limitrofo all'area protetta, nelle diverse classi di età; le barre indicano l'intervallo di confidenza al 95%.

I pesi medi dei piccoli di entrambi i sessi, all'interno dell'area protetta, risultano inferiori del 28% rispetto a quelli delle aree esterne. Tra le femmine si riscontrano differenze del 49% per le giovani (sottili), del 4% per le subadulte e del 13% per le adulte. Tra i maschi, le differenze di peso equivalgono al 12% per i giovani (fusoni) e al 40% per i subadulti, non si hanno maschi catturati di età superiore ai 5 anni. Per ottenere dati confrontabili tra il peso pieno dei soggetti catturati e il peso completamente eviscerato dei soggetti abbattuti, al peso dei primi è stato prudenzialmente sottratto il 30%, quale stima del contributo percentuale dei visceri al peso complessivo, rispetto a quanto riportato da Perco (1988) che stima la differenza tra peso pieno e peso vuoto tra il 30 e il 35%.

ha x di non obbligarci i calcoli e fare il peso pieno.

	PARCO				AREE ESTERNE			
	X	DS	n	IC	X	DS	n	IC
Piccola	28.1	3,90	6	19.76-36.45	36.0	7.84	20	31.44-40.56
Sottile	35.7	-	1	15.30-56.10	53.1	6.74	7	45.43-60.85
Subadulta	57.9	10,45	4	47.73-68.13	60.2	0.35	2	45.83-74.68
Adulta	59.8	11,20	13	54.16-65.48	67.4	8.63	36	63.99-70.79
Piccolo	32.2	2,90	6	23.87-40.53	41.1	8.83	14	35.69-46.60
Fusone	55.3	7,92	2	40.88-69.73	62.0	1.14	2	47.58-76.42
Subadulto	60.9	7,56	5	51.77-70.02	85.6	13.08	11	79.41-91.71
Adulto	-	-	-	-	97.9	17.18	18	93.05-102.67

Tabella 5.2 – Pesi medi vuoti per classe di età e per sesso tra cervi marcati nel Parco Nazionale dello Stelvio e cervi abbattuti (dopo il primo novembre) nel Comprensorio Alpino Alta Valtellina, durante le stagioni venatorie 2007 e 2008. (X=media dei pesi, DS=deviazione standard, n=numero dei soggetti, IC=intervallo di confidenza)

A differenza del peso la lunghezza del piede posteriore non risulta significativamente diversa tra i cervi dell'area protetta e quelli delle zone esterne. Questi risultati evidenziano come la condizione dei cervi che si trovano all'interno del Parco sia significativamente inferiore rispetto a quella dei soggetti presenti nelle aree esterne, mentre non esistono differenze, in termini di qualità degli individui rispetto alla costituzione, tra animali delle aree esterne ed interne all'area protetta. Una diminuzione significativa dei valori dei parametri biometrici che possono essere considerati quali indicatori della costituzione presuppone un effetto delle densità sul medio-lungo termine che quindi, agisce sugli individui della popolazione per molti anni consecutivi. La mancanza di tali differenze nella popolazione della Valfurva indica come probabilmente i meccanismi di dipendenza dalla densità si siano innescati solamente in tempi recenti.

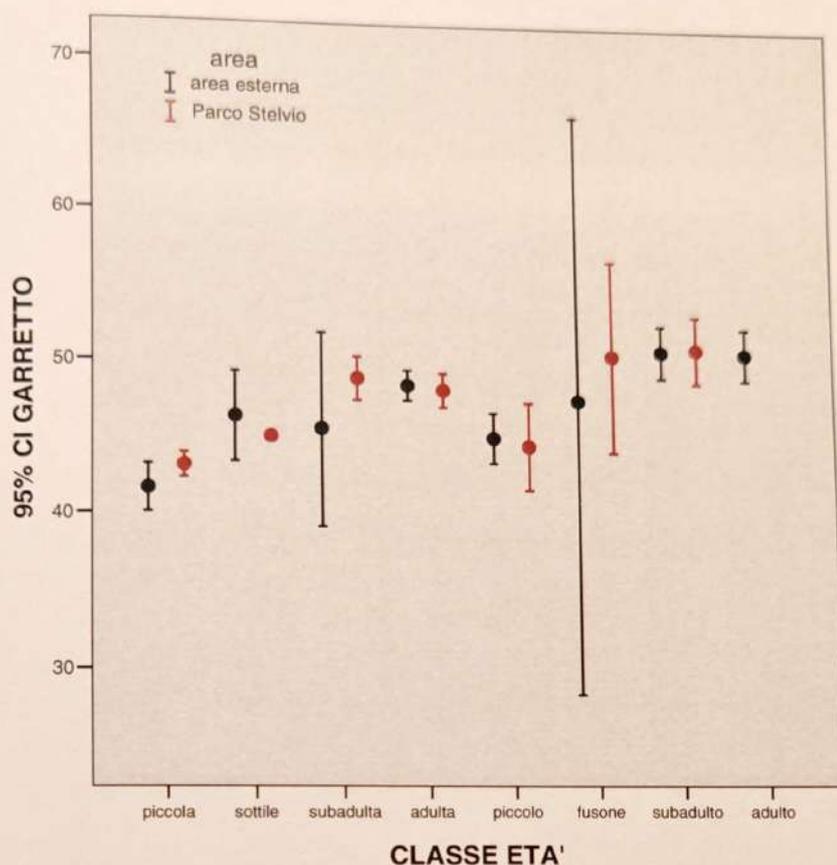


Figura 2 – Differenze nella lunghezza del piede posteriore dei cervi catturati nel Parco Nazionale dello Stelvio, Valfurva, e abbattuti nel Comprensorio Alpino Alta Valtellina, limitrofo all'area protetta, nelle diverse classi di età; le barre indicano l'intervallo di confidenza al 95%.

	PARCO				AREE ESTERNE			
	X	DS	n	IC	X	DS	n	IC
Piccola	43.1	0.65	5	40.59-45.61	41.6	3.32	20	40.34-42.86
Sottile	45.0	-	1	39.38-50.62	46.3	3.20	7	44.16-48.41
Subadulta	48.8	0.58	3	45.59-52.08	45.5	0.71	2	41.52-49.48
Adulta	48.1	1.45	9	46.24-49.99	48.4	2.95	36	47.45-49.33
Piccolo	44.5	1.78	4	41.69-47.31	45.0	2.83	14	43.50-46.50
Fusone	50.5	0.71	2	46.52-54.48	47.5	2.12	2	43.52-51.48
Subadulto	51.0	1.14	4	48.19-53.81	50.8	2.60	11	49.12-52.51
Adulto	-	-	-	-	50.7	3.48	18	49.40-52.05

Tabella 5.3 – Lunghezza media del piede posteriore per classe di età e per sesso tra animali marcati nel Parco Nazionale dello Stelvio e gli animali abbattuti nel Comprensorio Alpino Alta Valtellina durante le stagioni venatorie 2007 e 2008. (X=lunghezza media del piede posteriore, DS=deviazione standard, n=numero dei soggetti, IC=intervallo di confidenza)

5.1.2 Sforzo ed efficienza di cattura

In relazione all'obiettivo definito in merito alla sperimentazione dell'uso del *mark-resight* nella determinazione della consistenza di popolazione all'interno della Stazione di Valfurva, negli anni 2008 e 2009 sono state condotte specifiche campagne di cattura e marcatura.

Attraverso l'utilizzo di 4 trappole autoscattanti (due disponibili solo dall'inverno 2009), dal 2008 al 24 febbraio 2009 sono stati catturati e marcati 40 soggetti diversi per un totale di 65 eventi di cattura. Complessivamente si sono verificati 20 eventi di ricattura (15 soggetti ricatturati una volta, un soggetto ricatturato due volte e un soggetto ricatturato tre volte) e in due casi i soggetti catturati sono stati rilasciati senza provvedere alla marcatura. Nei restanti 3 casi sono stati accertati eventi di mortalità; in 2 casi la mortalità è da attribuirsi a scontri tra cervi contenuti in trappola, in 1 caso ad arresto cardiocircolatorio dovuto all'utilizzo del farmaco. La percentuale di mortalità a seguito delle attività di cattura (5%) è in linea con quanto noto in letteratura per attività di questo tipo (Janovsky *et al.*, 2000; Gauthier., 1990).

Nella tabella 5.4 si dettagliano i risultati, relativi all'efficienza di cattura, suddivisi per le varie trappole utilizzate e per l'anno di utilizzo (la differenza numerica rispetto alla tabella 5.1 è dovuta all'esclusione dal conteggio dei 3 cervi catturati in via sperimentale nell'anno 2007 e dei 3 cervi catturati con la tecnica del *free ranging*).

Trappola	Anno	Notti di attivazione	Cervi catturati	Cervi marcati
Canton	2008	24	26	14
Plaz	2008	22	17	10
Parziale	2008	25	43	24
Canton	2009	5	0	0
Plaz	2009	2	3	2
Pravasivo	2009	8	4	4
I Sell	2009	13	15	10
Parziale	2009	15	22	16
TOTALE	2008-2009	40	65	40

Tabella 5.4 – Cervi catturati e cervi marcati per notte di attivazione trappola nei due anni di studio.

Nel 2008 sono state utilizzate le 2 trappole disponibili in località Plaz e Canton. Per 21 notti sono state attivate contemporaneamente e per 3 notti singolarmente. L'anno successivo, grazie alla costruzione di altre 2 trappole in località Pravasivo e I Sell, si è reso possibile l'utilizzo di 4 recinti di cattura. Per 11 notti ne sono stati attivati 2 in contemporanea, per una notte 3 e in tre casi è stata attivata una singola trappola.

Nella Tabella 5.5 viene riportata la struttura per sessi ed età dei cervi catturati e marcati, suddivisi per le diverse trappole e anni considerati.

Trappola	Anno	Maschi			Femmine		
		0	1	2	0	1	2
Canton	2008	1	0	1	2	1	9
Plaz	2008	3	0	2	2	1	2
Parziale	2008	4	0	3	4	2	11
Canton	2009	0	0	0	0	0	0
Plaz	2009	1	0	0	0	0	1
Pravasivo	2009	0	0	1	0	0	3
I Sell	2009	1	2	1	3	0	3
Parziale	2009	2	2	2	3	0	7
TOTALE	2008-2009	6	2	5	7	2	18

Tabella 5.5 – Struttura per sessi ed età dei cervi marcati (0 = cervi "piccoli" nati l'anno precedente le catture; 1 = cervi "fusoni" o "sottili" di un anno compiuto di età; 2 = cervi di due o più anni d'età).

Come già specificato, la differenza tra individui catturati e marcati (rispettivamente 65 e 40) è dovuta, oltre che agli eventi di mortalità e rilasci senza marcature descritti, ad eventi di ricattura di capi già precedentemente marcati.

In totale si sono verificate 20 ricatture secondo quanto descritto nella Tabella 5.6. Ciascuna ricattura è sempre avvenuta all'interno della stessa trappola.

Codice	Trappola	Sesso	Classe di età	Numero di ricatture
F07	Canton	F	Adulta	3
F14	Canton	F	Adulta	1
F13	Canton	F	Adulta	1
M03	Canton	M	Piccolo	2
F06	Canton	F	Adulta	1
M06	Canton	M	Adulto	1
F05	Plaz	F	Adulta	1
F12	Plaz	F	Piccolo	1
M07	Plaz	M	Adulto	1
F20	Plaz	F	Adulta	1
F21	Plaz	F	Piccolo	1
F08	Canton	F	Adulta	1
F09	Canton	F	Piccolo	1
F26	I Sell	F	Piccolo	1
M12	I Sell	M	Fusione	1
M15	Plaz	M	Piccolo	1
M11	I Sell	M	Fusione	1
Totale ricatture				20

Tabella 5.6 – Soggetti catturati più volte all'interno delle varie trappole.

Durante gli inverni degli anni 2008 e 2009 sono state complessivamente effettuate 40 notti di cattura per un totale di notti trappola pari a 74. Per "notti-trappola" si considera la somma delle trappole attive per le notti di innesco.

In tabella 5.7 si mostra lo sforzo relativo alle notti-trappola e ai risultati conseguiti.

Anno di Cattura	Notti-trappola	Personale impiegato	Animali marcati	Totali catture
2008	46	132	24	43
2009	28	84	16	22
TOTALE	74	216	40	65

Tabella 5.7 – Notti di attivazione delle trappole, personale impiegato e risultati.

Calcolando i valori medi per le due annate di lavoro, sono stati catturati 1,63 ($\pm 1,81$) cervi per notte di cattura, con un numero di cervi catturati per trappola per notte compreso tra un minimo di 0 e un massimo di 6. La media di

cervi marcati per notte è risultata uguale a 1,00 ($\pm 1,22$), con un numero di cervi marcati per notti-trappola compreso tra un minimo di 0 e un massimo di 5

Dalle informazioni raccolte circa la disponibilità trappole, le notti di attivazione, il periodo utile, il personale impiegato, gli animali catturati e le ricatture effettuate, è stato possibile ricavare dei dati di riferimento circa l'efficienza e lo sforzo eseguito.

L'efficienza di cattura calcolata su numero di cervi catturati per notte-trappola è pari a 0,88 (cervi catturati/notte-trappola), mentre l'efficienza di cattura riferita ai soli animali marcati è di 0,54 (cervi marcati/notte-trappola).

Mediamente, nelle 40 notti di attivazione considerate sono state innescate 1,85 ($\pm 0,82$) trappole a notte, con un numero di trappole attive a notte compreso tra un minimo di 1 e un massimo di 3.

Lo sforzo di personale impiegato nelle catture durante le 40 giornate è risultato di 216 giornate-uomo, con una media a notte uguale a 5,40 ($\pm 1,18$) e con un numero di persone per notte-trappola compreso tra un minimo di 4 e un massimo di 9. La media dei cervi catturati per persona è di 0,3, mentre la media di cervi marcati per persona è pari a 0,19. (Tabella 5.8)

	Notti-Trappola	personale impiegato	Cervi Catturati	Cervi Marcati
Totale	74	216	65	40
Media*	1,85	5,40	1,63	1,00
DS	0,42	1,18	1,81	1,22
Minimo	1	4	0	0
Massimo	3	9	6	5

Tabella 5.8 – Sforzo di cattura per il totale dei due anni considerati. *Le medie si riferiscono alle giornate di cattura ($n=40$).

