

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO di TERRITORIO e SISTEMI AGRO-FORESTALI

TESI di LAUREA TRIENNALE in TECNOLOGIE FORESTALI e
AMBIENTALI

**ANALISI DELLA CONSISTENZA E DELLA
DEMOGRAFIA DELLA POPOLAZIONE DEL CERVO
DELLA VAL DI SOLE E DEL PARCO NAZIONALE
DELLO STELVIO MEDIANTE L'ANALISI DELLE
COORTI**

Relatore:

Prof. *Maurizio Ramanzin*

Correlatore:

Dott. *Luca Corlatti*

Laureando:

Daniel Garofalo

ANNO ACCADEMICO 2020-2021

INDICE

ABSTRACT	1
RIASSUNTO.....	2
1 INTRODUZIONE	3
1.1 Conteggio primaverile notturno con faro.....	3
1.2 Ricostruzione della popolazione tramite analisi delle coorti (<i>population reconstruction-cohort analysis</i>).....	4
1.3 Il cervo	5
1.3.1 Storia del cervo in Val di Sole	5
1.3.2 Gestione venatoria del cervo in Provincia di Trento.....	7
2 OBIETTIVI	8
3 MATERIALE e METODI.....	9
3.1 Area di studio.....	9
3.1.1 Inquadramento geografico.....	9
3.1.2 Inquadramento ambientale	10
3.2 Descrizione del dataset contenente i dati di mortalità del cervo in Val di Sole, per l'elaborazione della <i>cohort analysis</i>	11
3.2.1 Dati mancanti	13
3.3 Dati ottenuti dalla <i>population reconstruction</i>	14
3.4 Dati dei conteggi notturni primaverili.....	16
3.5 Confronto tra i due metodi di conteggio considerati	17
4 RISULTATI	19
4.1 Confronto tra i dati derivanti dalla <i>cohort analysis</i> e i dati dei conteggi notturni primaverili.....	19
5 DISCUSSIONE	22
BIBLIOGRAFIA	24
RINGRAZIAMENTI	26

ABSTRACT

This dissertation aims to analyze the population trend of the deer in Val di Sole through the results obtained by two different counting methods: the reconstruction of the population through the cohort analysis and the spring spotlight counts. The collected data regard the death rate of 18390 deer, that were hunted or found dead from 1973 to 2020 and the population size based on the spring spotlight counts from 1982 to 2020. The data were compared over a period of 38 years.

The aims of this dissertation are:

1. Compare the two population trend curves obtained by the counting methods considered in order to test whether changes in the population size through cohort analysis correspond to the estimates of the population size obtained by the data of the spring census.
2. Check the point of divergence between the two curves in order to assess how many years are needed to obtain reliable trends of the considered population by using the cohort analysis.

The results show that by comparing the two curves of the population abundance, there is a significant positive correlation between the two counting methods analyzed. Both cohort analysis and spring night census show credible estimates of deer population trends in Val di Sole. However, it is necessary to have at least 7-8 years of mortality data in order to develop reliable estimates of the population size by using the cohort analysis method.

RIASSUNTO

Questo studio verifica l'andamento della popolazione del cervo della Val di Sole attraverso i risultati ottenuti da due diversi metodi di conteggio: la ricostruzione della popolazione attraverso l'analisi delle coorti, detta anche *population reconstruction* o *cohort analysis*, e il censimento notturno primaverile con faro. Sono stati raccolti dati sulla mortalità di 18390 cervi abbattuti o rinvenuti morti dal 1973 fino al 2020 e sono stati considerati dati sulla dimensione della popolazione basati sul censimento primaverile notturno dal 1982 al 2020. I dati sono stati confrontati su un periodo di 38 anni.

Gli obiettivi di questo studio sono stati:

1. Comparare le due curve dell'andamento della popolazione derivanti dai metodi di conteggio considerati. Questo per verificare se i cambiamenti nella dimensione della popolazione ottenute con *cohort analysis* correlano significativamente con le stime delle dimensioni della popolazione ottenute dai dati del censimento primaverile.
2. Verificare il punto di divergenza tra le due curve, in modo tale da valutare quanti anni sono necessari per ottenere andamenti attendibili della popolazione considerata utilizzando *cohort analysis*.

I risultati mostrano come comparando le due curve dell'abbondanza della popolazione, vi sia una correlazione positiva significativa tra i due metodi di conteggio analizzati. Sia la *cohort analysis* sia il censimento notturno primaverile restituiscono stime credibili di andamento numerico del cervo della Val di Sole. È necessario però avere dati di mortalità di almeno 7-8 anni per sviluppare stime attendibili delle dimensioni della popolazione utilizzando il metodo *cohort analysis*.

1 INTRODUZIONE

La stima della tendenza demografica è di fondamentale importanza per una gestione sostenibile della fauna selvatica e per trovare informazioni affidabili e metodi di monitoraggio efficienti (Reiner *et al.*, 2020).

Esistono diversi metodi di conteggio, che variano in base agli obiettivi prefissati e alle specie da censire, alla morfologia dell'area di studio, alle tempistiche e ai costi sostenibili. I conteggi infatti possono essere svolti per motivi di ricerca (per confrontare e validare i metodi di conteggio), conservazione (ad esempio, per verificare i risultati di operazioni di reintroduzione) e gestione venatoria (per programmare piani di abbattimento).

Tra i vari metodi di censimento utilizzati per gli ungulati troviamo ad esempio: il conteggio notturno primaverile con faro utilizzato per il cervo, il censimento primaverile per zone campione del capriolo e il censimento esaustivo per il camoscio. È importante che una volta scelto il metodo più affidabile i conteggi siano ripetuti di anno in anno con lo stesso metodo (Mustoni *et al.*, 2002), così da creare delle serie storiche di dati annuali confrontabili tra loro.

Al fine di rendere più attendibile la valutazione della consistenza di una popolazione, è possibile confrontare diverse metodologie di stima. In questo studio verranno presi in considerazione il “conteggio primaverile notturno con faro” e la “ricostruzione della popolazione tramite l'analisi delle coorti (*population reconstruction-cohort analysis*)”, per verificare l'andamento della popolazione del cervo della Val di Sole.

1.1 Conteggio primaverile notturno con faro

Dal 1996, in corrispondenza del mese di aprile, in tutta la Provincia Autonoma di Trento, il Corpo Forestale Provinciale svolge in collaborazione con l'Associazione Cacciatori Trentini i censimenti primaverili notturni al cervo (Pedrotti e Bragalanti, 2008). Questo metodo di censimento si svolge in primavera in quanto questo periodo coincide con la ripresa vegetativa dei prati di fondovalle e l'attività di pascolamento dei cervi si concentra nelle ore notturne.

I conteggi primaverili con faro rappresentano strumenti preziosi a sostegno dei gestori della fauna selvatica per programmi di monitoraggio a lungo termine e su larga scala; inoltre, possono fornire indici appropriati per stimare i tassi di crescita della popolazione e quindi modellare le dinamiche della popolazione di cervi (Corlatti *et al.*, 2016).

Il procedimento consiste nel percorrere in auto una serie di transetti già definiti lungo una rete di strade forestali, solitamente dopo le ore 22 o 23, illuminando le zone perlustrate con fari per contare gli animali (Ufficio Faunistico - Servizio Foreste e fauna - Provincia Autonoma di Trento, 2010). Una squadra di censimento è composta da tre persone: l'autista del mezzo, una persona che utilizza il faro e una terza persona che ha il compito di annotare le osservazioni. Ogni anno i transetti vengono percorsi per tre volte a distanza di qualche giorno l'una dall'altra, in modo tale da avere una valutazione migliore della popolazione censita. Per la stima della popolazione viene scelta l'uscita che tra le tre ha fornito il maggior numero di avvistamenti nel complesso dell'unità di gestione considerata. Al fine di uniformare e standardizzare nel tempo il metodo di censimento, i percorsi seguiti dagli automezzi devono rimanere costanti negli anni (Pedrotti e Bragalanti, 2008).