Le trappole sono state innescate su un totale di 144 giorni utili alle catture di cui 98 nell'inverno 2008 (il periodo utile di innesco, dal 09 gennaio al 16 aprile) e 46 nell'inverno 2009 (dal 09 gennaio al 24 febbraio). L'efficienza di cattura è risultata pari a 0,24 cervi catturati per notte-trappola [cervi catturati/(totale giorni utili di cattura x media delle trappole attivate disponibili)], considerando il numero complessivo di giornate del periodo utile alle catture e pari a 0,15 cervi

catturati per notte-trappola, se si tiene conto dei soli individui marcati. Nel calcolo dell'efficienza si è tenuto conto non solo delle notti in cui le trappole sono state effettivamente innescate, ma di tutte le notti disponibili nel periodo di cattura utilizzato (ad esempio, il periodo utile di innesco nel 2008 è stato di 98 notti). Tale variabile può essere considerata quale migliore stima minima dell'efficienza media di cattura, in quanto non è materialmente possibile mantenere attive le trappole in modo continuato per tutto il periodo, poiché le attività di cattura stesse contribuiscono ad abbassare le probabilità di nuove catture nei giorni successivi e rendono opportuno l'innesco perlomeno a giorni alterni delle strutture. La stima dell'efficienza di cattura in funzione del periodo e del numero di trappole impiegate rappresenta un indice utile per valutare lo sforzo necessario al raggiungimento degli obiettivi.

Per il raggiungimento degli obiettivi di radio-marcaggio descritti nel cap. 4, all'interno dei confini della Stazione Forestale di Valdidentro, sono state effettuate 2 campagne di cattura mediante l'utilizzo della tecnica del *free ranging* durante le stagioni riproduttive autunnali 2007 e 2008.

Durante la prima campagna, è stato munito di radiocollare GPS un maschio adulto di 4-5 anni, catturato il 2 ottobre 2007 presso il lago di S. Giacomo in Valle di Fraele. Nella stagione 2008 è stato munito di radiocollare GPS un maschio adulto di 6 anni, catturato l'8 ottobre presso il Ciuk in Valle di Fraele e una femmina sottile di 1 anno, che è stata marcata con un collare colorato e catarifrangente.

In tabella 5.7 è riportato lo sforzo relativo alle attività di cattura in *free-ranging* e ai risultati conseguiti.

Anno	Notti di cattura	Giornate uomo	Notti-fucile	Tiri Totale	Tiri errati	Animali colpiti	Animali catturati	Animali non recuperati
2007	7	57	9	17	11	6	1	5
2008	12	63	12	12	8	4	2	2
TOTALE	19	120	21	29	19	10	3	7

Tabella 5.9 – Notti di cattura e personale impiegato. Le notti di cattura sono le notti di effettiva uscita, le notti-fucile risultano dalle notti effettive per il numero di fucili disponibili a notte e le giornate uomo sono le persone effettivamente impiegate nelle giornate di cattura.

Durante le 2 campagne con la tecnica del *free ranging* sono state effettuate 19 notti di cattura. In due casi, nel 2007, sono stati contemporaneamente utilizzati due fucili lanciasiringhe anziché 1, come è successo nelle restanti notti di cattura, per un totale di notte-fucile pari a 21.

Su 29 tiri effettuati, 10 sono andati a segno sull'animale, mentre in 19 casi i colpi sono andati a vuoto (66%). È importante sottolineare come, nei 10 casi di tiri a segno, per 7 volte il cervo colpito non sia stato recuperato, impedendo il buon esito delle operazioni di cattura e marcaggio. Tale fatto è stato riscontrato anche in altre esperienze di cattura effettuate con tecniche e attrezzature simili (Morandi e Nicoloso, 2009). *RADIO!*

In tabella 5.10 è riportato lo sforzo relativo alle "notti-fucile" e i risultati conseguiti. Calcolando i valori medi per i due autunni di lavoro, sono stati catturati 0,14 cervi per notte-fucile. La media dei cervi si alza a 0,5 se si considerano anche gli animali colpiti, ma non recuperati. Il numero di cervi colpiti per notte-fucile è compreso tra un minimo di 0 e un massimo di 3.

Dei 29 tiri, il 35% è andato a segno, mentre la percentuale dei catturati sui tiri effettuati è uguale al 10%. Questo dato è significativo delle difficoltà riscontrate nell'utilizzo di questa tecnica.

Lo sforzo di personale impiegato nelle 19 notti di cattura è stato pari a 120 persone-notte, con una media di 6,32 a notte e un numero di persone occupato per notte compreso tra un minimo di 5 a un massimo di 11. La media dei cervi marcati per persona è uguale a 0,03.

Anno	Notti fucile	% tiri a segno	% tiri con Cattura	catture per notte	Cervi colpiti per notte	Catture a notte persona
2007	9	35,3	5,9	0,11	0,7	0,02
2008	12	33,3	16,7	0,17	0,3	0,03
2007-2008	21	34,5	10,3	0,14	0,5	0,03

Tabella 5.10 – Sforzo di cattura per il totale dei due anni considerati con la tecnica del *free-ranging* nella Stazione Forestale di Valdidentro.

5.1.3 Narcotici utilizzati e attività di manipolazione

I dati raccolti durante le operazioni di cattura in trappola hanno permesso un'analisi critica circa l'utilizzo delle due diverse miscele narcotizzanti e dei tempi necessari alla manipolazione dei soggetti catturati, nonché delle loro reazioni.

Sono stati quantificati i tempi d'induzione, intesi come periodo intercorso tra l'inoculo della siringa e l'avvenuta sedazione dell'animale (il soggetto si sdraia e appoggia a terra la testa), e i tempi di manipolazione, intesi come il periodo trascorso tra l'inizio della manipolazione e la somministrazione dell'antidoto.

La dose media di narcotico utilizzata è stata di 0,01529 ml per kg (DS=0,0059). In riferimento ai principi attivi delle miscele anestetizzanti si indicano i relativi contenuti in mg per Kg.

- MISCELA HELLABRUNNER:	1,91125 mg per Kg di xilazina
	1,529 mg per kg di chetamina
- MISCELA VIENNA:	1,529 mg per kg di tiletamina cloridrato
	1,529 mg per kg di zolazepam cloridrato
	1,529 mg per kg di xilazina

Nel caso delle femmine è stata utilizzata una dose media di 0,01542 ml per kg (DS=0,0057), mentre per i maschi di 0,01500 ml per kg (DS=0,0061). Non sono state riscontrate differenze significative nei tempi d'induzione tra i due sessi (ANOVA $F=0,731$, 1 gl, $p=0,4$).

La Figura 5.1 mostra la relazione esistente tra i tempi di induzione e la dose di narcotico utilizzata (per kg di peso).

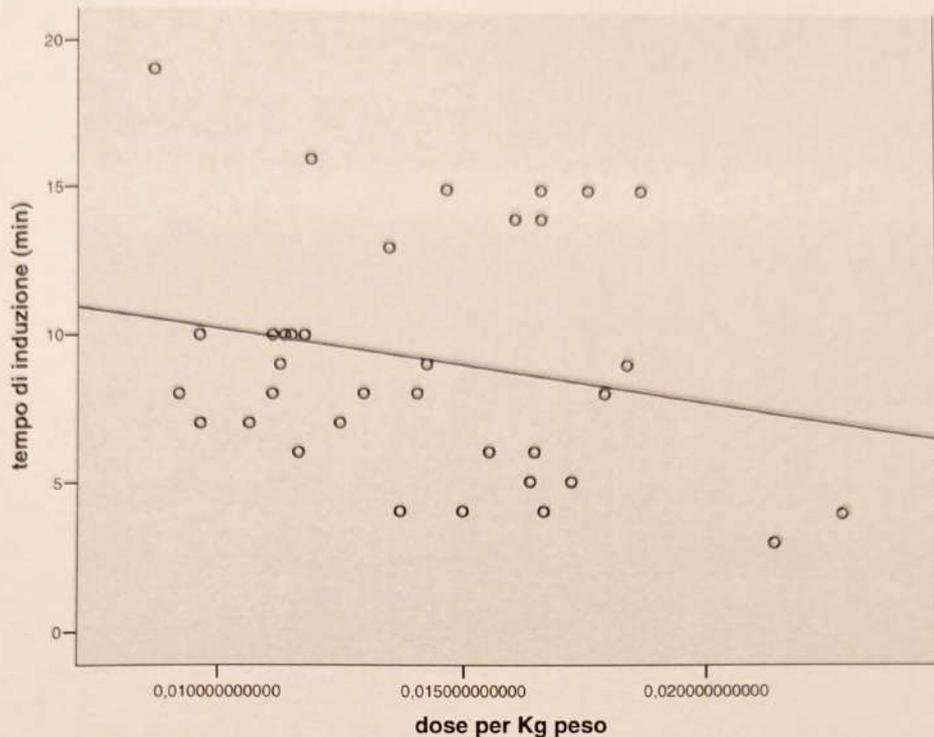


Figura 5.1 - Relazione tra dose di narcotico utilizzata e tempi d'induzione.

Complessivamente non viene messa in evidenza alcuna relazione significativa tra le due variabili prese in considerazione, probabilmente a causa delle molte variabili non quantificate che entrano in gioco durante le operazioni di cattura.

Tenendo conto dell'anno di cattura, che, in funzione dell'andamento meteo-climatico, influenza in modo netto e significativo la condizione media dei soggetti, il tempo di induzione sembra tuttavia diminuire in relazione alla dose di narcotico utilizzata. La relazione indica valori prossimi alla significatività e tiene conto della condizione media dei cervi in funzione degli inverni di cattura (Regressione lineare; $F = 2,59$, 2 gl, $p=0,09$; Figura 5.2).

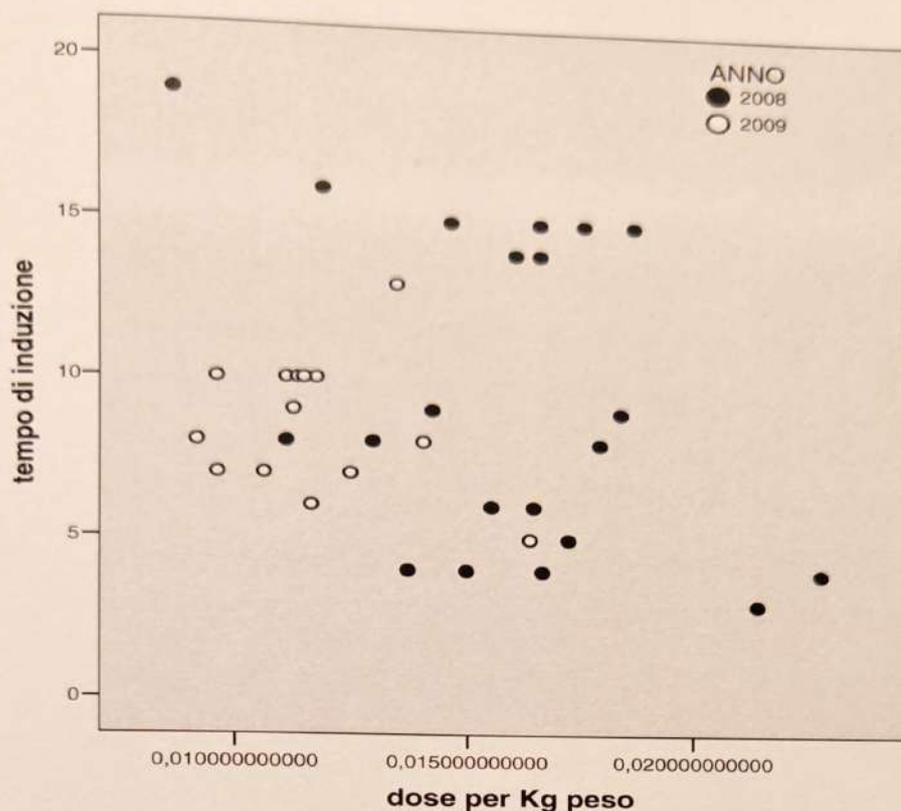


Figura 5.2 - Relazione tra dose di narcotico utilizzata e tempi d'induzione nei due inverni considerati.

Il tempo medio di induzione è risultato pari a 11,27 minuti (DS=7,93). Separando i sessi, le femmine hanno impiegato in media, per addormentarsi, 12 minuti (DS=8,54), mentre i maschi 9,86 minuti (DS=6,36). Tale differenza non è risultata significativa (ANOVA $F=2,24$, 1 gl, $p=0,14$).

I tempi medi di induzione in funzione del tipo di narcotico utilizzato sono risultati pari a 12,8 minuti (DS=9,89) per la Miscela Hellabrunner e di 10,38 minuti (DS=6,37) per la Miscela Vienna. Non risultano differenze significative tra le due miscele (ANOVA $F=0,858$, 1 gl, $p=0,36$). Risulta però significativa la differenza nella reazione alla manipolazione a seconda della miscela impiegata. (Chi quadro = 7,72, 2 gl, $p<0,05$; Tabella 5.11). Le reazioni più deboli si sono verificate utilizzando la Miscela Vienna.

	Hellabrunner M.	Vienna M.	TOTALE
Nessuna	0	10	10
Debole	15	16	31
Forte	1	1	2
TOTALE	16	27	43

Tabella 5.11 - Reazione alla manipolazione in funzione dell'anestetico utilizzato

Per velocizzare la fase di risveglio è stata utilizzata una dose media di antidoto per kg pari a 0,0137 ml (DS=0,0055). Nelle femmine, la dose media per kg è stata di 0,0145 ml (DS=0,0054), nei maschi di 0,0120 ml (DS=0,0051). Non si riscontrano differenze significative nelle dosi tra i sessi (ANOVA F=2,11, 1 gl, p=0,156).

Il tempo medio di risveglio, calcolato come il periodo intercorso dalla somministrazione dell'antidoto al recupero della posizione sollevata, è risultato pari a 14,43 minuti (DS=9,85). Nelle femmine il tempo medio di risveglio è risultato di 14,71 minuti (DS=8,73), nei maschi di 13,92 minuti (DS=11,62). Non è stata riscontrata differenza significativa tra i sessi (ANOVA F=0,006, 1 gl, p=0,938).

Per valutare il tempo medio necessario alla manipolazione di ciascun individuo, è stato stimato il tempo di manipolazione impiegato in ciascuna operazione di marcaggio, in funzione del numero di animali catturati per ciascuno evento di cattura. Il tempo trascorso mediamente tra l'inoculo dell'anestetico (sparo) e il rilascio dell'animale è stato di 51,8 minuti. Il tempo medio di manipolazione effettivo per ciascun soggetto è risultato pari a 11,4 minuti.

I tempi di manipolazione sono risultati dipendenti dal numero di animali catturati per evento e dal tipo di narcotico utilizzato. Il tempo dipende infatti in maniera significativa da quanti animali ho in trappola nel singolo evento di cattura (Test glm F=17,05, 1gl, p<0,01 r²=0,57), ma è possibile rilevare come l'utilizzo della Miscela Vienna consenta tempi di manipolazione inferiori (Test glm all'interno del modello complessivo per la variabile narcotico F=3,39 1gl, p=0,08). Tenendo conto delle differenze dovute alla numerosità degli animali catturati per

evento, il tempo medio di manipolazione risulta di 21,01 minuti ($Ds=2,8$) per la Miscela Hellabrunner e di 14,72 minuti ($Ds=1,72$) per la Miscela Vienna (in entrambi i casi, si intende il tempo medio per la manipolazione di 1,6 cervi).

5.2 Valutazioni quantitative della popolazione di cervo del PNS tramite censimenti primaverili applicati al mark-resight (MR)

I censimenti primaverili applicati al *mark-resight* si sono svolti in 6 sessioni (nell'arco di 20 giorni) ripetute nella primavera 2008, con l'impiego di 3 equipaggi per notte composti da 4 persone l'uno, per un totale di 72 giornate uomo impiegate (Tabella 5.11).

Sessione	Data	Personale impiegato a notte	Vetture impiegate a notte
1	16 aprile 2008	12	3
2	22 aprile 2008	12	3
3	24 aprile 2008	12	3
4	29 aprile 2008	12	3
5	02 maggio 2008	12	3
6	05 maggio 2008	12	3
TOTALE		72	18

Tabella 5.11 – Periodo di realizzazione delle sessioni di censimento primaverile e sforzo in termini di giornate uomo.

In Tabella 5.12 viene mostrato il numero di cervi marcati e non marcati, avvistati in ogni sessione di censimento, lungo i 7 percorsi predefiniti in modo standardizzato.

SOTTOZONE (Valfurva)	1° SESSIONE		2° SESSIONE		3° SESSIONE		4° SESSIONE		5° SESSIONE		6° SESSIONE	
	16/04/2008		22/04/2008		24/04/2008		29/04/2008		02/05/2008		05/05/2008	
	NonMr	Mr	NonMr	Mr								
Pravasivo - Uzza	95	0	134	0	49	0	114	4	94	3	87	0
S. Nicolò - M. Dei Monti	215	7	116	6	259	6	253	4	349	10	329	8
S. Gottardo - Pradaccio	188	0	157	0	206	3	204	0	231	2	256	3
Val Zebrù	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	21	0
Valfurva sx. orografica	11	0	38	0	51	0	50	0	43	0	36	0
Valfurva dx. orografica	4	0	10	0	2	0	35	0	32	0	48	0
S. Caterina - Forni	3	0	32	0	59	0	81	0	49	0	78	0
TOTALE	516	7	487	6	626	9	744	8	798	15	855	11

Tabella 5.12 - Numero totale di cervi avvistati nelle singole sessioni di censimento all'interno delle sottozone individuate. Sono riportati il numero di cervi osservati marcati (Mr) e non marcati (NonMr).

MARCATI
MOLT
W (E NTATI)

Al fine dell'applicazione del metodo del *mark-resight*, all'interno della Stazione di Valfurva, sono stati catturati e marcati 27 cervi. Di questi, solo 21 sono stati considerati "disponibili", nell'area di studio e nel periodo di realizzazione dei conteggi, al fine dell'applicazione del metodo di stima (Cap. 4.2.1). Dei sei soggetti esclusi dal computo dei marcati disponibili, tre non sono mai stati avvistati durante le sessioni di censimento e tre sono stati marcati esclusivamente con marche auricolari che non hanno permesso una loro identificazione notturna. L'esclusione dei tre soggetti marcati e mai visti (di cui due tuttavia, sicuramente ancora vivi), porterebbe, nell'ipotesi di una loro presenza nell'area di studio, ad una sottostima dei valori di consistenza stimati mediante MR. Al contrario, se i tre soggetti venissero considerati "disponibili", ma non fossero stati in realtà presenti nell'area durante i conteggi, le stime mediante MR sarebbero da considerarsi delle sovrastime dei valori di consistenza. Per tale motivo e per evitare sovrastime nei valori di consistenza, si è scelto di eliminare i tre soggetti dal computo dei disponibili

Il numero totale di cervi marcati avvistati durante le uscite è stato di 56 con un minimo per serata di 6 e un massimo di 15 (Tabella 5.13).

ID	1 16/04/'08	2 22/04/'08	3 24/04/'08	4 29/04/'08	5 02/05/'08	6 05/05/'08	MARCATI TOTALI
F08	0	0	1	0	1	1	3
F19	1	0	1	1	1	0	4
F06	1	0	0	0	1	0	2
F17	0	0	0	0	0	1	1
M03	0	0	0	0	1	0	1
F03	1	1	0	1	1	1	5
F04	0	0	0	0	0	0	0
F10	0	1	0	0	0	0	1
F14	1	1	1	1	1	1	6
F15	0	0	0	1	0	0	1
F13	1	1	1	0	1	1	5
F07	1	0	0	0	1	0	2
F09	0	0	1	0	1	1	3
M06	1	1	1	1	1	0	5
F16	0	0	0	0	0	1	1
F22	0	1	0	1	1	1	4
M08	0	0	0	1	1	1	3
M08	0	0	0	1	1	0	2
M09	0	0	0	1	1	0	2
F05	0	0	0	0	0	0	0
M04	0	0	1	0	1	1	3
M04	0	0	1	0	0	1	2
F20	0	0	1	0	0	0	1
M05	0	0	0	0	0	0	0
M05	0	0	0	0	1	0	1
M07	0	0	0	0	0	0	0
M07	0	0	1	0	0	0	1
F11	0	0	1	0	0	0	1
TOTALE	7	6	9	8	15	11	56

Tabella 5.13 – Cervi marcati avvistati e non avvistati durante ogni sessione di censimento. In grigio sono segnalati gli animali che non sono mai stati avvistati durante le operazioni di censimento e pertanto esclusi dal conteggio dei disponibili.

Durante le 6 sessioni di censimento notturno, all'interno della stazione di Valfurva, sono stati avvistati un numero di cervi compreso tra un minimo di 493 e un massimo di 866 (Figura 5.3)



Figura 5.3 – Cervi avvistati nelle 6 sessioni di censimento primaverile notturno con faro

In tabella Tabella 5.14 sono riportati i risultati delle elaborazioni secondo i due stimatori di MR impiegati (*immigration/emigration model*; *Bowden's estimator*).

A) IMMIGRATION / EMIGRATION MODEL

CU STIMATO ?

ANNO	Occasioni	Cervi marcati	Consistenza stimata	IC 95%	MPS	Sottostima
2008	6	21	1.667	1.394-2.062	878	47%
2008	5	21	1.662	1.377-2.082	878	47%
2008	4	21	1.636	1.349-2.076	878	46%
2008	3	21	1.522	1.247-1.968	878	42%

B) BOWDEN'S ESTIMATOR

ANNO	Occasioni	Cervi marcati	Consistenza stimata	IC 95%	MPS	Sottostima
2008	6	21	1.505	1.149-1.971	878	42%
2008	5	21	1.502	1.160-1.943	878	42%
2008	4	21	1.477	1.159-1.883	878	41%
2008	3	21	1.333	1.055-1.685	878	34%

Tabella 5.14 – Valutazione della sottostima dei censimenti notturni primaverili stimata con il metodo del mark-resight in base ai cervi marcati e riavvistati. MPS minima popolazione stimata; tabella A) stima effettuata mediante il modello immigrazione/emigrazione; tabella B) stima effettuata mediante lo stimatore di Bowden; "occasioni" rappresenta il numero di sessioni di avvistamento utilizzate per la stima.

In base alla distribuzione temporale delle sessioni di avvistamento e ai supposti spostamenti effettuati da alcuni animali marcati da e verso l'area di studio, si è ritenuto opportuno tenere in considerazione le stime effettuate in base al modello di *Bowden*. Questo porta a considerare una stima di consistenza primaverile minima della popolazione presente in Valfurva compresa tra i 1333 (IC 1.055 - 1.685) e i 1.505 cervi (IC 1.149 - 1.971), a seconda del numero di ripetute considerate.

I valori percentuali di sottostima stimati in base all'applicazione del modello di *mark-resight* con lo stimatore di *Bowden* vanno dal 34% al 41%, a seconda del numero di sessioni considerate. La percentuale di sottostima viene calcolata come il reciproco del rapporto tra il numero di animali effettivamente conteggiati (MPS) e il numero di animali stimati presenti

5.3 Valutazione della struttura di popolazione e dei parametri demografici

Per il cervo viene considerato ottimale un rapporto tra i sessi paritario (1:1), a volte con una leggera prevalenza delle femmine, principalmente a causa dei loro tassi di sopravvivenza leggermente superiori in età adulta (1:1,2), sino a valori di 1:1,5-2 (Clutton-Brock *et al.*, 1982; Clutton-Brock *et al.*, 1997; Mysterud *et al.*, 2000). Alla nascita il rapporto dei sessi dei piccoli è più vicino alla parità (Clutton-Brock, 1985;).

In base ai dati raccolti lungo i transetti per l'avvistamento e il riconoscimento dei cervi secondo le classi di sesso ed età nell'estate 2008, il rapporto sessi (RS) è risultato pari a 1,54 femmine per maschio. Tale rapporto, debolmente sbilanciato a favore delle femmine, potrebbe essere messo in relazione agli attuali elevati valori di consistenza e densità della popolazione.

È lecito attendersi che l'attuale squilibrio tra i sessi sia frutto dalle elevate densità presenti ormai da parecchi anni nel Parco. È noto che elevate densità di popolazione aumentano in modo differenziale i tassi di mortalità e di migrazione

tra i sessi, portando il RS a favore delle femmine (Loesk *et al.*, 1999). In caso di elevate densità, condizioni difficili e scarsità di alimento, sono i maschi, più grossi e pesanti, a pagare il maggior tributo. Ciò sembra essere confermato anche dal rapporto tra i sessi il cui sbilanciamento, nel Parco, sembra aumentare all'aumentare della densità (Pedrotti e Bragalanti, 2008).

L'attuale struttura della popolazione di cervo per classi di età indica una popolazione ben strutturata, con valori delle classi adulte ben rappresentate e prossime a quanto riportato per una struttura teorica ottimale e all'equilibrio (Tabella 5.15) (Mustoni *et al.*, 2002).

ANNO	PICF	F1Y	F+2Y	PICM	M1Y	M2-4Y	M+5Y
2001-04	14,7%	13,2%	72,1%	24,0%	12,5%	41,7%	21,9%
2007-08	22,2%	2,1%	75,7%	24,3%	17,3%	12,0%	46,4%
TOTALE	17,1%	9,7%	73,2%	24,1%	14,4%	29,6%	31,9%
TEORICA	23%	15%	62%	25%	17%	29%	29%

Tabella 5.15 – Evoluzione della struttura della popolazione di cervo per sessi e classi d'età tra il 2001-2004 e 2007-2008

In tabella 5.16 si mostra il confronto tra la ripartizione delle classi di sesso ed età, tra il triennio 2001-04 e il biennio 2007-08.

ANNO	PICF	F1Y	F+2Y	PICM	M1Y	M2-4Y	M+5Y
2001-04	9,1%	8,2%	44,7%	9,1%	4,7%	15,8%	8,3%
2007-08	11,6%	1,1%	39,6%	11,6%	8,3%	5,7%	22,2%

Tabella 5.16 – Ripartizione delle classi di età, sul totale della popolazione, di cervo tra il 2001-2004 e 2007-2008.

In base alle osservazioni effettuate lungo i transetti estivi, è possibile farsi un'idea della produttività della popolazione presente all'interno del Parco, valutando il rapporto piccoli/femmine. I tassi di natalità risultano estremamente variabili in funzione della densità della popolazione e dell'andamento meteorologico dell'inverno, rendendo molto variabili anche gli incrementi annui

della popolazione. La produttività della popolazione diminuisce infatti all'aumentare della consistenza (e della densità) della stessa e all'aumentare della durezza e nevosità dell'inverno precedente in cui è avvenuta la fase di gestazione (Pedrotti e Bragalanti, 2008). La Tabella 5.17 illustra la produttività della popolazione all'interno del Parco negli anni dal 2001 al 2008.

ANNO	INDICE DI NATALITA' (PP/FF tot)	PRODUTTIVITÀ (PP/tot)
2001-2002	0,34	0,22
2004	0,37	0,26
2007	0,65	0,28
2008	0,55	0,31

Tabella 5.17 - Rapporto piccoli/femmine (produttività) in base alle osservazioni estive.

L'indice di natalità (numero di piccoli sul totale delle femmine), negli ultimi due anni di osservazioni, si attesta su valori del 60%. I valori ottenuti sono leggermente inferiori ai valori tipici di una popolazione caratterizzata da densità medie e buoni incrementi in cui la produttività si attesta su valori del 65-70%.

La produttività (calcolata come numero di piccoli presenti durante l'estate sul totale della popolazione) variano generalmente in relazione alle consistenze e alle densità della popolazione che agiscono sui tassi di natalità e mortalità.

La differenza che si riscontra nell'indice di natalità tra il periodo compreso tra il 2001 e il 2004 e il periodo 2007-2008 può essere riferito alla rigidità degli inverni riscontrata nel primo periodo rispetto al secondo. Gli inverni 2000-2001 e 2003-2004 sono stati i più nevosi degli ultimi 10 anni. È quindi coerente riscontrare un basso indice di natalità, rispetto agli ultimi due anni che sono stati caratterizzati da inverni miti che hanno reso possibile alti indici di natalità.

Alla luce delle minori differenze riscontrate nella stima della produttività (che tiene conto del totale dei soggetti avvistati) è peraltro possibile ipotizzare un errore sistematico legato, negli anni 2007 e 2008, alla localizzazione dei transetti campione nelle aree estive maggiormente idonee da un punto di vista trofico, in cui è possibile si concentrino maggiormente le femmine con prole e con conseguenti maggiori esigenze nutrizionali.

5.4 Analisi degli spostamenti stagionali e valutazione dei confini e dimensioni delle unità utilizzate a fini gestionali

Il periodo entro il quale i cervi lasciano le aree estive - riproduttive per passare in quelle di svernamento può risultare molto variabile, sia tra singoli animali, sia tra i differenti anni di monitoraggio, caratterizzati da diverse condizioni meteorologiche.

In figura 5.4 sono riportate le localizzazioni del cervo maschio 3914, animale di 5 anni, catturato il 2 ottobre 2007 sulle sponde del lago di San Giacomo. Complessivamente il sistema GPS ha effettuato 3.070 localizzazioni tra la data di cattura e il 1 marzo 2009. In base ai dati raccolti in un anno e mezzo, è possibile osservare un utilizzo, da un anno all'altro, tradizionale dei quartieri stagionali, con una propensione ad occupare il territorio del Parco dello Stelvio solamente durante il periodo riproduttivo e pre-riproduttivo (estate nel Parco e inverno all'esterno del Parco).