1.2 Ricostruzione della popolazione tramite analisi delle coorti (*population reconstruction-cohort analysis*)

Si tratta di un metodo di stima analitico-matematico effettuato sulla base di dati numerici relativi ad una parte della popolazione, in questo caso dati riguardanti gli abbattimenti venatori e rinvenimenti di individui morti per cause naturali e investimenti. Grazie a questa metodologia è possibile stimare la consistenza minima, la struttura e la dinamica della popolazione dell'area di studio in esame. L'analisi retrospettiva delle coorti infatti può essere una modalità poco costosa per ottenere un valore assoluto o stime relative all'abbondanza della popolazione in passato (Fryxell 1988, Broms 2007, Clawson 2010).

Per coorte si intende un insieme di individui facenti parte di una popolazione che sono nati nello stesso anno. La ricostruzione per coorti permette di valutare la popolazione minima e il numero di individui minimi in vita in una coorte per un dato anno: è la somma di tutti gli individui di quella coorte trovati morti negli anni successivi (Roseberry e Wolf,

1991). Sapendo l'anno di morte di ogni animale e la sua età è possibile risalire all'anno di nascita di ogni individuo e, ripetendo questa operazione per tutto il set dei dati, risalire al numero di nati in un certo anno, cioè di animali appartenenti ad una stessa coorte (Pedrotti e Bragalanti, 2008). Per esempio, un cervo di età stimata 5 anni, rinvenuto morto o abbattuto nel 2020, viene considerato nato nel 2015. In questo modo è quindi possibile ricavare anno per anno il numero esatto di individui presenti per ogni età e sesso e la conseguente struttura della popolazione per classi di sesso ed età. Uno dei vantaggi principali è che questo metodo può essere utilizzato in tutti gli ambienti ed è indipendente dai fattori climatici che possono condizionare altri metodi di conteggio (Nave, 2004).

Il metodo della *population reconstruction* si basa sull'assunzione che tutti gli animali che muoiono vengano ritrovati; questo perché gli individui abbattuti durante la stagione venatoria devono essere denunciati alle autorità competenti e quelli rinvenuti morti dovrebbero essere segnalati. Questa assunzione non può essere verificata in maniera completa, infatti alcuni animali sono soggetti a bracconaggio e non tutti i morti di morte naturale vengono rinvenuti o segnalati. La *population reconstruction*, inoltre, assume che siano assenti importanti fenomeni di immigrazione ed emigrazione nell'area di studio (Nave, 2004). L'accuratezza della *reconstruction* è influenzata anche dagli errori che si vengono a creare nella determinazione dell'età. Trattandosi di un'analisi retrospettiva, ci vogliono almeno 5 anni prima che la stima di una popolazione possa essere calcolata (Nave, 2004).

1.3 Il cervo

1.3.1 Storia del cervo in Val di Sole

Il cervo è l'ungulato di maggior rilevanza per l'area di studio. Scomparve dalla Val di Sole a metà del XIX secolo, quando l'ultima segnalazione attualmente nota risale al 1847 per la Val di Rabbi, probabilmente a causa delle modificazioni ambientali e per la notevole pressione venatoria esercitata in particolare tra il XVII e il XVIII secolo (<https://www.cacciatoritrentini.it/il-cervo/32-67/>). Il Parco Nazionale dello Stelvio e le zone limitrofe sono stati di fondamentale importanza per il ritorno di questa specie e lo sono tutt'ora per consentire una buona gestione della popolazione (Pedrotti e Bragalanti, 2008).

Tra il 1920 e il 1930 si osservarono le prime ricomparsa del cervo in Trentino grazie all'espansione numerica dei nuclei presenti in Alto Adige/Südtirol (dove, nella zona Glorenza-Valle di Tubre-Val Monastero, la specie non è in effetti mai scomparsa del tutto) e nel Canton Grigioni, in Svizzera orientale (Haller, 2002): qui, tra il 1880 ed il 1937 si è infatti passati da 6 cervi abbattuti annualmente a 430, a testimonianza dell'incremento della specie. Nella Val di Sole la ricolonizzazione è proceduta molto probabilmente dalla stessa Val Venosta, attraverso la Val d'Adige e la Val d'Ultimo, sino all'Alta Val di Non; tra le prime segnalazioni in Val di Sole si ricorda la cattura di 6 cervi in precarie condizioni effettuata nell'inverno 1950-51 a Vermiglio: gli individui, trascorso l'inverno in una stalla a Terzolas, vennero poi rimessi in libertà. Alla fine degli anni '60 la presenza del cervo in Val di Sole ed in Alta Val di Non poteva essere considerata ormai stabile ed affermata, con le principali zone bramite localizzate nelle Riserve di Vermiglio, Pellizzano e Bresimo; nel Parco Nazionale dello Stelvio la presenza del cervo era ancora considerata occasionale, infatti l'area del Parco è stata colonizzata solo in seguito alla crescita progressiva della popolazione (Pedrotti e Bragalanti, 2008).

L'avvio della gestione venatoria risale al 1971 quando il primo capo di cervo da prelevare fu assegnato in comune tra le Riserve di Vermiglio, Mezzana e Pellizzano, riserva in cui poi avvenne l'abbattimento. Nel 1976 la caccia venne aperta anche per le femmine.

Il cervo quindi ha impiegato cinquant'anni per colonizzare la Val di Sole, mentre ne sono bastati trenta per passare da poche centinaia di individui ad oltre 3500 (Pedrotti e Bragalanti, 2008). Nonostante la grande crescita della popolazione è importante sottolineare come negli ultimi anni la popolazione di cervi nel territorio esterno al Parco Nazionale dello Stelvio sia diminuita, mentre all'interno del Parco ha avuto un andamento inverso. Questa situazione è peggiorata negli ultimi anni quando per contenere la crescita della popolazione all'interno del Parco è stata aumentata la quota di capi prelevabili all'esterno; tale scelta ha portato nel giro di pochi anni all'effetto contrario, andando a "concentrare" in maniera considerevole i capi nel territorio protetto (<https://www.cacciatoritrentini.it/val-di-sole/32-26/>).

1.3.2 Gestione venatoria del cervo in Provincia di Trento

La gestione venatoria è finalizzata a massimizzare i benefici che derivano dalla risorsa fauna, attraverso la realizzazione di un piano di abbattimento, ritenendo importante una visione ecologica sia per la generale salvaguardia della natura, che per la stabilizzazione quantitativa e qualitativa delle popolazioni animali (Mustoni *et al.*, 2002). Gli obiettivi da raggiungere per quanto riguarda il cervo sono (Ufficio Faunistico - Servizio Foreste e fauna - Provincia Autonoma di Trento, 2010):

- “Il raggiungimento di una struttura di popolazione vicina alla parità tra i sessi e adeguata dal punto di vista delle classi di età, con particolare attenzione all’età media dei maschi”.
- “favorire una distribuzione della specie corretta dal punto di vista ecosistemico e compatibile con l’infrastrutturazione del territorio”;
- “contenere la densità della specie entro i limiti compatibili con le esigenze dell’ecosistema agricolo e forestale”.