La prima fase autunnale del periodo riproduttivo è stata trascorsa nelle Valli di Cancano, tra il Lago di S. Giacomo e la Valle Alpisella. Dopo il periodo degli amori, in occasione delle prime forti nevicate invernali, il cervo si è spostato verso sud, andando ad occupare i versanti esposti a meridione della Valdidentro, posti all'esterno del Parco, dove ha trascorso l'inverno 2007-2008 e dove è localizzato anche nell'inverno corrente. Da segnalare lo stretto *range* temporale che ha caratterizzato le date di migrazione stagionale, attraverso la Val Vezzola, dai quartieri estivi verso quelli invernali, nei due anni di indagine (la data di migrazione si colloca nella notte del 10 novembre per il 2007 e in quella del 16 novembre per il 2008). La distanza in linea d'aria tra la zona riproduttiva e la zona di svernamento è di 5.5 km, per un percorso effettuato di circa 8 km.

Nel quartiere invernale prescelto, il cervo resta nei due anni, per circa un mese, in aree aperte all'attività venatoria. La fase invernale - primaverile è stata trascorsa sui versanti solatii della sinistra orografica della Valle del Foscagno e sopra l'abitato di Valdidentro per entrambi gli anni. Una prima fase estiva è stata trascorsa sui freschi versanti settentrionali posti tra la destra orografica della Valle del Foscagno e l'inizio della Val Viola. In una seconda fase estiva, che è andata abbondantemente a sovrapporsi con la fase autunnale e riproduttiva del

2008, il cervo si è riportato nelle Valli di Cancano. Durante parte del periodo riproduttivo dell'autunno 2008, il cervo ha raggiunto la Stazione Forestale di Valfurva sopra l'abitato di Bormio. Terminato il periodo riproduttivo, il cervo si è riportato sui versanti solatii sopra l'abitato di Isolaccia-Pedenosso dove sta attualmente trascorrendo l'inverno.

In Tabella 5.18 si riporta l'estensione degli *home-ranges* stagionali, riferiti alla Figura 5.4, calcolati con il metodo dei minimi poligoni convessi (Burt, 1943).

PERIODO	DATE	ETTARI
Estate 2007	dal 2 ottobre al 10 novembre 2007	2.664
Inverno 2007-2008	Dall'11 novembre 2007 al 18 maggio 2008	760
Primavera 2008	dal 19 maggio al 15 giugno 2008	1.081
Estate 2008-1	dal 16 giugno al 10 agosto 2008	776
Estate 2008-2	dal 11 agosto al 16 novembre	4.999
Inverno 2007-2008	dal 17 novembre al 1 marzo 2008	377

Tabella 5.18 - Home-ranges stagionali del cervo maschio 3914.

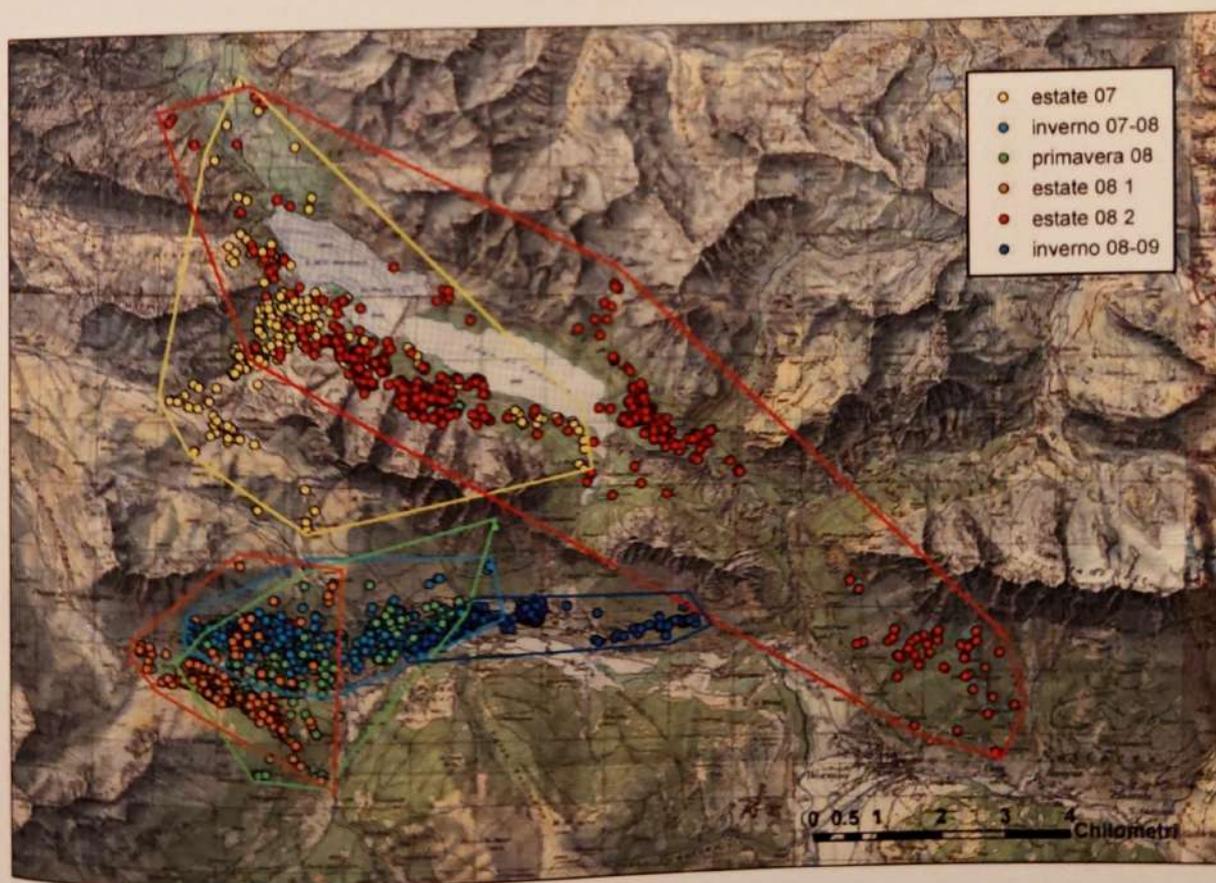


Figura 5.4 - Localizzazioni del cervo 3913, mediante radiocollare GPS, dal 2 ottobre 2007 al 3 marzo 2008. I diversi colori dei punti e dei poligoni indicano home-ranges stagionali differenti.

La Figura 5.5 mostra un confronto tra le localizzazioni registrate nei periodi invernali (da gennaio a marzo) dei due differenti anni. Pur essendo localizzato, in entrambi i casi, nelle aree meglio esposte ed esterne al Parco, si nota una dislocazione delle localizzazioni solo parzialmente sovrapponibile, dovuta all'influenza delle differenti condizioni meteo-climatiche dei due anni. Nell'inverno 2008-2009 (le localizzazioni evidenziate dai punti blu), le abbondanti nevicate hanno limitato gli spostamenti ed hanno spinto il cervo ad occupare aree poste a quote più basse e caratterizzate da minori condizioni di innevamento.

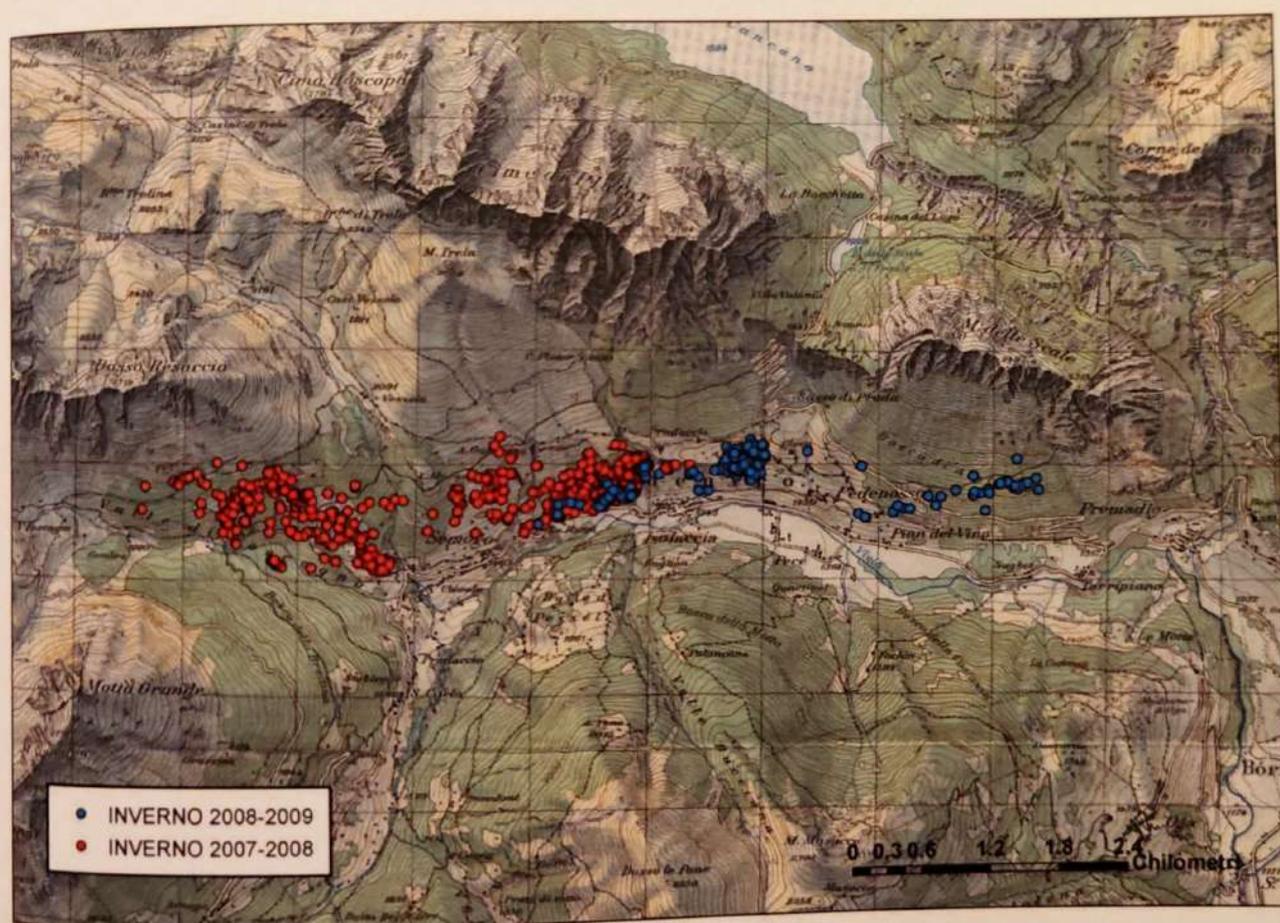


Figura 5.5 - Localizzazioni invernali, del cervo 3914, da dicembre a marzo. In rosso sono evidenziate le localizzazioni dell'inverno 2007-2008, mentre in blu sono mostrate le localizzazioni dell'inverno 2008-2009.

Nell'indagare le abitudini spaziali del cervo 3914 da aprile a maggio, nelle ore centrali del giorno e della notte, si può notare una propensione a trascorrere le ore diurne all'interno dei boschi, al riparo dal disturbo antropico, e una

tendenza a trascorrere le ore notturne nelle aree aperte di pascolo dislocate a quote inferiori, anche in prossimità dei centri abitati (Figura 5.6).

Come riportato da numerosi autori, i dati finora raccolti testimoniano il tipico pattern di utilizzo giornaliero dello spazio da parte del cervo, legato alla necessità di aree in cui disporre della sufficiente tranquillità, durante il giorno, e di zone di alimentazione caratterizzate da una buona qualità di pascolo, utilizzate durante le ore notturne. Il cervo è un ungulato evolutosi in ambienti aperti, come testimoniato dalla sua tipica struttura massiccia da corridore, che necessita di notevoli quantità di foraggio di buona qualità, disponibili essenzialmente nelle aree a pascolo. Con la comparsa dell'uomo, la storia del cervo si è indissolubilmente legata con quella di quest'ultimo, che ha profondamente modificato la struttura del paesaggio e, con azioni di prelievo diretto, ha nel contempo modificato le abitudini del cervo. L'estrema sensibilità al disturbo e la ricerca della necessaria tranquillità in una specie di notevoli dimensioni quale è il cervo, lo hanno conseguentemente costretto a ricercare gli ambienti forestali e a modificare il proprio ciclo giornaliero spostando l'attività di alimentazione sui pascoli durante le ore notturne (Wochikowsky *et al.*, 2006). L'antropizzazione e la capillare presenza delle attività umane in ambiente alpino, con il disturbo che ne consegue, hanno fatto sì che la specie di norma eviti gli spazi aperti durante il giorno, limitando la propria attività di pascolo durante le ore notturne. Numerosi problemi di gestione sono correlati a questo tipo di comportamento indotto dall'uomo.

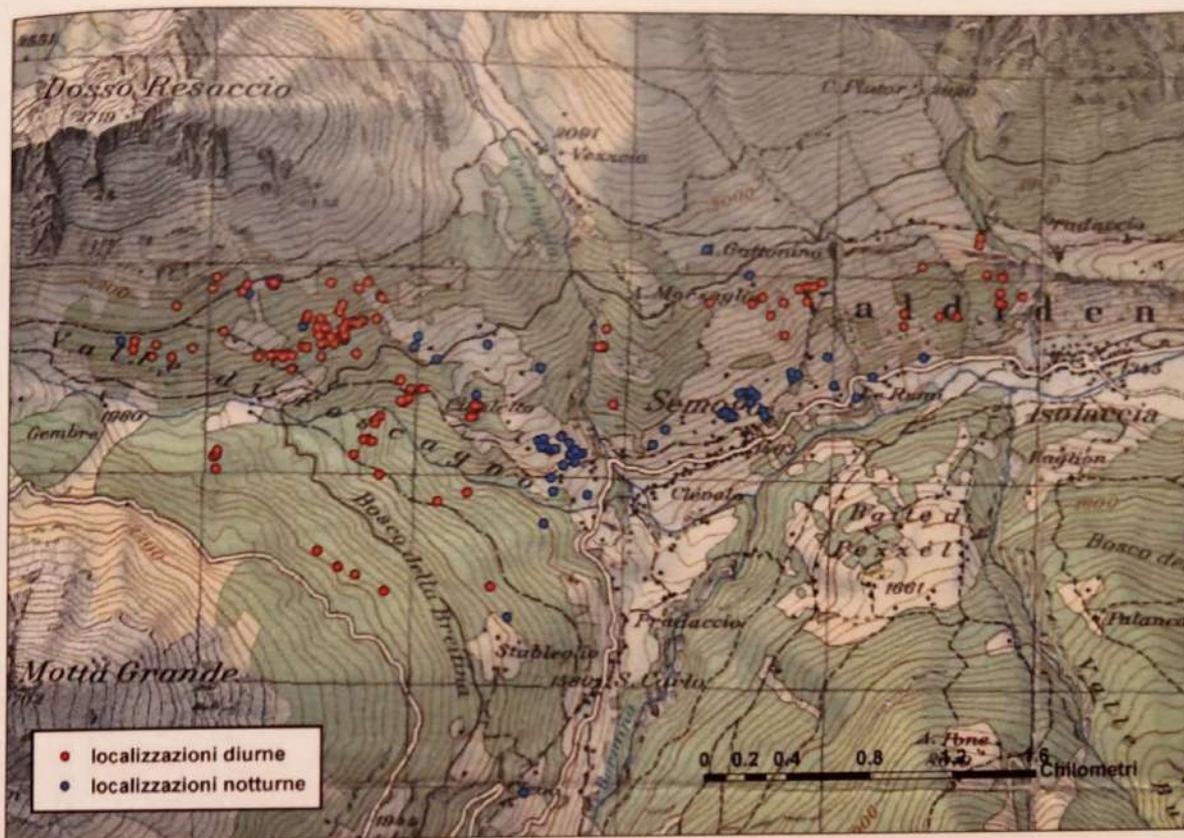


Figura 5.6 - Localizzazioni del cervo 3914, da aprile a maggio. In rosso sono evidenziate le localizzazioni diurne, dalle 10 del mattino alle 15 del pomeriggio, mentre in blu sono mostrate le localizzazioni notturne dalle 10 di sera alle 4 di mattina.