La gestione venatoria del cervo fa capo a diverse azioni/attività: la realizzazione dei censimenti (realizzati in notturna con faro o termocamera oppure vi è anche la modalità di censimento al bramito), l’organizzazione e realizzazione di piani di prelievo e in fine la verifica degli esiti dei piani di abbattimento.

Per i piani di prelievo inoltre il Piano Faunistico Provinciale (revisione 2010) indica le seguenti linee guida:

- “Incremento dell’età media del maschio”, ovvero gli abbattimenti dovrebbero essere concentrati maggiormente nei confronti degli individui più giovani e gravare meno sui maschi adulti.
- “Rispetto della *sex-ratio*”, leggermente sbilanciata a favore delle femmine considerando una loro naturale maggiore longevità (1:1,2).
- “Modulare gli abbattimenti con correttivi legati al numero di *yearling* (individui di un anno di età)”, programmando il piano di abbattimento in funzione dell’indice dato dal rapporto numero *yearling*/numero femmine (Y/F).
- “Rispetto delle aree bramite”, per raggiungere una distribuzione il più possibile omogenea delle popolazioni (compatibilmente con gli impatti arrecati alle attività di interesse economico).

2 OBIETTIVI

Lo scopo di questo lavoro è quello di ricostruire la dimensione numerica della popolazione del cervo della Val di Sole attraverso la *cohort analysis* e confrontare l'andamento numerico della popolazione dato da questo metodo, con quello dato dal conteggio notturno primaverile con faro. L'obiettivo è quindi quello di indagare se le tendenze demografiche fornite dai due metodi siano coerenti nel tempo e fino a che punto la stima data dalla *cohort analysis* si può ritenere affidabile.

3 MATERIALE e METODI

3.1 Area di studio

3.1.1 Inquadramento geografico

L'area di studio è collocata nelle Alpi centrali Italiane, nella parte nord-occidentale della Provincia Autonoma di Trento, ed ha un'estensione di circa 640 km² (Bonardi *et al.*, 2017). Quest'area, riportata dalla Figura 3.1, comprende i confini del Distretto Faunistico della Val di Sole, utilizzato dall'Associazione Cacciatori Trentini

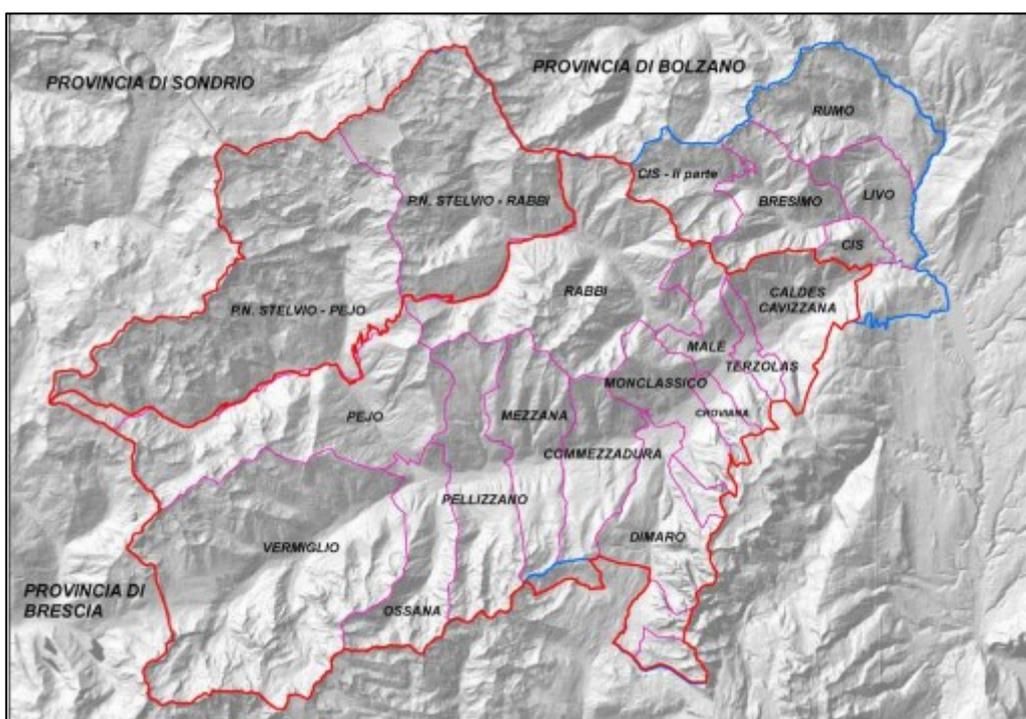


Figura 3.1. In rosso sono evidenziati i confini dell'area di studio. Al suo interno sono compresi i confini delle riserve di caccia e del Parco Nazionale dello Stelvio (Pedrotti e Bragalanti 2008).

come unità gestionale per la programmazione venatoria, con un'estensione totale di circa 621 km² di cui il 28% (170 km²) ricade nel Parco Nazionale dello Stelvio e il restante 72% nel territorio delle 13 Riserve di caccia (Pedrotti e Bragalanti, 2008). L'area di studio, quindi, comprende tutta la Val di Sole, la Val di Peio e la Val di Rabbi che ricadono nel Parco Nazionale dello Stelvio. L'area confina a est con la Provincia di Brescia, a nord-est con la Provincia di Sondrio, a nord con la Provincia di Bolzano e a sud con la Val Rendena.

L'area è stata individuata in riferimento al territorio occupato dalla popolazione del cervo oggetto di studio, la quale è considerata un'unica popolazione che si colloca tra la Val di Sole e la Val di Non, come indicato dall'attività di *radiotracking* effettuata per il "Progetto Cervo" a cura del Parco Nazionale dello Stelvio (Nave, 2004).

3.1.2 Inquadramento ambientale

L'altitudine dell'area di studio varia da un minimo di 500 m s.l.m. della bassa Val di Sole a un massimo di 3769 m s.l.m. del Monte Cevedale situato in Val di Peio, ed è contraddistinta da un clima alpino, con una precipitazione media annua di 900 mm e temperature medie di -0,4°C in inverno e 13,2°C in estate (Bonardi *et al.*, 2017). Più del 40% del territorio è coperto da foreste dominate da abete rosso (*Picea abies*) e larice (*Larix decidua*), mentre le praterie e i terreni rocciosi coprono rispettivamente circa il 27% e il 20% dell'area di studio. I ghiacciai occupano meno del 4% del territorio e le attività agricole, principalmente meleti e prati da sfalcio, circa il 5%; i centri abitati infine non superano l'1% dell'area totale (Pedrotti e Bragalanti, 2008). Superando i 2200-2300 m di quota si trovano, al di sopra del limite della vegetazione, le praterie alpine e i pascoli d'alta quota: nella sinistra orografica della Val di Sole il substrato dell'area di studio è prevalentemente siliceo e quindi comprende principalmente macchie di *Carex curvulae*, *Festucaetum halleri*, *Festucaetum varie*, mentre sulla destra orografica sotto il massiccio del Brenta il suolo si presenta calcareo dove la prateria tipica è il seslerieto con *Sesleria varia*. In Val di Peio a quote elevate troviamo associazioni di larice e pino cembro (*Pinus cembra*). Alle quote più basse si presentano associazioni di pino silvestre (*Pinus sylvestris*) e roverella (*Quercus pubescens*), mentre sui versanti esposti a sud si trovano boschi di abete bianco (*Abies alba*) e faggio (*Fagus sylvatica*). Le formazioni arbustive si compongono di rododendro (*Rhododendron ferrugineum*) nelle stazioni più fresche, e invece in quelle più asciutte troviamo di ginepro (*Juniperus communis*). Il fondo valle è caratterizzato dalla presenza di latifoglie quali ontano bianco (*Alnus incana*) e ontano nero (*Alnus glutinosa*), betulla (*Betula pendula*), nocciolo (*Corylus avellana*) e pioppo tremulo (*Populus tremula*). Nell'area di studio sono presenti tutte le specie di ungulati alpini: cervo (*Cervus elaphus*), capriolo (*Capreolus capreolus*), stambecco (*Capra ibex*), camoscio (*Rupicapra rupicapra*); lo Stambecco si trova nella zona del Redival con circa