Durante il periodo riproduttivo, tra settembre ed ottobre, si osserva una preferenza del cervo 3914 a trascorrere le ore diurne sui versanti boscati che circondano i Laghi della Valle di Fraele, lontano anche da disturbi di tipo antropico, mentre nelle ore notturne il cervo si sposta a bramire verso le aree aperte in prossimità del lago stesso e delle aree di cattura (Figura 5.7).

In questo caso gli spostamenti del maschio sono da riferirsi al fatto che segua le femmine nel loro girovagare. Evidentemente la ricerca di nutrimento da parte delle femmine le porta ad utilizzare gli spazi aperti, posti a quote inferiori, durante le ore notturne, "trascinando" con sé i maschi impegnati nell'affannosa difesa del proprio harem. Durante le ore diurne resta invece nella totale tranquillità consentitagli dalle zone più impervie e boscate sempre in compagnia delle femmine

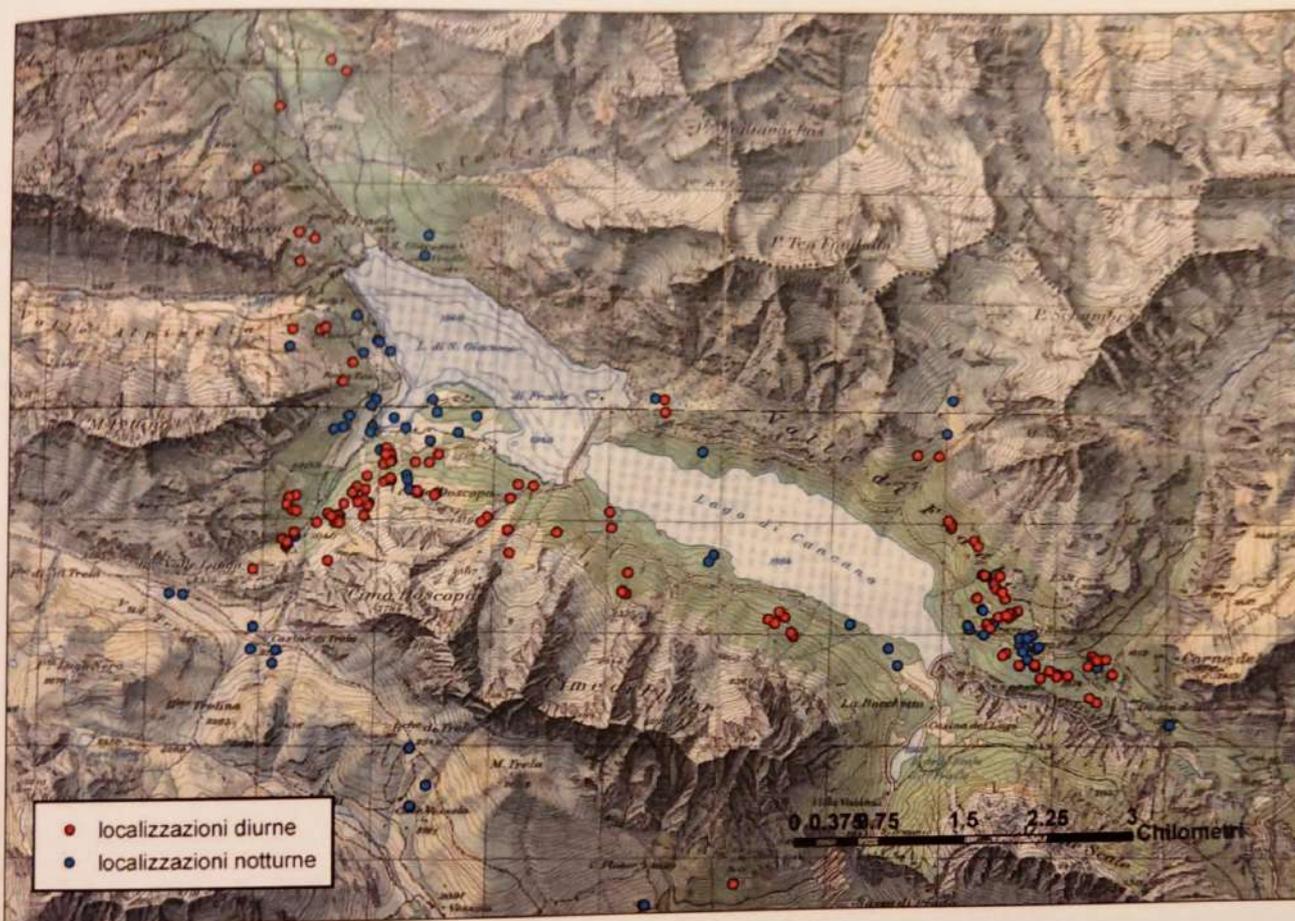


Figura 5.7 - Localizzazioni del cervo 3914 nel periodo degli amori. In rosso sono evidenziate le localizzazioni diurne, dalle 10 del mattino alle 15 del pomeriggio, mentre in blu sono mostrate le localizzazioni notturne dalle 10 di sera alle 4 di mattina.

In Figura 5.8 sono riportate le localizzazioni del soggetto maschio di 7 anni, (codice M3913), catturato sulle sponde del lago di San Giacomo, tra l'8 ottobre e 1 marzo 2009. Complessivamente il sistema GPS ha effettuato 815 localizzazioni.

Terminato il periodo degli amori trascorsi nella Valle di Fraele, all'interno del Parco, il 3 novembre 2008 il cervo fuoriesce dall'area protetta, attraversa le sponde della Valdidentro e si porta alle spalle dell'abitato di Bormio. Da qui, si abbassa, attraversa il solco della linea del fiume Adda e si porta sulla destra orografica della valle principale (Valtellina), per poi attraversare tutto il territorio del comune di Valdisotto, compreso l'attraversamento in quota della frana di Val Pola, portandosi fino a ridosso del comune di Sondalo.

Durante questo spostamento è rimasto per 26 giorni in aree aperte alla caccia durante la stagione venatoria.

La distanza percorsa in 3 giorni tra l'area estiva e quella invernale è stata di circa 24 km. Durante l'occupazione dei quartieri invernali è da segnalare una presenza di 11 giorni, durante il periodo di attività venatoria, all'interno della Zona di Ripopolamento e Cattura (ZRC) "Val Cameraccia".

In Tabella 5.19 si riporta l'estensione degli *home-ranges* stagionali, riferiti alla Figura 5.8, calcolati con i minimi poligoni convessi (Burt, 1943).

PERIODO	DATE	ETTARI
Estate 2008	dal 8 ottobre al 3 novembre 2008	181
Inverno 2008-2009-1	dal 9 novembre al 26 novembre 2008	222
Inverno 2008-2009-2	dal 27 novembre 2008 al 1 marzo 2009	90

Tabella 5.19 - *Home-ranges* stagionali del cervo maschio 3913.

Anche in questo caso è interessante segnalare come il rigido inverno 2009 sembri influenzare l'occupazione dello spazio, riducendo l'estensione dell'*home-range* nel secondo periodo invernale a meno di 1 km².



Figura 5.8 – Localizzazioni del cervo 3914, mediante radio-collare GPS, dal 8 ottobre 2007 al 24 febbraio 2008. I diversi colori dei punti e dei poligoni indicano periodi stagionali differenti.

6. DISCUSSIONE E CONCLUSIONE

Attività di cattura

Le campagne di cattura, iniziate a partire dall'anno 2007 all'interno della Stazione Forestale di Valfurva, avevano la finalità di ottenere un numero di animali marcati e individualmente riconoscibili, sufficiente per una corretta applicazione del metodo di stima delle consistenze della popolazione di cervi definito *mark-resight*.

In totale si sono marcati 43 cervi, di cui 13 piccoli (nati l'anno precedente le catture), 7 maschi e 23 femmine. In base agli assunti necessari per l'applicazione del metodo citato, è necessario disporre di un campione di animali marcati equilibrato tra i sessi e tra le diverse classi di età e distribuito in modo casuale all'interno dell'area di studio cui si vogliono riferire le stime di consistenza.

Il campione di soggetti marcati disponibili, cui fanno riferimento le stime presentate nella tesi, risulta al momento eccessivamente sbilanciato a favore delle femmine. Tale fatto può portare a una sottostima della popolazione in quanto le femmine risultano maggiormente legate al sito di catture (e, quindi, di svernamento) nel periodo che va dall'inverno alla prima parte della primavera. La distribuzione dei soggetti appartenenti al campione di marcati disponibili è inoltre risultata parzialmente aggregata e non è possibile, in questa fase della ricerca, assumere con certezza una distribuzione casuale dei soggetti marcati all'interno della complessiva popolazione sottoposta a censimento primaverile. Tuttavia, a parziale sostegno del rispetto degli assunti del metodo, è possibile affermare che nelle aree in cui erano presenti soggetti marcati, durante le sei sessioni di avvistamento è stato conteggiato l'83% di tutti i cervi conteggiati.

○ I futuri obiettivi, per il proseguo della ricerca, dovranno puntare alla necessità di cattura di un numero maggiore di maschi, per equilibrare maggiormente il campione disponibile tra i due sessi, e di un numero maggiore di soggetti nelle aree interessate dal censimento e nelle quali attualmente non sono disponibili cervi individualmente riconoscibili. Per questo ultimo scopo già nelle campagne di cattura dell'inverno 2009 sono stati predisposti nuovi recinti di cattura che potranno ovviare al problema ed hanno ampliato l'area in cui saranno in futuro disponibili soggetti marcati. In relazione alle minori probabilità di

cattura dei maschi mediante trappole auto-scattanti, la soluzione alla problematica potrà essere trovata utilizzando tecniche di cattura alternative, che forniscano maggiore selettività e siano in grado di ovviare alle difficoltà dettate dalla diversa frequentazione delle trappole da parte dei maschi, dovute anche ad una loro innata diffidenza ed elusività. La cattura attraverso la tecnica del *free ranging*, già sperimentata in altre aree, per differenti finalità, e discussa nel presente elaborato, può rappresentare una valida opportunità a soluzione del problema.

Efficienza di cattura

Le informazioni raccolte durante le attività di cattura, condotte con le due tecniche menzionate, hanno permesso, da un lato, la quantificazione dello sforzo necessario per la marcatura di un certo quantitativo di animali e dell'efficienza dei metodi impiegati, dall'altro hanno fornito dettagliate indicazioni circa l'utilizzo e gli effetti delle miscele anestetiche utilizzate.

L'efficienza di cattura, riferita all'utilizzo di trappole auto-scattanti, registrata nella Stazione di Valfurva, è stata confrontata con l'efficienza registrata nel settore Trentino (Peio-Rabbie) e Alto Atesino (Val Venosta) del Parco Nazionale dello Stelvio (Tabella 6.1).

Anno di cattura	Aree di cattura	Media delle trappole attive	Cervi catturati	Giorni utili	Cervi per notte-trappola	Efficienza di cattura
2008-2009	Valfurva	1,85	65	144	0,54	0,24
2000-2001	Val Venosta	5,00	50	136	0,26	0,07
2003-2008	Peio-Rabbi	3,50	66	220	0,89	0,09

Tabella 6.1 - Sforzo di cattura nei tre settori del Parco Nazionale dello Stelvio tramite l'utilizzo di trappole auto scattanti.

La determinazione dell'efficienza di cattura risulta molto importante al fine di quantificare la necessaria quantità di mezzi (trappole), personale e tempo, in

virtù del raggiungimento di determinati obiettivi quali la necessità di disporre di un determinato numero di soggetti marcati o del controllo numerico della popolazione a fini di riduzione delle consistenze. Nel nostro caso il proposito era quello di marcare, al fine di renderli individualmente riconoscibili, il più alto numero di cervi possibile.

In base ai risultati conseguiti, è possibile affermare che l'efficienza ottenuta nel settore lombardo sia in linea con quelle raggiunte negli altri settori del Parco.

A titolo di esempio, in base all'efficienza di cattura stimata e al numero medio di trappole che nel periodo di studio è risultato possibile attivare contemporaneamente, la cattura e la marcatura di 50 cervi ogni anno necessita la disponibilità di un periodo utile di cattura di almeno 113 giorni. Ciò risulta di difficile attuazione dal momento che la durata media del periodo utile alle catture difficilmente è superiore a 100 giorni.

Si sottolinea come il numero delle trappole che possono essere attivate contemporaneamente nell'arco della stessa notte, dipenda in modo vincolante dal personale disponibile per l'innescò e il controllo delle trappole stesse e per le successive fasi di sedazione e marcatura. È infatti sconsigliabile attivare più trappole in contemporanea, senza l'utilizzo di un adeguato numero di squadre di intervento (che a sua volta implica la disponibilità di un grande numero di operatori), al fine di evitare una eccessiva permanenza dei cervi nelle trappole, fonte di stress e di eventi traumatici che possono aumentare in modo eccessivo gli eventi di mortalità. A tale proposito, e sempre in relazione all'efficienza di cattura stimata, è possibile prevedere come, per il marcaggio di 100 soggetti nell'arco di un tempo utile di 100 giornate, sia necessaria l'attivazione giornaliera contemporanea di una media di 4,17 trappole, che comporterebbe il coinvolgimento di almeno tre squadre di cattura e la presenza di almeno 15 operatori esperti in ciascuna giornata di cattura. Alla luce delle considerazioni effettuate e delle attuali disponibilità di personale in forza al Parco è possibile stimare come obiettivo annuale di cattura un numero di circa 40 soggetti.

Al fine dell'espressione di un giudizio circa la tecnica e le miscele anestetizzanti impiegate durante le operazioni di cattura i risultati dell'attività di sedazione sono stati confrontati con altre esperienze simili.