50 capi, sono presenti anche due colonie di mufloni (*Ovis gmelini*): una stabile sul Redival che ora conta una quarantina di capi, e l'altra della Val Nambrone (Rendena) che frequenta il territorio della Val di Sole solamente durante i mesi estivi. Sono presenti anche tutti i galliformi alpini, dal gallo cedrone (*Tetrao urugallus*), che trova il suo habitat ideale negli estesi boschi di conifere, alla pernice bianca (*Lagopus muta*) che predilige invece i pendii poveri di vegetazione oltre i 2.000 m. (<https://www.cacciatoritrentini.it/val-di-sole/32-26/>). In fine tra i grandi predatori troviamo l'orso bruno (*Ursus arctos*) che è stabile in Val di Sole, e la sporadica presenza del lupo (*Canis lupus*).

3.2 Descrizione del dataset contenente i dati di mortalità del cervo in Val di Sole, per l'elaborazione della *cohort analysis*

Per la ricostruzione della dinamica di popolazione del cervo nell'area di studio è stato necessario fare riferimento ad uno specifico dataset, che viene aggiornato ogni anno. In questo dataset sono raccolti i dati di tutti i cervi abbattuti legalmente durante i periodi di caccia e di quelli rinvenuti morti per cause naturali o investimenti. Le schede di abbattimento più datate custodite dall'Associazione Cacciatori Trentini risalgono al 1973, mentre quelle relative ai rinvenimenti di animali investiti o morti per altre cause sono state compilate a partire dal 1982 (Nave, 2004).

Nello specifico il dataset contiene le seguenti informazioni:

- anno, data e anno biologico del rinvenimento o abbattimento;
- nome dell'Unità di Gestione (Val di Sole) e Codice dell'Unità di Gestione (TN1);
- settore: PNS, Peio-Rabbi, Val di Sole, Vermiglio;
- riserva, il comune e la località del ritrovamento/abbattimento;
- causa di morte e la morte attribuita: rinvenimento/investimento o abbattimento;
- sesso ed età reali e attribuiti agli individui;
- classe di età degli individui;

Le classi di età sono divise in “classe di età 1” e “classe di età 2”, dove quest'ultima è più specifica della prima in quanto fornisce un'ulteriore classificazione per gli individui adulti (Tabella 3.1). L'età “adulta” del cervo, essendo piuttosto lunga, è

contraddistinta da diverse fasi, ognuna delle quali è compresa in una determinata fascia di età.

MASCHI		FEMMINE	
Classe di età 1			
0	Piccolo	0	Piccolo
1	Fusione	1	Sottile
2 – 4	Subadulto	2	Subadulto
5 +	Adulto	3 +	Adulto
Classe di età 2			
5 – 7	Adulto-giovane	3	Adulto-giovane
8 – 10	Adulto-maturo	4 – 9	Adulto-maturo
11 +	Adulto-senior	10 +	Adulto-senior

Tabella 3.1. Classi di età del cervo considerate nel dataset, suddivise per sesso.

Il totale di individui presenti nel dataset è 18390, di cui 13760 morti causa abbattimento (6979 femmine e 6781 maschi), 3832 rinvenuti per morte naturale (2025 femmine e 1807 maschi) e 798 per investimento (426 femmine e 372 maschi).

Dal 2012/2013 fino a giugno 2020 nel dataset erano presenti dati mancanti riguardanti il sesso e l'età. I dati mancanti si riferiscono agli individui rinvenuti morti per cause naturali o investimenti, in quanto spesso e volentieri di questi viene rilevato ad esempio solo il sesso, oppure soltanto la classe di età effettuando una valutazione scarsa e speditiva. Gli individui abbattuti durante la stagione venatoria invece, come da regolamento, devono essere denunciati alle autorità competenti e conseguentemente su di essi vengono rilevati in modo corretto i parametri di sesso, classe di età e peso. Al termine di ogni stagione venatoria vengono raccolti tutti i trofei e mandibole degli animali prelevati con lo scopo di eseguire una valutazione dei trofei; grazie a quest'ultima infatti viene valutata l'età in modo preciso e si attribuisce la definitiva classe di età all'animale. Nel caso dei cervidi la stima dell'età viene effettuata tramite la valutazione dell'usura della tavola dentaria. Per la ricostruzione della popolazione non è possibile avere dati mancanti, perciò si sono adottati alcuni accorgimenti per attribuire sesso ed età.

Per questo tipo di studio si considera l'“anno biologico” (es. 2019-2020), ovvero per l'attribuzione dell'anno di morte è stato fissato il 31 maggio come confine fra due annate, considerando che le nascite avvengono tra la seconda metà di maggio e la metà di giugno: in tal modo, un cervo rinvenuto morto o abbattuto il 31 maggio del 2020 è stato considerato morto nel 2019-2020, mentre un cervo rinvenuto il 1 giugno del 2020 è stato attribuito al 2020-2021. Inoltre, è stata considerata un'età massima degli individui pari a 12 anni, dato il ridotto numero di animali di età superiore (407 su 18 390, ovvero il 2,2%). In tal modo, agli animali di età reale superiore a 12 (dai 13 anni in poi) è stata attribuita un'età pari a 12.

3.2.1 Dati mancanti

La gestione dei dati mancanti ha previsto una serie di passaggi per poter “ricostruire” nel modo più veritiero possibile la dinamica di morte avvenuta in quegli anni che risultavano incompleti. Prima di tutto è stato necessario attribuire una classe di età generica, “piccolo” o “adulto” (in questo caso “adulto” comprendeva anche gli animali di 1 anno e più) in proporzione ai noti per tutti i capi che non avevano questo dato (77 capi); è stata fatta prima questa operazione perché adulto/piccolo è più sensibile di sesso per la mortalità, perciò è la prima attribuzione da fare in carenza totale di notizie. Successivamente si è assegnato il sesso ai piccoli di sesso sconosciuto (182) in proporzione a quelli già noti: l'età dei piccoli è stata subito attribuita di conseguenza senza fare particolari proporzioni in quanto l'età del piccolo può essere solo uguale a 0. Nell'assegnazione del sesso e delle età si è tenuto conto della distribuzione di maschi e femmine tra le varie riserve di caccia del Distretto Faunistico. I capi adulti di sesso sconosciuto erano 57. Le attribuzioni del sesso sono state eseguite in proporzione alla sex-ratio, cioè al rapporto tra maschi e femmine, di ogni anno preso in considerazione.

Il passaggio successivo ha visto la determinazione degli individui adulti di età sconosciuta. Nel dataset erano presenti degli individui a cui era stata attribuita soltanto la classe di età “adulto”, ma senza specificarne l'età, mentre altri individui erano privi sia dell'età che della classe di età. Quindi è stato necessario considerare prima gli adulti con età sconosciuta, ma con rispettiva classe di età già determinata come “adulto”, in particolare 220 femmine e 118 maschi: è stato effettuato un rapporto solo tra adulti con

classe di età già assegnata, divisi tra maschi e femmine, attribuendo l'età prima a questi individui. Dopo di che, considerando gli animali che non avevano né il dato "età" né "classe di età", è stata attribuita l'età a 159 cervi, mantenendo sempre lo stesso metodo distinguendo tra maschi e femmine. Una volta attribuite le età sono state assegnate a tutti gli animali le rispettive classi di età 1 e classi di età 2.