Durante le attività di cattura si sono verificati tre casi di mortalità direttamente connesse alle attività di cattura stesse (5%). Tale valore appare del tutto in linea con quanto riscontrato nelle esperienze di cattura effettuate nel Parco Nazionale della Vanoise su camoscio e stambecco (Gauthier, 1990) e nella Repubblica Slovacca sul cervo (Janovsky *et al*, 2000).

Da un confronto, per quanto riguarda l'attività di sedazione attraverso l'utilizzo della miscela Vienna, con lo studio effettuato da Janovsky e collaboratori (2000), emergono le seguenti considerazioni.

Nel caso del Parco dello Stelvio il dosaggio della miscela Vienna per biomassa (100Kg) è risultato inferiore (1,529 ml/100kg contro 2,3 ml/ 100kg). In relazione a ciò i tempi di induzione sono risultati solo leggermente superiori (10,38 minuti (DS 6,05) contro 7,5 minuti (DS 6,05)) e le reazioni alla manipolazione si sono rilevate generalmente deboli.

La scelta di utilizzare volumi inferiori nasce dall'esigenza di garantire una maggiore sicurezza degli animali, oltre che dalla consapevolezza che gli inverni rigidi che interessano l'area di studio portano gli animali ad avere una condizione inferiore rispetto alla condizione media riscontrata in altre aree o in altri periodi. Allo stesso tempo, è comunque importante garantire la sicurezza del personale impiegato. Per questo è necessario individuare il miglior compromesso tra la minimizzazione della dose necessaria alla sedazione che, tuttavia, garantisca reazioni minime nella fase di manipolazione. Da questo punto di vista i volumi utilizzati si sono dimostrati efficaci allo scopo. I dosaggi utilizzati devono necessariamente essere riferiti all'utilizzo della tecnica di cattura mediante corral nel suo complesso, in cui la sedazione dell'animale avviene all'interno di appositi recinti e testimonia la validità del metodo.

Rispetto alle catture con trappole auto-scattanti, la tecnica del *free ranging*, utilizzata all'interno dei confini della Stazione Forestale di Valdidentro, ha messo in evidenza alcune problematiche che hanno limitato il numero di cervi catturati e l'efficienza di cattura. In 21 notti-fucile di cattura, si sono infatti marcati solo 3 cervi, 2 maschi con collare GPS e una femmina con collare catarifrangente.

I dati raccolti, inerenti le attività di cattura, permettono però alcune considerazioni. Ferme restando le difficoltà legate all'utilizzo del metodo stesso, relative alla minore disponibilità e scarsa contattabilità degli animali, alle

conseguenti possibilità effettive di tiro e alle probabilità medie di esito positivo del tiro stesso, era stata ipotizzata la possibilità di cattura di circa 10 soggetti nell'arco di due stagioni autunnali. Complessivamente durante le attività di cattura sono stati effettivamente colpiti 10 animali, un numero, cioè, in linea con quanto era nelle aspettative iniziali.

Il ridotto campione di animali effettivamente recuperati e marcati dopo il tiro è da imputarsi principalmente a cause legate ad un mancato funzionamento dei materiali utilizzati. L'utilizzo di dardi con espulsione della miscela narcotica prodotta da una spinta generata da una carica esplosiva sembra essere la causa discriminante che ha fatto sì che 7 animali su 10, tra quelli colpiti, non venissero recuperati. Kreegere e Arnemo (2007) indicano come un alta velocità di iniezione prodotta dalle siringhe esplosive (tempo di espulsione del liquido inferiore a 0,001 secondi), rispetto alle siringhe caricate a gas (tempo di espulsione del liquido pari a 0,5-1 secondi) provochi un danneggiamento ai tessuti sottocutanei con formazione di ematomi, che può influenzare e ritardare l'assorbimento del farmaco stesso.

La raccolta di informazioni circa la capacità di spostamento e migrazione dei cervi che attualmente occupano l'UG LO3, al fine di valutare l'effettiva dimensione e localizzazione dei confini dell'UG stessa rappresentano gli obiettivi che ci si pone per l'area in cui sono state effettuate le catture in *free-ranging*. A tale fine risulta necessaria la cattura di esemplari durante il periodo estivo-autunnale, durante il quale altre tecniche di cattura risultano difficilmente applicabili. Pertanto, nel proseguo della ricerca sarà valutata la possibilità di utilizzo di altri modelli di siringhe, in cui l'espulsione del liquido sia dovuta a gas compresso ma che nel contempo possano alloggiare al loro interno un trasmettitore per la ricerca degli animali colpiti. Resta ferma comunque la considerazione che lo sforzo da produrre dovrà comunque essere elevato rispetto ai risultati che potranno essere conseguiti.

Metodi di conteggio

Negli ultimi decenni le popolazioni di Ungulati sono notevolmente aumentate in termini di consistenza e di distribuzione in tutta Europa (Acevedo *et al.*, 2005; Milner *et al.*; 2006; Ward, 2005). Uno dei fattori chiave per una corretta gestione

della fauna (Buckland *et al.*, 1993) è rappresentato da un corretto monitoraggio del trend e della numerosità delle popolazioni.

La valutazione in termini numerici delle popolazioni di Cervidi in una determinata area risulta particolarmente difficoltosa in virtù delle loro caratteristiche eco-etologiche e del loro comportamento particolarmente elusivo, che spesso sono causa di stime poco precise ed inaccurate. Per ottenere stime quantitative più affidabili e maggiormente vicine alla situazione reale delle popolazioni, negli ultimi anni sono state introdotte e confrontate nuove metodologie di conteggio, in grado di fornire indicazioni sul grado di accuratezza e precisione delle stime stesse (Mysterud *et al.*, 2007; Mayle *et al.*, 1999; Gould *et al.*, 2005).

In Spagna, Acevedo e collaboratori (2008) hanno confrontato metodi di conteggio basati su osservazioni dirette e indirette. Tra i primi rientrano il *Distance sampling* mediante avvistamenti e l'indice chilometrico di abbondanza (KAI), tra i secondi rientrano il *Faecal Standing Crop (FSC)*, il *Frequency based indirect index (FBII)*, basato sul conteggio dei *pellets group* e l'indice di brucatura (BWI).

In uno studio effettuato in Scozia sono stati confrontati 4 metodi differenti di censimento, osservazioni dirette da elicottero, osservazioni dirette da punti vantaggiosi a terra, osservazioni dirette da elicottero mediante scanner termici e *pellet group count*, al fine di definire l'accuratezza dei conteggi, la precisione dei metodi utilizzati e i costi sostenuti (Daniel, 2006).

In Inghilterra, per stimare l'accuratezza dei conteggi sono stati confrontati tre comuni tecniche di monitoraggio *Faecal Standing Crop (FSC)*, *Distance sampling* e *Faecal Accumulation Rate (FAR)* (Smart *et al.*, 2004).

Per una valutazione dell'efficienza del metodo impiegato, le stime di consistenza della popolazione di cervo presente nella Stazione di Valfurva, ottenuti con l'utilizzo del *mark-resight (MR)* applicato ai censimenti primaverili, sono stati confrontati con i risultati conseguiti grazie all'utilizzo del metodo del *Distance Sampling* applicato al *Pellets Group Count (PGC)* nella stessa area (Galli, 2008).

Per le stime di densità e consistenza ricavate, è stato possibile determinarne la precisione, grazie all'intervallo di confidenza, e l'accuratezza, mediante il confronto tra le stime ottenute con due metodi tra loro indipendenti.

La metodologia del *Distance sampling* applicato al PGC, messa in atto in Valfurva, ha previsto la combinazione di un metodo di censimento indiretto, basato sul conteggio dei gruppi di fatte (PGC) deposti dal cervo, con una particolare tecnica di campionamento statistico, che presuppone la stima di probabilità di avvistamento dei gruppi di fatte (*pellets group*) lungo un transetto, in base alla misurazione della distanza di ciascun *pellets group* avvistato, dal centro del transetto stesso. I gruppi di fatte deposti dai cervidi, poiché immobili, rappresentano un ottimo punto di partenza per metodi alternativi mirati ad ovviare al problema della scarsa contattabilità dei Cervidi, dei doppi conteggi e delle sottostime. Nel nostro caso il PGC è stato applicato mediante la tecnica del *faecal standing crop* (FSC), la quale prevede una sola visita sul transetto e necessita della stima del tasso di decadimento dei *pellets group*. La procedura di campionamento utilizzata prevede l'identificazione di un certo numero di transetti lineari individuati in modo casuale nell'area di studio, lungo i quali vengono conteggiati i gruppi di fatte, misurando la loro distanza dalla linea centrale del transetto. La misurazione delle distanze permette di stimare la probabilità di avvistamento dei *pellets group* mediante la costruzione di curve di "avvistabilità" effettuata con l'ausilio del software *Distance* (Buckland *et al.*, 2001). Per la stima delle curve si assume una costante diminuzione della probabilità di avvistamento all'aumentare della distanza dal centro del transetto. Conoscendo la probabilità di contatto, il numero di *pellets group* rilevati, il tasso di defecazione e di decadimento dei PG, è possibile risalire alle densità della popolazione.

In base alle stime di densità e consistenza ricavate attraverso le elaborazioni mediante il software *Distance*, è possibile valutare la precisione del metodo, grazie all'intervallo di confidenza forniti direttamente dal software.

In tabella 6.2 si mostrano i risultati ottenuti attraverso il metodo del PGC-DS e in figura 6.1 vengono riportate le aree campioni della Valfurva in cui è stato realizzato lo studio e le relative stime di densità e consistenza in base al metodo del *Distance sampling* applicato al PGC. Per ottenere una stima di consistenza riferibile all'intera area della Valfurva e confrontabile con le stime effettuate mediante *Mark-resight*, le stime di densità di ciascuna area campione sono state

estrapolate a differenti porzioni dell'intera area di distribuzione estiva del cervo (Figura 6.1).

Area campione	Area campione ha	Superficie estrapolata ha	Densità c/100 ha	C.V. (%)	Intervallo di confidenza	Consistenza n. cervi	Intervallo di confidenza
Pravasivo	714	1944	28.4	10.62	22.9-35.1	552	445-682
S Antonio	813	4197	15.4	14.94	11.5-20.7	646	483-869
Gavia	894	2738	11.8	17.67	8.3-16.7	323	227-457
SF Valfurva	2421	8879	17.1		14.2-24.2	1521	1155-2008

Tabella 6.2 - PGC DS. Superficie delle aree campione utilizzate e relativa superficie delle aree estrapolate. Densità di cervo riscontrate nelle varie aree con relativi coefficienti di variazione (C.V.) e intervalli di confidenza e numerosità di cervo con relativi valori dell'intervallo di confidenza.

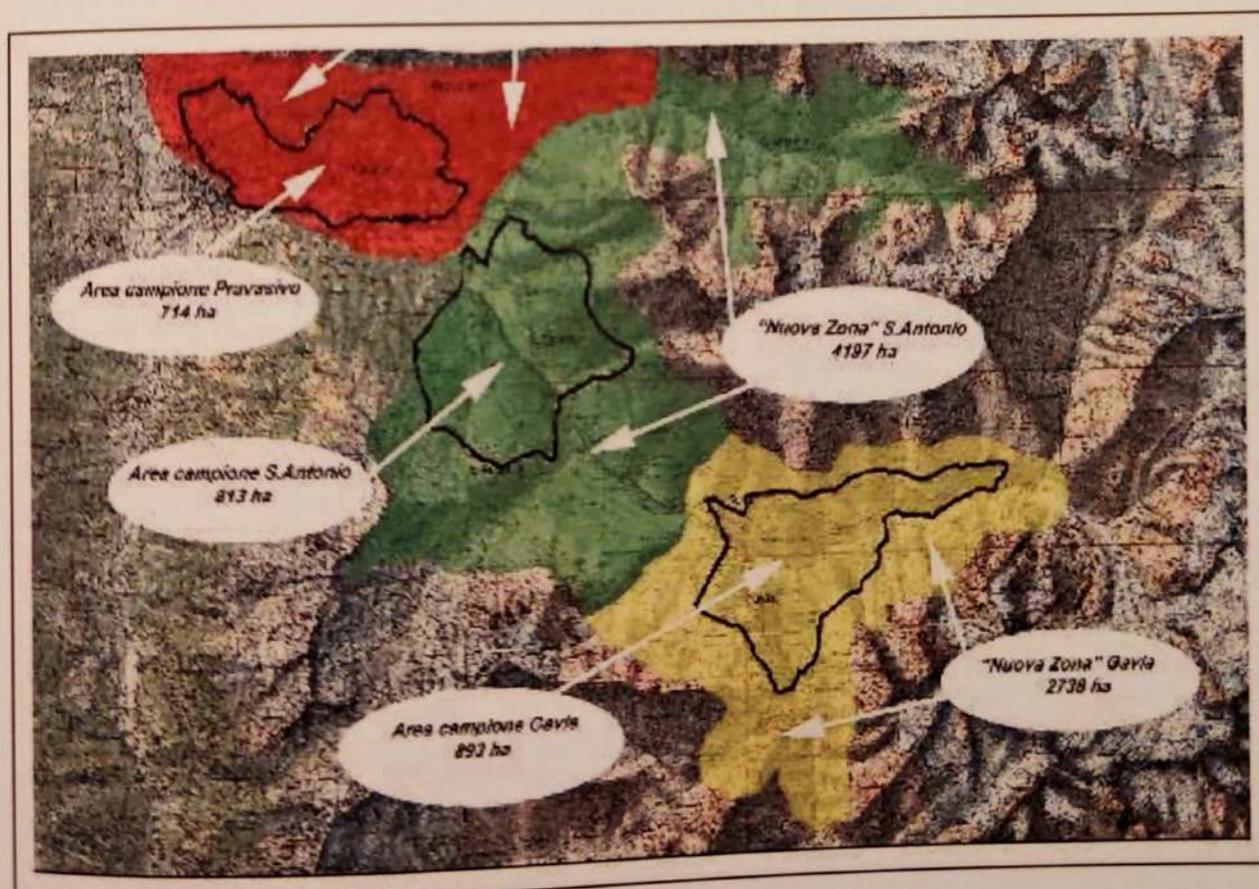


Figura 6.1 - Area di estivazione del cervo suddivisa in tre porzioni ciascuna rappresentata in colore diverso e comprendente un'area campionata, in nero (Galli, 2008).

Le stime ottenute attraverso l'utilizzo dei 2 metodi tra loro indipendenti risultano simili (valore medio di 1.505 cervi - IC 1.149-1.971 - stimati presenti in

Valfurva in base al MR e valore medio di 1.521 cervi – IC 1.158-2.007- in base al PGC DS) e fanno propendere per una buona accuratezza di entrambi i sistemi. Con entrambi i metodi è stata inoltre ottenuta una precisione simile, con coefficienti di variazione compresi tra il 10% e il 15%.