3.3 Dati ottenuti dalla *population reconstruction*

Il numero dei rinvenuti morti è stato aumentato per entrambi i sessi stimando una sottostima del 30%. Sulla base dei dati di mortalità, è stato possibile risalire al numero di morti, suddivisi per età, di ogni anno biologico considerato in riferimento al totale della popolazione. Grazie a questi dati di mortalità è stata sviluppata una matrice per il calcolo degli individui presenti ogni anno seguendo il principio della *cohort analysis*, ovvero sapendo l'anno di morte di ogni individuo si può determinare il loro anno di nascita, e considerando il dataset totale è stato possibile determinare la coorte di ogni anno. In Tabella 3.2 vi è il totale di cervi presenti anno per anno nell'area di studio, esso non comprende il numero di piccoli per poter effettuare il confronto con i dati dei censimenti notturni primaverili.

POPOLAZIONE TOTALE DATA DALLA COHORT ANALYSIS

Anno biologico	Età																				Tot	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20
82-83	69	57	41	19	9	7	8	4	1	1	1	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	153
83-84	64	62	29	24	13	6	4	4	3	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	149
84-85	87	55	40	27	19	8	3	2	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	162
85-86	115	80	31	29	24	15	8	3	1	3	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	197
86-87	120	107	52	22	26	17	13	6	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	251
87-88	138	107	75	45	17	22	13	11	6	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	302
88-89	142	122	73	61	41	14	19	11	8	5	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	358
89-90	205	130	89	63	53	35	14	16	10	6	3	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	424
90-91	281	185	99	74	53	47	31	13	13	8	6	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	535
91-92	336	254	154	85	65	43	42	25	12	12	8	5	2	0	1	0	1	0	0	0	0	709
92-93	403	298	204	140	77	55	38	33	21	11	12	8	5	2	0	0	0	1	0	0	0	905
93-94	407	361	246	176	124	72	51	35	31	19	11	11	7	4	2	0	0	0	1	0	0	1151
94-95	501	340	299	209	153	106	64	43	29	27	18	8	10	7	4	2	0	0	0	1	0	1320

95-96	536	429	264	238	178	131	91	59	39	26	23	15	7	9	7	4	2	0	0	0	1	1524
96-97	683	435	336	218	211	152	114	73	51	33	24	22	14	4	7	6	3	1	0	0	0	1702
97-98	732	535	318	277	183	182	127	97	59	36	24	19	18	9	2	6	5	2	0	0	0	1899
98-99	730	571	395	262	225	146	150	110	81	50	31	22	18	16	5	2	3	3	2	0	0	2090
99-00	770	575	437	318	226	189	127	131	88	72	46	26	15	13	9	3	1	2	1	1	0	2280
00-01	903	584	429	359	261	173	158	101	106	69	65	34	21	12	9	9	3	0	1	0	0	2394
01-02	632	515	346	303	267	177	113	108	70	76	41	41	18	12	5	3	5	2	0	0	0	2103
02-03	683	507	365	276	241	208	147	93	92	61	60	38	34	15	6	5	2	3	1	0	0	2154
03-04	762	494	328	275	217	182	156	107	65	64	45	44	32	26	10	4	2	1	2	0	0	2054
04-05	603	412	311	235	208	158	130	127	86	48	42	40	33	24	17	7	1	1	0	1	0	1881
05-06	732	475	292	242	199	168	128	104	105	76	41	31	35	25	18	14	3	0	0	0	1	1958
06-07	556	512	367	224	182	155	138	103	93	78	56	33	23	24	21	8	7	3	0	0	0	2025
07-08	658	455	398	304	181	153	127	113	86	75	61	51	30	20	24	17	6	5	2	0	0	2107
08-09	737	522	352	327	270	154	138	115	84	62	58	53	45	23	18	20	7	3	1	1	0	2253
09-10	442	334	246	227	180	156	100	81	73	44	36	32	32	18	15	4	12	4	1	1	1	1595
10-11	464	308	207	179	188	139	133	82	66	52	29	25	28	25	13	14	2	5	3	1	1	1499
11-12	419	278	206	155	139	145	122	113	60	52	32	24	22	18	22	11	11	0	3	3	1	1415
12-13	512	338	197	184	123	123	124	104	86	46	40	29	21	19	17	22	9	10	0	3	3	1495
13-14	458	307	220	155	134	94	76	90	72	60	33	27	25	17	14	12	7	4	4	0	3	1351
14-15	317	238	207	159	118	108	71	42	64	40	42	25	26	16	13	10	12	2	4	0	0	1195
15-16	359	237	148	162	126	93	78	47	29	52	30	39	20	17	10	11	9	10	2	4	0	1122
16-17	309	234	168	116	138	104	74	63	38	22	45	26	33	12	16	9	6	8	10	2	4	1126
17-18	491	211	129	135	81	111	67	63	49	32	14	41	23	19	10	11	8	5	5	5	2	1018
18-19	214	148	74	80	63	38	46	19	28	17	5	7	20	5	8	4	1	2	1	1	1	568
19-20	199	115	65	30	57	24	17	23	12	10	7	2	6	8	2	5	2	0	1	0	1	386

Tabella 3.2. Dati della popolazione totale ricostruita dall'analisi delle coorti. I dati sono riportati dal 1982 fino al 2020, cioè l'arco di tempo utilizzato per comparare i dati del conteggio notturno primaverile. Il totale per ogni anno si riferisce al totale di individui presenti in quel determinato anno suddivisi secondo le diverse età, al netto dei piccoli in modo tale da poter effettuare il confronto con i dati dei conteggi notturni primaverili.

Prendendo come esempio l'anno biologico 2010-2011, la Tabella 3.2 riporta che in quell'anno erano presenti un numero di piccoli uguale a 464. Il numero di piccoli presenti nel 2010 è stato calcolato come somma di: numero di piccoli maschi abbattuti nel 2010-2011, maschi di 1 anno abbattuti nel 2011-2012, maschi di 2 anni abbattuti nel 2012-2013 ecc., ottenendo così 503 piccoli presenti nel 2010.

3.4 Dati dei conteggi notturni primaverili

I dati ricavati dai censimenti primaverili si riferiscono al massimo conteggio effettuato in ciascun anno, corretto per la sottostima, riferiti all'intera Val di Sole partendo dal 1982 fino al 2020. La sottostima è del 35%, ovvero il numero di cervi considerato viene diviso per 0,75 (Bonardi *et al.*, 2017).

POPOLAZIONE TOTALE DATA DAI CENSIMENTI		
Anno	Totale cervi	Totale filtrato con <i>state-space</i>
1982	705	700
1983	669	659
1984	491	505
1985	585	582
1986	612	616
1987	719	713
1988	723	730
1989	863	858
1990	928	932
1991	1077	1074
1992	1194	1191
1993	1263	1275
1994	1572	1567
1995	1842	1835
1996	2035	2029
1997	2160	2154
1998	2174	2193
1999	2551	2526
2000	2560	2530
2001	2111	2138
2002	2158	2163
2003	2275	2260
2004	2132	2154
2005	2402	2385
2006	2369	2386
2007	2654	2647
2008	2908	2828
2009	1975	2016
2010	1948	1935
2011	1651	1679

2012	1849	1860
2013	2289	2242
2014	1982	2002
2015	2056	2071
2016	2375	2385
2017	2977	2916
2018	2637	2645
2019	2502	2514
2020	2554	2557

Tabella 3.3. Numero di individui contati dal censimento notturno primaverile del cervo in Val di Sole dal 1982 fino al 2020. La terza colonna della tabella rappresenta il totale di cervi contati nei censimenti, filtrato con gli *State Space*. Questi dati non comprendono il numero dei piccoli.

I dati dei censimenti sono stati filtrati attraverso uno specifico modello definito *state-space* che effettua un “aggiustamento” dei dati tenendo conto di eventuali errori compiuti, ad esempio durante la fase di conteggio, e restituisce una curva con un andamento più omogeneo in prossimità dei picchi rispetto all’andamento che darebbero i dati grezzi. Come si può notare in Tabella 3.3, tra il totale contato dai censimenti e quello filtrato con gli *state-space* non vi è una differenza elevata. Per l’analisi successiva dei dati si è comunque utilizzato il totale dato dagli *state-space*.

A differenza della *cohort analysis*, questi dati non contengono il numero dei piccoli di cervo dato che questi conteggi vengono svolti prima delle nascite. Perciò il confronto è stato fatto con i risultati delle stime della *cohort analysis* al netto dei piccoli.

3.5 Confronto tra i due metodi di conteggio considerati

Per questo confronto è stato verificato in che modo i dati della ricostruzione della popolazione attraverso l’analisi delle coorti e i dati del conteggio notturno con faro fossero correlati e fino a che anno la *cohort analysis* potesse restituire stime affidabili. I due metodi sono stati confrontati su un periodo che comprende un arco di tempo di quasi 40 anni. Il confronto è stato fatto a partire dall’anno 1982, da quando sono disponibili i primi dati dei censimenti primaverili notturni del cervo in Val di Sole, fino al 2020.

L'analisi dei dati è stata svolta utilizzando il test statistico *Buishand range test* nel software R ver. 4.0.3 in R Studio ver. 1.3.1093, usando il pacchetto *trend* (Pohlert, 2020).

Questo test elabora una curva grazie alla quale si va a identificare per quanto tempo le due serie temporali rimangono coerenti e il punto esatto in cui esse si discostano. Il test verifica il punto di variazione di una media, ottenuta sottraendo dal valore della *reconstruction* il valore dei conteggi primaverili eseguita per ogni anno esaminato. Dal punto di divergenza in avanti le due serie non sono più correlate positivamente.

Le variabili del test erano le seguenti(<https://rdr.io/cran/trend/man/br.test.html>):

- x = differenza fra il numero stimato con *reconstruction* e numero ottenuto con conteggi notturni primaverili.
- m = numero di repliche di Monte-Carlo, predefinito a 20 000.

Il test presuppone che x indichi una normale variazione casuale, poi si può proporre il seguente modello con un singolo spostamento (*change-point*):

$$x[i] = \mu + \varepsilon[i] \text{ for } i = 1, \dots, m \text{ and } x[i] = \mu + \delta + \varepsilon_i \text{ for } i = m + 1, \dots, n$$

con $\varepsilon \sim \text{code}(0, \sigma)$. L'ipotesi nulla $\Delta = 0$ viene testata contro l'alternativa $\Delta \neq 0$.

Nel Buishand test, le somme parziali adattate ridimensionate vengono calcolate come

$$S[k] = \sum (x[i] - \bar{x}) \quad (1, \leq i, \leq n)$$

La statistica del test è calcolata come:

$$Rb = (\max S[k] - \min S[k]) / \sigma$$

Il *p-value* è stimato con una simulazione di Monte Carlo utilizzando repliche = m .

I valori critici sono basati su $m = 19999$. Le simulazioni di Monte Carlo sono tabulate per Rb / \sqrt{n} (Buishand, 1982).

4 RISULTATI

4.1 Confronto tra i dati derivanti dalla *cohort analysis* e i dati dei conteggi notturni primaverili

Nell'ipotesi che il censimento notturno e la ricostruzione della popolazione restituiscano tendenze evolutive costanti, l'anno in cui le due serie temporali divergono indica il numero minimo di anni necessari per ottenere stime attendibili dalla *population reconstruction* (Reiner *et al.*, 2020).

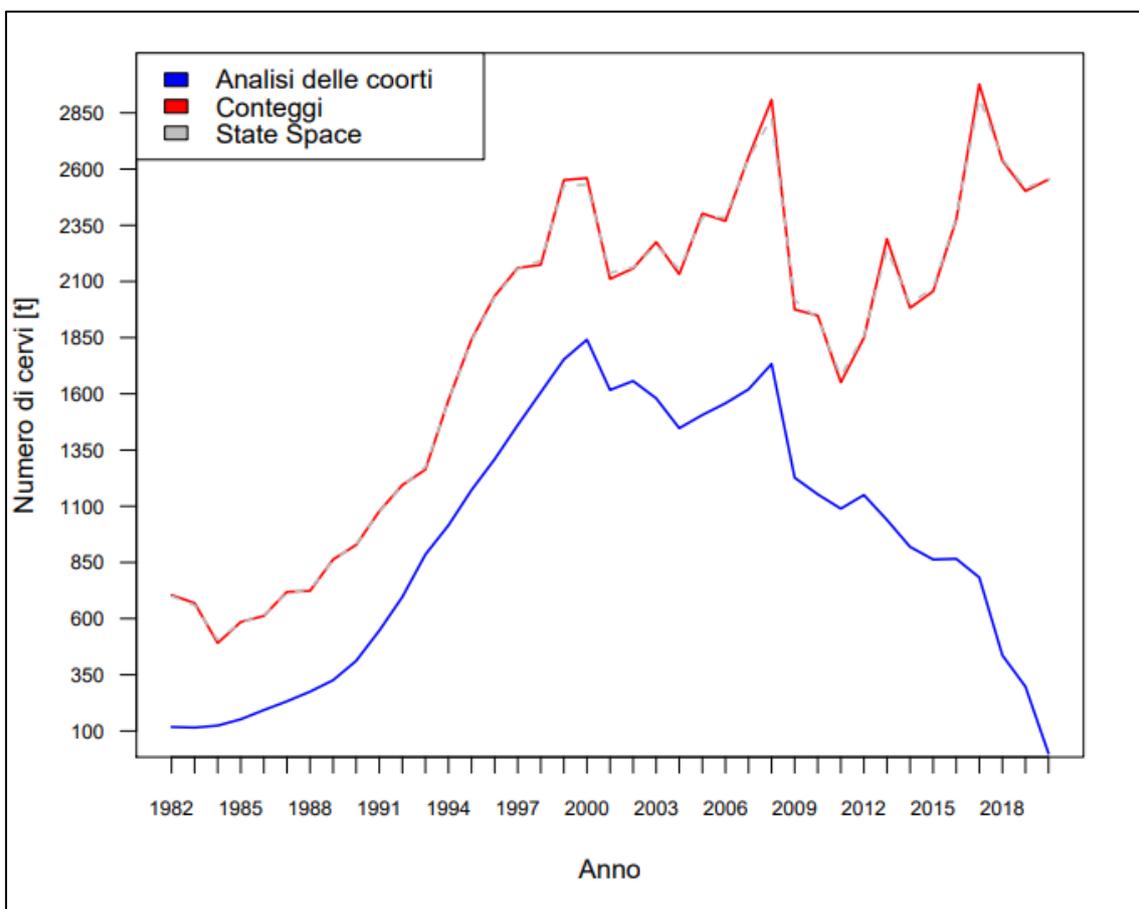


Figura 4.1. Dati sulla consistenza della popolazione del cervo in Val di Sole dal 1982 al 2020. La linea rossa rappresenta la dinamica di popolazione basata sui conteggi notturni primaverili con faro. La linea blu invece rappresenta la dinamica di popolazione basata sui dati di mortalità, ovvero dai cervi abbattuti durante la stagione venatoria e quelli rinvenuti per morte naturale/investimento. La linea grigia tratteggiata indica il numero di cervi contati dai censimenti, filtrato usando gli State Space. L'asse y rappresenta il numero di cervi contati da entrambi i metodi di conteggio. L'asse x rappresenta l'anno a cui si riferisce il metodo di conteggio.