A fronte del notevole impegno di mezzi e personale per ottenere un numero sufficiente di soggetti marcati, l'applicazione del MR appare di più semplice e rapida applicazione. In base al confronto tra quanto stimato mediante MR e il numero di cervi effettivamente conteggiati durante le sessioni notturne, è possibile valutare una sottostima del 41-42 %, di poco superiore di quanto ottenuto negli ultimi 4 anni nel settore Trentino del Parco Nazionale dello Stelvio in un analogo sperimentazione.

I risultati ottenuti da questa prima sperimentazione forniscono indicazioni positive per quanto riguarda l'accuratezza delle stime ottenute, le quali risultano congruenti con quanto atteso in base alla dinamica della popolazione di cervi della Valfurva. L'applicazione del MR proseguirà in occasione dei censimenti della primavera del 2009 con un contingente di animali marcati superiore ai 60 esemplari.

Occupazione dello spazio e spostamenti

Una risorsa importante come il cervo (anche numericamente) va gestita oculatamente implicando con ciò una conoscenza approfondita della risorsa stessa, della sua distribuzione, della sua consistenza, della sua evoluzione e anche dei suoi spostamenti. In relazione agli obiettivi previsti dal progetto cervo (Pedrotti *et al.*, 2008), la conoscenza e la quantificazione dell'occupazione dello spazio e dei fenomeni di migrazione stagionale è di importanza fondamentale per una corretta prassi di gestione e conservazione. Soprattutto in considerazione dell'elevata mobilità che caratterizza la specie stessa.

Gli studi condotti sull'arco alpino hanno evidenziato modelli comportamentali simili per tutte le popolazioni studiate (Atzler, 1984; Georgii, 1980; Gerorgii e Schroder, 1983; Koube e Hrabe, 1996; Luccarini *et al.*, 2006; Meyer e Filli, 2006; Schmidt, 1993):

- esistono due tipologie di individui; i cervi stanziali che rimangono nella stessa area per tutto l'arco dell'anno, e i cervi migratori che occupano aree di svernamento e di estivazione distinte;
- le aree occupate durante le due stagioni principali possono distare tra loro da poche centinaia di metri a 4-5 km e sino a 20-30 km in situazioni climatico- ambientali particolarmente dure;
- la percentuale di individui migratori in ciascuna popolazione è estremamente variabile e dipende da numerosi fattori collegati con la disponibilità alimentare, il comfort termico e la tranquillità;
- il comportamento migratorio si riscontra in particolare nelle regioni alpine ed è composto da periodi stazionari, intercalati da due movimenti stagionali che avvengono generalmente nel periodo primaverile e (tardo) autunnale;
- la scelta dei luoghi estivi e di svernamento e le relative rotte di svernamento vengono tramandate dalla madre al piccolo, instaurando un movimento migratorio di tipo tradizionale e più marcato nelle femmine che nei maschi;
- una parte della popolazione mostra fenomeni di dispersione che spingono alcuni esemplari a colonizzare nuove regioni, senza più fare ritorno al luogo d'origine;
- le femmine occupano annualmente aree familiari (*home ranges*) in genere di minore estensione rispetto ai maschi (500-1000 ettari le femmine, 1-5000 ettari i maschi).

Dall'analisi degli spostamenti dei due cervi marcati con tecnologia GPS, risulta chiaro come questi presentino una strategia di occupazione dello spazio di tipo migratorio, che li porta ad occupare aree stagionali differenti e con differenti modalità nei due soggetti. I quartieri di estivazione, all'interno del Parco, nel periodo che va dalla tarda estate e si prolunga fino all'avvento delle prime forti nevicate e le aree di svernamento all'esterno del Parco. In base al comportamento spaziale del cervo maschio 3914 è possibile definire un comportamento di tipo tradizionale nella scelta sia dei quartieri estivi, sia di quelli di svernamento, collegati da movimenti migratori tra i 2 principali quartieri che distano tra loro circa 5 km. Nel caso del cervo 3914, seguito per un solo anno, la distanza tra

quartieri stagionali è risultata di circa 24 km e sarà interessante l'anno prossimo verificare l'eventuale fedeltà ai siti di estivazione e svernamento.

Il proseguo della ricerca tenderà a indagare anche le strategie di occupazione dello spazio della parte femminile della popolazione e verificare se le rotte di migrazione (verso sud) attualmente individuate siano utilizzate in via esclusiva o un certo contingente della popolazione si sposti migrando verso nordovest, oltre il confine elvetico o verso il territorio di Livigno. A questo fine sarà importante incrementare il campione di individui radiomarcati.

I risultati preliminari riguardanti gli spostamenti dei cervi che occupano questa UG, mostrano spunti estremamente interessanti e, se opportunamente incrementati nel proseguo della ricerca, introducono l'ipotesi di una possibile modifica dei confini dell'UG stessa. I cervi marcati hanno infatti coperto una superficie che supera i confini l'UG L03, prospettando l'ipotesi futura di suddivisione della suddetta UG, assegnando parte di essa all'UG più meridionale e parte ad una unità settentrionale transfrontaliera comprendente anche i territori della Stazione di Livigno e di Valle dello Spöl.

7. ALLEGATI

ALLEGATO 1: SCHEDA DI CATTURA

ALLEGATO 2: SCHEDA DI CENSIMENTO

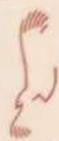
ALLEGATO 3: SCHEDA DI CAMPO (TRANSETTI ESTIVI)

ALLEGATO 1: SCHEDA DI CATTURA

CONSORZIO PARCO NAZIONALE DELLO STELVIO

SETTORE LOMBARDO

COORDINAMENTO TERRITORIALE PER L'AMBIENTE DEL PNS



SCHEDA DI RILEVAMENTO DATI SUI CERVI CATTURATI

Nome del Rilevatore		Tiratore:	
Data ____ / ____ / ____	Ora scatto trappola	Codice	
Località della cattura		Ora Tiro T1:	
Animali nella trappola	Tot N° ____	N°MM ____	N°FF ____ N°piccoli ____

TIRO EFFICACE	ANESTETICO USATO E DOSAGGIO		T2 TEMPO DI REAZIONE coricato dopo min.:	
	ANIMALE RECUPERATO ALLE ORE: _____		REAZIONE ALLA MANIPOLAZIONE N D F MF	
	Note:			

DATI RILEVATI SULL'ANIMALE				
Sesso M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>		Età (stimata)		
Femmina	Allattante <input type="checkbox"/>	Latte denso <input type="checkbox"/>	Asciutta <input type="checkbox"/>	
Note eventuali				
MISURE BIOMETRICHE		Peso Kg	Lunghezza arto posteriore cm.	
Lunghezza mandibola mm.			Numero punte DX SX	
Circonferenza minima collo cm.	Alto	Basso	Lunghezza stanghe DX SX	

COLORE COLLARE vs orecchie o vs. schiena c CATARIFRANGENTI UP..... DOWN.....	MARCHE AURICOLARI Sinistra animale Destra animale 	RADIOCOLLARE COLORE <input style="width: 100%;" type="text"/> FREQUENZA <input style="width: 100%;" type="text"/> CIRCONF. <input style="width: 100%;" type="text"/>
---	--	--

PRELIEVI	
FECI	<input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si NOTE:
ECTOPARASSITI	<input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si SPECIFICA:
SANGUE	<input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si NOTE:

SOMMINISTRAZIONE ANTIDOTO T3		<input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> si Nome farmaco
Ora	Dose	Tempo risveglio T4

ANIMALE RILASCIATO _____

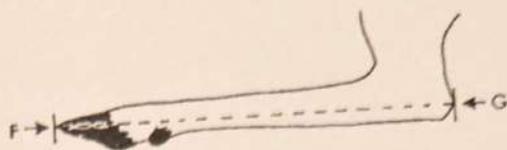


Figura 1 - Lunghezza dell'arto posteriore (F-G).

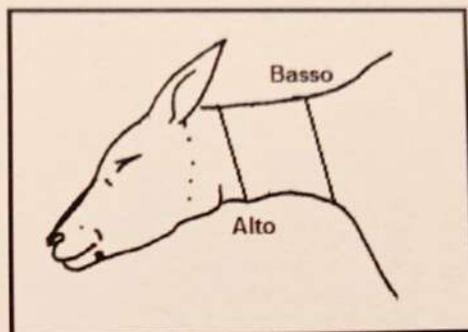


Figura 4 - Circonferenza del collo.

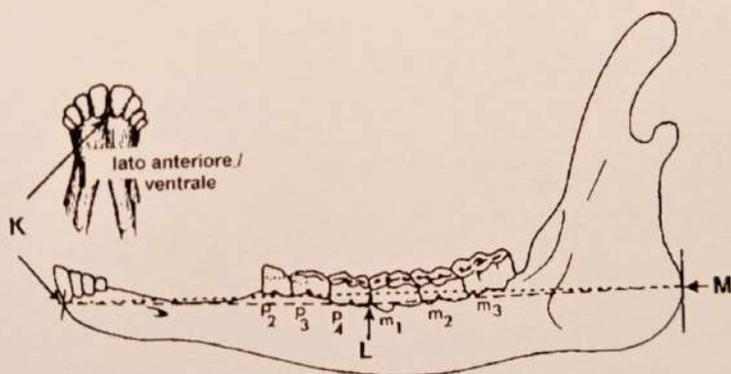


Figura 5 - Misurazione della lunghezza della mandibola (K-M).

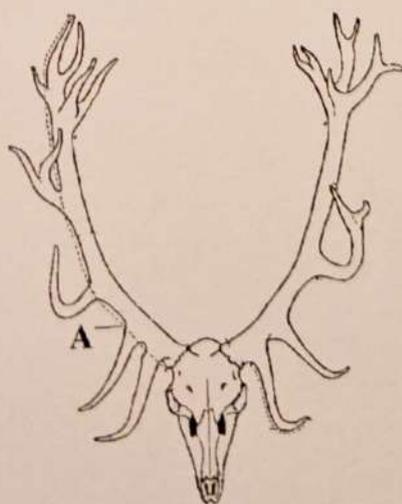


Figura 4 - Lunghezza totale del trofeo - A.

ALLEGATO 2: SCHEDA DI CENSIMENTO

 <p>CONSORZIO PARCO NAZIONALE DELLO STELVIO KONSORTIUM NATIONAL PARK STILFSER JOCH</p>	<p>COORDINAMENTO TERRITORIALE PER L'AMBIENTE DEL PARCO NAZIONALE DELLO STELVIO SETTORE LOMBARDO</p> 	
Censimento Cervo		

Comando Stazione di _____	Anno 2008				
DATA _____	PROVINCIA _____				
OSSERVATORI _____					
PERCORSO _____					
<i>Visibilità</i>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">NULLA</td> <td style="width: 25%;">SCARSA</td> <td style="width: 25%;">MEDIA</td> <td style="width: 25%;">BUONA</td> </tr> </table>	NULLA	SCARSA	MEDIA	BUONA
NULLA	SCARSA	MEDIA	BUONA		

Cod. GRUPPO	LOCALITÀ E PARCELLA	Ora	TOTALE CERVI	MM Fusoni	MM Adulti	FF Femmine	Nati 2007	Ind.	CERVI MARCATI	CAPRIOLI

Individuazione marchi _____

altre specie: _____

Firma del Responsabile: _____

8. BIBLIOGRAFIA

ACEVEDO P., RUIZ-FONS F., VICENTE J., REYES-GARCIA A.R., ALZAGA V., GORTÁZAR C., 2008 – Estimative red deer abundance in a wide range of management situations in Mediterranean habitats – *Journal of Zoology*, 276: pp 37-47.

ARTOIS M., 1987 – Les indices de santé et de condition physique – Faune Sauvage d'Europe, Informations Techniques des Services Vétérinaires. Ministère de l'Agriculture.

ATZLER R., 1984 – Nahrungsangebot und Wanderverhalten von Rothirschen in den Ammgauer Bergen – *Zeitschrift für Jagdwissenschaft*, 30: pp 73-81.

BERTOUILLE S.B., DE CROMBRUGGHE S.A., 1995 – Body mass and lower jaw development of the female red deer as indices of habitat quality in the Ardennes – *Acta Ther*, 40 (2): pp 5-57.

BOWDEN D.C., KUFELD R.C., 1995 – Generalized mark-sight population size estimation applied to Colorado moose – *Journal of Wildlife Management*, 59 (4): pp 840-851.

BRIEDERMANN L., 1983 – Der Wildbestand- die grosse Unbekannte. Methoden der Wildbestand-sermittlung – Enke, Stoccarda, 208 pp.

BUCHLI C.H., 1979 – Zur Populationsdynamik, Kondition und Konstitution des Rothirshes (*Cervus elaphus L.*) im und um des Schweizerischen Nationalpark. Inaugural Dissertation Universität Zürich: pp 1-99.

BUCKLAND S.T., ANDERSON D.R., BURHNAM K.P., LAAKE J.L., 1993 – Distance sampling: estimating abundance of biological populations - Chapman and Hall, London, UK.

BUCKLAND S.T., ANDERSON D.R., BURHNAM K.P., LAAKE J.L., BORCHERS D.L., THOMAS L., 2001 – Introduction to Distance sampling: estimating abundance of biological populations – Oxford University Press: 432 pp.

BURT W.H., 1943 – Territoriality and home range concepts as applied to mammals – *Journal of Mammalogy*, 24: pp 346-352.

CAGNACCI F., FRANZETTI B., PEDROTTI L., RAGANELLA PELLICIONI E., DEMARINIS A.M., FOCARDI S., 2005 – Il distance sampling e il censimento dei cervidi: vantaggi e problematiche nei metodi diretti e indiretti di stima delle densità - *Hystrix, The Italian Journal of Mammalogy*, Published by associazione teriologica italiana: pagina 53.

CAGNOLARO L., CORTINI-PEDROTTI C., D'AMICO C., MOLTONI E., ORSOMANDO E., PATELLA L.V., PEDROTTI F., PERARI R., PRATESI F., RANZI S., RONCHETTI G., TOMASI G., TONZIG S., VITTORI A., 1969 – Studi per la valorizzazione naturalistica del Parco Nazionale dello Stelvio. L'ambiente – Editore a cura del Parco nazionale dello Stelvio, Tipografia Mevio Washington e Figlio, Sondrio, Vol. 1: 370 pp.

CARMIGNOLA G., STEFANI P., DEL PARCO G., PEDROTTI L., STAFLEER J., NOGGLER W., RINNER S., GALIOPPA P., 2001 – Il cervo nel Parco Nazionale dello Stelvio. Analisi dell'impatto sul bosco in relazione alle risorse ambientali e agli indici di presenza – Consorzio del Parco Nazionale dello Stelvio. Quaderni del Parco Nazionale dello Stelvio, nuova serie, 100 pp.

CLUTTON-BROCK T.H., ALBON S.D., 1989 – Red deer in the highlands – BSP Professional Books, 260 pp.