Nella Figura 4.1, il grafico mostra le curve dell'andamento della popolazione del cervo in Val di Sole, in rosso i censimenti e in blu la *cohort analysis*. Il grafico evidenzia come le due curve siano correlate positivamente, in quanto seguono la stessa tendenza evolutiva e sono coerenti per un certo periodo. La costanza dei due metodi termina quando si nota un certo discostamento tra le curve. Entrambi i metodi comunque evidenziano una crescita esponenziale del cervo nell'area di studio a partire dagli anni '80 fino ai primi anni del 2000. Proprio in questi anni la popolazione del cervo della Val di Sole ha raggiunto la sua massima consistenza e successivamente la curva comincia a decrescere e ad oscillare. Dopo un periodo di oscillazione della curva in corrispondenza del 2008 si nota un forte decremento del numero di cervi. La crescita della popolazione si è successivamente ripresa fino a quando anche nel 2014 ha dovuto fare i conti con un altro rigido inverno.

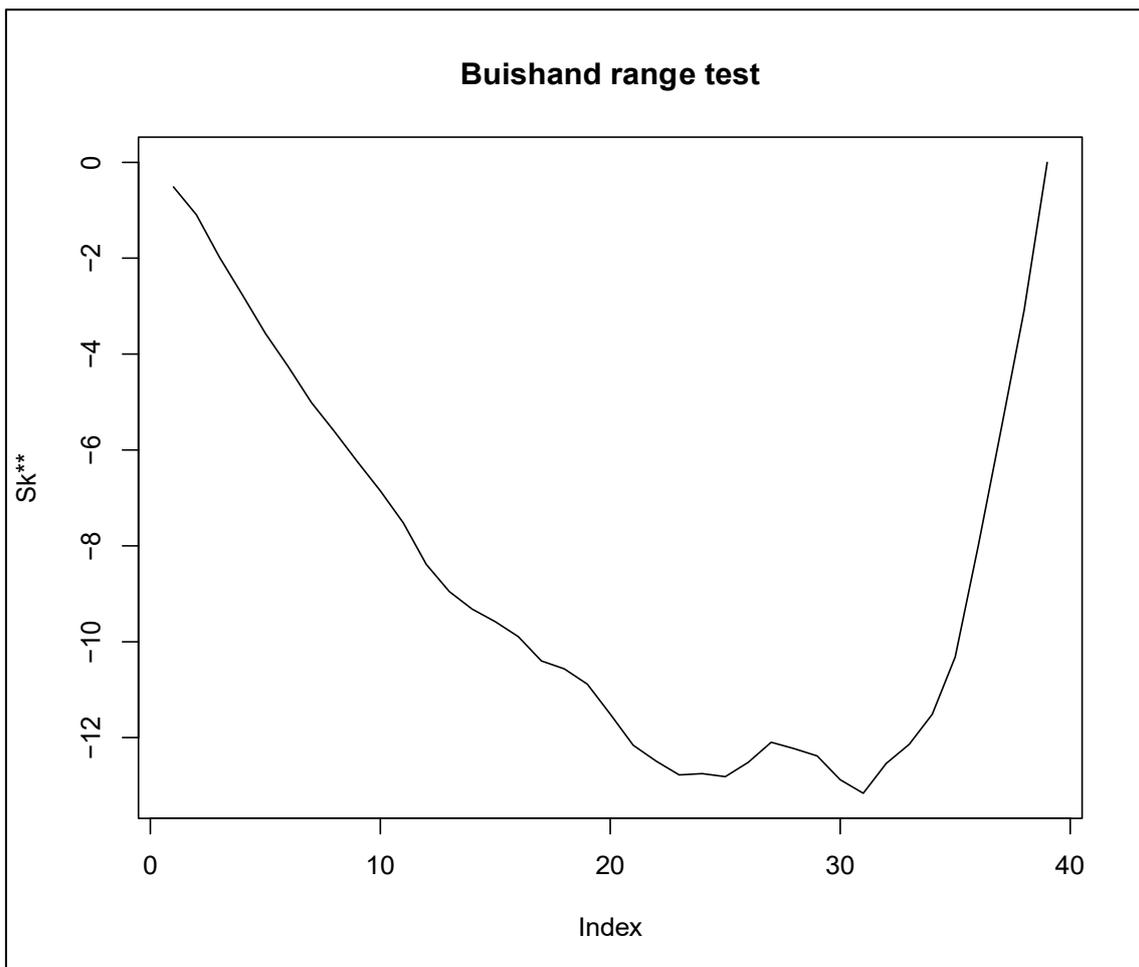


Figura 4.1. Test statistico Buishand range test. La curva esprime la correlazione che c'è tra la cohort analysis e il conteggio primaverile notturno e identifica il punto di divergenza. L'asse y rappresenta l'indice dato dal test. L'asse x rappresenta il numero di anni su cui è stato fatto questo studio.

Nella Figura 4.2 viene rappresentato il grafico dato dal test statistico, sull'asse x troviamo l'arco di tempo su cui è stato fatto questo studio, quindi se il confronto tra i due metodi di conteggio è stato fatto a partire dal 1982 fino al 2020, vi è un arco temporale di circa 40 anni. Sull'asse delle ordinate invece l'indice dato dal test statistico. Il punto di divergenza tra la curva della *cohort analysis* e quella dei censimenti primaverili viene stimato al trentunesimo anno quando la curva cresce vertiginosamente, cioè nel 2013. Oltre questo punto le stime date dalla *cohort analysis* si discostano in maniera significativa da quelle dei conteggi primaverili.

5 DISCUSSIONE

I risultati ottenuti dalle stime di abbondanza della popolazione basate su *population reconstruction*, mostrano una correlazione positiva con i censimenti notturni primaverili. La differenza che c'è tra le due curve durante gli anni '80 è probabilmente dovuta alla modalità di raccolta dati dei cervi rinvenuti morti, che in quegli anni veniva effettuata in modo "superficiale", ottenendo un'importante sottostima. La drastica riduzione della popolazione che si osserva nel 2008 è dovuta ad un rigido inverno che ha portato alla morte per sfinimento una grande quantità di cervi. In quell'anno infatti l'attività venatoria fu sospesa anticipatamente.

In base alla struttura delle età della popolazione, la *reconstruction* suggerisce che sono necessari dati di mortalità retrospettiva di almeno 7-8 anni per ottenere stime affidabili sulla consistenza di questa popolazione. Questo metodo di conteggio si basa sull'assunzione che tutti gli individui siano morti. Tuttavia, a partire dal 2013 è probabile che molti individui di questa coorte siano ancora vivi e questo compromette l'affidabilità della stima. Per ottenere valutazioni affidabili sulla consistenza, i metodi di ricostruzione della popolazione richiedono dati fino ad un'età in cui solo una piccola parte di una coorte è ancora viva all'interno della popolazione (Solberg *et al.*, 1999, Mysterud *et al.*, 2007).