CLUTTON-BROCK T.H., GUINNESS F.E., ALBON S.D., 1982 – Red deer: behaviour and ecology of two sexes. Edinburgh University Press.

CLUTTON-BROCK T.H., ROSE K.E., GUINNESS F.E., 1997 – Density-related changes in sexual selection in red deer – *Proc Biol Sci*, 264: pp 1509-1516.

CLUTTON-BROCK T.H., 1985 – Il successo riproduttivo del cervo nobile – *Le Scienze*, Vol.34, Nr. 2000: pp 96-103.

CÔTÉ S.D., ROONEY T.P., TREMBLAY J.P., DUSSAULT C., WALLER D.M., 2004 – Ecological impacts of deer overabundance – *Annual Reviews Ecol. Evol. Syst.*, 35: pp. 113-147.

CREDARO V., PIROLA A., 1975 – La vegetazione della provincia di Sondrio – Tipo-litografia Bonazzi, Sondrio.

DANIELS M.J., 2006 – Estimating red deer *Cervus elaphus* populations: an analysis of variation and cost-effectiveness of counting methods – *Mammal Rev.*, Vol. 36, Nr. 3: pp. 235-247.

FATTORINI L., MARCHESSELLI M., MONACO A., PISANI C., 2007 – A critical look at some widely used estimators in mark-resighting experiments – *Journal of Animal Ecology*, 76: pp 957-965.

FREY H, 1992 – Die Wiedereinburgerung des Bartgeiers (*Gypaetus barbatus*) in den Alpen – *Egretta*, 35: pp 85-95.

FRIGO W., 1985 – Parco Nazionale dello Stelvio – Editoria S.R.L., Trento.

FRIGO W., 1995 – Natura e cultura nel Parco Nazionale dello Stelvio – Euroedit S.R.L., Trento.

GALLI D., 2008 – Stima della densità delle popolazioni di cervo (*Cervus elaphus*) e di capriolo (*Capreolus capreolus*) nel settore lombardo del Parco Nazionale dello Stelvio mediante Distance sampling applicato al Pellets Group Count – Tesi di laurea (non pubblicato).

GAUTHIER D., 1990 – Pratiques françaises en matière d'immobilisation par voie chimique: synthèse des questionnaires et expérience du Parc National de la Vanoise – Actes du symposium sur les techniques de capture et de marquage des ongulés sauvages: pp 7-17.

GEORGII B., SCHRÖDER W., 1983 – Home range and activity patterns of male red deer (*Cervus elaphus*) in the Alps – *Oecologia*, 58: pp 238-248.

GEORGII B., 1980 – Home range patterns of female red deer (*Cervus elaphus*) in the Alps. *Oecologia*, 47: pp 278-285.

GOULD W.R., SMALLIDGE S.T., THOMPSON B.C., 2005 – Mark resight superpopulation estimation of a wintering elk *Cervus elaphus canadensis* herd – *Wildlife Biology*, 11(4): pp. 341-349.

GUGIATTI A., NICOLOSO S., PEDROTTI L., BONARDI A., 2006. Analisi della densità, dinamica e costituzione della popolazione di cervo (*Cervus elaphus*, L.). Progetto Interreg IIIA "La gestione del cervo in rapporto agli impatti sugli ecosistemi agricolo-forestali"- Comitato di gestione per la Regione Lombardia del Consorzio del Parco Nazionale dello Stelvio, 280 pp.

HALLER H., 2002 – Der Rothirsch im Schweizerischen Nationalpark und dessen Umgebung. Eine alpine Population von *Cervus elaphus* zeitlich und räumlich dokumentiert – *Nationalpark-Forschung*, Schweiz, Nr. 91: 144 pp.

JANICKI Z., KONJEVIĆ D., SLAVISKA A., SEVERIN K., 2006 – Reversible chemical immobilization of wild red deer (*Cervus elaphus* L.) using tiletamine-zolazepan – xilazine hydrochloride mixture – *Veterinarski Arhiv*, 76 (3): pp 237-244.

JANOVSKY M., TATARUCH F., AMBUEHL M., GIACOMETTI M., 2000 – A zoletil® - rompum® mixture a san alternative to the use of opioids for immobilization of feral red deer – *Journal of Wildlife Diseases*, 36 (4): pp 663-669.

KREEGERE T.J., ARNEMO J.M., 2007 - Handbook of wildlife chemical immobilization. Third Edition - Wildlife Pharmaceuticals Inc., pp 77.

KOUBE K.P., HRABE V., 1996 - Home range dynamics in the red deer (*Cervus elaphus*) in a mountain forest in central Europe - *Folia Zoologica*, 45: pp 219-222.

LANGHVATN R., 1977 - Criteria of physical condition, growth and development in *Cervidae*, suitable for routine studies - Nordic Council for Wildlife Research, Stoccolma, 27 pp.

LEONI G, 1995 - Il cervo nel Canton Ticino. Evoluzione dei prelievi venatori, comportamento spaziale, e costituzione - Ufficio caccia e pesca, Dipartimento del Territorio, Bellinzona.

LOESKE E., KRUK B., CLUTTON-BROCK T.H., ALBON S.D., PEMBERTON J.M., GUINNESS F.E., 1999 - Population density affects sex ratio variation in red deer - *Nature*, 399: pp 459-461.

LUCCARINI S., MAURI L., CIUTI S., LAMBERTI P., APOLLONIO M., 2006 - Red deer (*Cervus elaphus*) spatial use in the Italian Alps: home range patterns, seasonal migrations, and effects of snow and winter feeding - *Ethology Ecology & Evolution*, 18: pp 127-145.

MATIELLO S., RADAELLI W., BIANCHI A., 2007 - Il cervo nelle Alpi retiche ed orobie - Ed. Elaphus tecno stampa S.R.L., Montagna in Valtellina (SO).

MAYLE B.A., PEACE A.J., GILL R. M.A., 1999 - How many deer; a field guide to estimating deer population size - Forestry Commission Fieldbook 18.

MAZZI A., 2000 - Elementi di anestesia degli animali esotici e selvatici - Edizione Agricole della Calderini s.r.l.: pp 210.

MCCLINTOCK B.T., WHITE G.C., BURNHAM K.P., 2006 – A robust design mark-resight abundance estimator allowing heterogeneity in resighting probabilities – Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics, Vol. 11, Nr. 3: pp. 231-248.

MCCLINTOCK B., 2008 – Mark-resight models – Cooch e White, Chapter 18.

MEYER D.L., FILLI F., (2006) – Summer and winter ranges of red deer hinds (*Cervus elaphus*) in the Swiss National Park. Nat. – Park-Forsch. Schweiz, 93: pp 79-103.

MORANDI F., NICOLOSO S., 2009 – Transmitter-equipped darts in a protocol for chemically immobilizing free-ranging red deer (*Cervus elaphus*) in Central Italy – Ital. J. Anim. Sci., Vol. 8: pp 93-102.

MUSTONI A., PEDROTTI L., ZANON E., TOSI G., 2002 - Ungulati delle Alpi: biologia, riconoscimento, gestione - Nitida Immagine Editrice, Cles (TN).

MYSTERUD A., MEISINGSET E.L., VEIBERG V., LANGVATN R., SOLBERG E.J., LOE L.E., STENSETH N.C. 2007– Monitoring population size of red deer (*Cervus elaphus*): an evaluation of two types of census data from Norway – Wildlife Biology, 13 (3): pp. 285-298.

MYSTERUD A., YOCCOZ N., STENSETH N. C., LANGHVATHN R., 2000 – Relationships between sex ratio, climate and density in red deer: the importance of spatial scale – J. Anim. Ecol., 69 (6): pp 959-974.

OTIS D.L., BURNHAM K.P., WHITE G.C., ANDERSON D.R., 1978 - Statistical inference from capture data on closed animal populations - Wildlife Monographs Nr. 62: 135 pp.

PEDROTTI L., BRAGALANTI N., 2008 – Progetto cervo. Piano di conservazione e gestione del cervo nel Settore Trentino del Parco Nazionale dello Stelvio e nel Distretto Faunistico della Val di Sole - Consorzio Parco Nazionale dello Stelvio: 304 pp.

PEDROTTI L., GUGIATTI A., TOSI G., 2008 – Progetto cervo. Piano di conservazione e gestione del cervo nel Settore Lombardo del Parco Nazionale dello Stelvio - Consorzio Parco Nazionale dello Stelvio, relazione inedita: 314 pp.

PEDROTTI L., LUCHESA L., CALLOVI I., LUCHETTI S., TOMMASINI M. ZANICHETTI M., 2005 – Progetto cervo. Mobilità e *home range* del cervo nel Parco Nazionale dello Stelvio e in Val di Sole – Consorzio Parco nazionale dello Stelvio, Comitato di gestione per la provincia autonoma di Trento, relazione inedita: 32 pp.

PELONI A., 1953 - Cose della montagna e della caccia - Ed. Olimpia, Firenze.

PERCO F., 1988 – Ungulati - Lorenzini C. Ed., Udine.

PERCO F., CARMIGNOLA G., PASOLLI C., PEDROTTI L., 2001 – Progetto cervo. Programma triennale di indagine e sperimentazione per una gestione del cervo nel Parco Nazionale dello Stelvio, rapporto conclusivo - Consorzio Parco nazionale dello Stelvio: pp. 130.

SCHMIDT K., 1993 – Winter ecology of non migratory red deer – *Oecologia*, 95: 226-233.

SCHWARZ C.J., SEBER G.A.F., 1999 – Estimating animal abundance: review III – *Statistical Science*, 14: pp 427-456.

SCOTT-OVERTON W., 1971 – Estimating the numbers of animals in wildlife populations – In: Giles R. H. (ed.). *Wildlife Management Techniques*. The wildlife Society, Washington D. C.

SEDDON P.J., ISMAIL K., SHOBRAK M., OSTROWSKI S., MAGIN C., 2003 – A comparison of derived population estimate, mark-resighting and distance sampling methods to determinate the population size of a desert ungulate, the Arabian oryx – *Oryx*, Vol. 37 Nr. 3: pp. 286-294.

SKALSKI J.R., MILLSPAUGH J.J., SPENCER R.D., 2005 – Population estimation and biases in paintball mark-resight surveys of elk – *Journal of Wildlife Management*, 69 (3): pp. 1043-1052.

SMART J.C.R., WARD A.I., WHITE P.C.L., 2004 – Monitoring woodland deer population in the U.K.: an imprecise science – *Mammal Society, Mammal Review*, 34, Nr. 1: pp 99-114.

WHITE, G.C., 1996 - Noremark: population estimation from mark-resighting surveys - *Wildlife Society Bulletin*, 24: pp. 50-52.

WHITE. G.C., BURNHAM K.P., ANDERSON D.R., 2001 – Advances features of program mark. In *wildlife, land, and people: priorities for the 21st century*. Proceedings of the second international wildlife management congress, Field R., Warren R. J., Okarma H., Sievert P. R. – *The Wildlife Societ.*

WOTSCHIKOWSKY U., SIMON O., 2004 – Ein Leitbild für das Rotwild-Management in Deutschland – 5 Fassung, April 2004: pp. 29

RINGRAZIAMENTI

Doveroso è un ringraziamento ai miei correlatori: il Dott. Luca Pedrotti, per avermi dato la possibilità di realizzare questa ricerca e per avermi seguito con professionalità nelle fasi del progetto soprattutto nell'elaborazione dei dati e nella lettura dei risultati; il Dott. Alessandro Gugiatti, per i suoi pazienti insegnamenti sul campo, le risposte a tutti i miei dubbi, gli aiuti senza i quali la tesi non avrebbe prodotto alcun risultato e per essersi sempre dimostrato un ottimo "capo".

Un particolare ringraziamento alla Professoressa De Bernardi, per essersi sempre dimostrata una persona cordiale e disponibile.

Gratitudine va ad Andrea Zanoli e Dario Rini, il cui aiuto è stato indispensabile in questi mesi e senza i quali nulla avrebbe potuto essere fatto.

Grande riconoscenza va a tutte le persone che hanno partecipato e dato il loro contributo alla realizzazione delle operazioni di cattura: Alessandro Bianchi, Nicoletta Pedrini e Chiara Caslini che hanno fornito la loro esperienza di veterinari; Walter Anselmi per le riprese video; Sandro Nicoloso che ha fornito la sua esperienza Toscana e Lucio Luchesa che ha portato la sua esperienza Trentina; ai cacciatori Duilio Tagliaferri e Remo Varisto; Dario Galli con cui condivido la passione per il cervo e tutti i partecipanti alle operazioni di cattura.

Un particolare ringraziamento al Comitato di Gestione per la Regione Lombardia del Parco Nazionale dello Stelvio, nella persona del Presidente Gianfranco Saruggia; il Presidente del Parco Nazionale dello Stelvio Ferruccio Tomasi; il Direttore del Consorzio del Parco Nazionale dello Stelvio Dott. Wolfgang Platter e tutto il personale dell'Ufficio periferico di Bormio del Parco per la disponibilità dimostrata.

Un riconoscimento al Dott. Alberto Ricci, responsabile del CTA di Bormio, e ai Comandanti e Agenti del Corpo Forestale dello Stato del CTA di Bormio e delle Stazioni forestali di Valfurva, Valdidentro, Sondalo e Livigno del Parco dello Stelvio, essenziali per la buona riuscita delle fasi di monitoraggio; un ringraziamento particolare va a Gerardo Urbani, Giacomo Ragazzoni e Andrea Novelli per l'aiuto nelle catture.

Ringrazio gli Agenti della Polizia locale provinciale di Sondrio, in particolare Italo Armanasco e Valerio Quadrio.

Un ringraziamento a tutto il personale dell'Ufficio periferico di Peio del Parco per il loro sostegno e la loro disponibilità; un ringraziamento particolare va a Natalia Bragalanti e Dorino Moreschini per avermi sopportato nelle mie mille invasioni nel settore trentino.

Ringrazio tutti i cacciatori dei comprensori Alpini che hanno contribuito alle operazioni di monitoraggio; un particolare ringraziamento al Presidente del Comprensorio Alpino Alta Valle Benito Moriconi.

Molte altre sono le persone che hanno contribuito nelle diverse situazioni a rendere migliore questo lavoro ed è a tutte loro che va la mia riconoscenza.

Un ringraziamento a Massimo Favaron e Sabina Colturi da cui c'è sempre da imparare.

Un particolare ringraziamento alla mia "famiglia" di Milano (Alessandra, Rosanna, Silvia e Gabriella), per le mille avventure insieme.

Ringrazio Stefania, Mauro, Oscar, e Tristana presenze costanti durante il mio cammino universitario.

Grazie a Mara, Laura e Nadia che ci sono sempre state e sempre ci saranno.

Infine grazie ai miei amici, quelli di Milano e quelli di Pedenosso.