Dato che l'età media del cervo si aggira attorno ai 7-8 anni, la stima effettuata dalla *population reconstruction* sulla consistenza della popolazione fino al 2013 può considerarsi verosimile. Questa considerazione è sostenuta dal test statistico, che con un valore di $p\text{-value} = 0,00025$ suggerisce che i dati osservati sono statisticamente significativi. L'ipotesi nulla del test infatti presuppone che la differenza annuale tra le dimensioni della popolazione in base alla *cohort analysis* e ai censimenti notturni rimanga costante nel tempo. In questo caso l'ipotesi nulla viene rifiutata dal test, dato che dal 2013 fino al 2020 le stime della *cohort analysis* non sono più correlate positivamente con quelle dei censimenti.

Altri studi supportano questi risultati, ad esempio Nave, 2004 proprio su questa popolazione della Val di Sole, e Reiner *et al.*, 2020 su due diverse popolazioni di camoscio; anche i risultati di questi studi hanno dimostrato che, nonostante sia difficile includere pienamente gli eventi di mortalità, la *reconstruction* può essere considerata un'approssimazione della reale dimensione della popolazione. Quando la *population*

reconstruction si basa su dati completi di caccia e mortalità di una popolazione, le stime dovrebbero restituire la reale dimensione della popolazione (Reiner et al., 2020).

Il principale vantaggio della ricostruzione tramite analisi delle coorti è il suo rapporto costo-efficacia rispetto ad altri metodi di monitoraggio, visto che i dati necessari alla stima sono regolarmente raccolti dai gestori (cacciatori e agenti di vigilanza principalmente) della fauna selvatica (Reiner *et al.*, 2020). Lo svantaggio principale invece è che la stima dell'abbondanza della popolazione è possibile soltanto a posteriori (Ueno *et al.*, 2009). Quindi per conoscere la consistenza di una popolazione al momento attuale, cosa essenziale a fini gestionali, viene fatto affidamento ai censimenti (Nave, 2004).

I risultati di questo confronto indicano come i censimenti notturni primaverili sono un metodo efficace per stimare l'abbondanza di popolazione. Sia il numero massimo che il numero medio di cervi contati durante i censimenti primaverili con faro, possono essere considerati indici affidabili per rilevare le variazioni temporali dell'abbondanza della popolazione, a condizione che vengano effettuati almeno tre conteggi ripetuti in ogni indagine annuale; inoltre, gli indici derivati dai conteggi con faro possono essere utilizzati per stimare i tassi di crescita della popolazione (Corlatti *et al.*, 2016).

Vista l'omogeneità dei risultati ottenuti su questa popolazione, si può affermare che l'analisi delle coorti può essere utilizzata come strumento per il controllo retrospettivo dell'accuratezza di altri metodi di monitoraggio della popolazione (Nave, 2004).

BIBLIOGRAFIA

- Associazione Cacciatori Trentini, 2020. <https://www.cacciatoritrentini.it/>
- Bonardi et al 2017. The roles of weather and density dependence on population dynamics of Alpine-divelling red deer.
- Brooms K. 2007. Small game population reconstruction: Model development and applications.
- Corlatti, L., Gugiatti, A. & L. Pedrotti, 2016. Spring spotlight counts provide reliable indices to track changes in population size of mountain-dwelling red deer *Cervus elaphus*.
- Clawson M. V. 2010. Use of age-at-harvest information to inform wildlife management.
- Fryxell M. 1988. Population dynamics of newfound land moose using cohort analysis.
- Haller H., 2002 - Der Rothirsch im Schweizerischen Nationalpark und dessen Umgebung. Eine alpine Population von *Cervus elaphus* zeitlich und räumlich dokumentiert. Nationalpark-Forschung in der Schweiz 91, 144 pp.
- Mysterud, A. et al. 2007. Monitoring population size of red deer *Cervus elaphus*: an evaluation of two types of census data from Norway. – *Wildl. Biol.* 13: 285–298.
- Mustoni A., Pedrotti L., Zanon E., Tosi G., 2002. Ungulati delle Alpi. Cles (TN): Nitida Immagine Editrice.
- Nave L. 2004. Analisi della consistenza e della demografia della popolazione del cervo della Val di Sole e del Parco Nazionale dello Stelvio tramite il metodo della population reconstruction. Relazione di tirocinio pratico e applicativo del Master in “Gestione e Conservazione dell’Ambiente e della Fauna”.
- 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 Val di Sole.
- Reiner et al 2020. Population reconstruction as an informative tool for monitoring chamois populations.
- Rosberry J.L. and Wolf A. 1991. A comparative evaluation of techniques for analyzing white – tailed harvest data.
- Servizio Foreste e Fauna Provincia Autonoma di Trento, 2020. <https://forestefauna.provincia.tn.it/>

- Solberg, E. J. et al. 1999. Dynamics of a harvested moose population in a variable environment. – *J. Anim. Ecol.* 68: 186–204
- Thorsten Pohlert (2020). trend: Non-Parametric Trend Tests and Change-Point Detection. R package version 1.1.4. <https://CRAN.R-project.org/package=trend>
- T. A. Buishand (1982), Some Methods for Testing the Homogeneity of Rainfall Records, *Journal of Hydrology* 58, 11–27.
- Ueno, M. et al. 2009. Application of cohort analysis to large terrestrial mammal harvest data. – *Mammal Study* 34: 65–76.
- Ufficio Faunistico, Servizio Foreste e Fauna, Provincia Autonoma di Trento, 2010. Piano Faunistico Provinciale, Prima revisione.
- Ulrich Wotschikowsky, Alfons Heidegger, 2001. *Fauna e caccia in montagna*. Bolzano: Casa Editrice Athesia.

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio Luca Pedrotti e Luca Corlatti, che mi hanno proposto e permesso di lavorare a questo studio.

Voglio ringraziare Valerio Donini, per il prezioso aiuto nella cura e gestione dei dati e per tutti i consigli riguardo alla stesura della tesi.

Al termine di questo percorso universitario un doveroso e sincero Grazie va a ai miei Genitori, con il loro supporto e i loro insegnamenti hanno saputo trasmettermi valori importanti, guidandomi sempre sulla strada giusta. Un caloroso grazie va a mia Sorella, che con la sua intraprendenza ha sempre saputo motivarmi nel migliore dei modi. Anche la Nonna Adele e la Zia Ida, a modo loro, non hanno mai smesso di supportarmi durante questo percorso e sono felice di poter condividere con loro questo momento.

Un ringraziamento speciale va a Irene, che non ha mai smesso di sostenermi, e alla sua Famiglia, alla quale mi sono particolarmente legato; con la loro instancabile forza di reagire e la loro determinazione sono per me un vero esempio da seguire, che va ben oltre allo studio e al lavoro.

Ringrazio vivamente i miei Zii che mi hanno trasmesso una grande e sana passione, quella Venatoria, con la quale ho instaurato veri rapporti di amicizia. Sicuramente la mia passione per la caccia ha contribuito nella scelta e nell'interesse per questo argomento di tesi.

Voglio ricordare tutti i miei amici, con i quali abbiamo creato un'affiatata compagnia che riesce a farci appassionare e divertire.

In particolare, ringrazio Tobia con il quale ho condiviso praticamente tutto: dallo sport, alla scuola fino alla tanto attesa abilitazione venatoria; dopo tutto questo abbiamo condiviso anche l'università e ora finalmente concludiamo questo percorso ancora assieme: *Waidmannsheil* !