

Modalità di conteggio primaverile notturno al faro per il monitoraggio delle popolazioni di cervo: l'esempio del Parco Nazionale dello Stelvio

Luca Corlatti, Alessandro Gugiatti, Luca Pedrotti

Riassunto

Questo studio, pubblicato nel 2016 sulla rivista internazionale *Wildlife Biology* (Corlatti et al. "Spring spotlight counts provide reliable indices to track changes in population size in mountain-dwelling red deer *Cervus elaphus*." *Wildlife Biology*, 22: 268-276), ha avuto come obiettivo quello di verificare l'attendibilità dei conteggi primaverili notturni al faro per il monitoraggio di una popolazione di cervo all'interno del Parco Nazionale dello Stelvio. Utilizzando come riferimento le stime assolute di abbondanza, ottenute attraverso il metodo della marcatura individuale e riavvistamento degli animali fra il 2008 e il 2015 nell'area di Valfurva (SO), si è verificata in particolare l'attendibilità dell'utilizzo del numero medio e massimo di animali conteggiati nelle sessioni di osservazione per studiare il trend della popolazione. I risultati hanno confermato come il numero medio e/o massimo di individui osservati durante i conteggi primaverili notturni al faro possano rappresentare degli indici di popolazione attendibili per individuare il trend della popolazione di cervo, posto che almeno 3 sessioni notturne vengano effettuate in un arco di tempo ristretto, in concomitanza con la comparsa della prima vegetazione.

Introduzione

Fra le priorità del processo decisionale finalizzato al prelievo del cervo (per scopi venatori e non), emerge in modo chiaro la necessità di ottenere informazioni affidabili relativamente all'andamento numerico delle popolazioni, per esempio attraverso l'uso di indici di abbondanza che riflettano in modo accurato le variazioni della popolazione reale. Le pratiche di monitoraggio delle popolazioni di cervo sono generalmente limitate dalla scarsa contattabilità di larga parte della popolazione: per ottenere degli indici di abbondanza precisi ed accurati, è quindi essenziale massimizzare le probabilità di avvistamento degli animali e, laddove possibile, verificarne la bontà attraverso un confronto con stime di abbondanza assoluta. In questo articolo viene presentato uno studio condotto di recente all'interno del Parco Nazionale dello Stelvio, il cui obiettivo è quello di verificare l'attendibilità della stima dell'andamento numerico della popolazione di cervo basata su indici di abbondanza relativa (numero massimo e/o medio di individui osservati) ottenuti attraverso conteggi notturni primaverili al faro.

Nonostante la loro relativa facilità di esecuzione, l'attendibilità dei conteggi notturni al faro è ampiamente dibattuta in letteratura, soprattutto in relazione alla difficoltà di garantire una bassa variabilità delle probabilità di osservazione, e studi condotti in diverse aree hanno portato a risultati contrastanti. Di conseguenza, al monitoraggio notturno standard sono state spesso affiancate diverse metodologie statistiche per la stima di abbondanza assoluta (cioè il numero di animali realmente presenti), basate su conteggi campionari con o senza la necessità di riconoscimento individuale degli animali (distance sampling su pellet group o con termocamera, mark-resight). Queste metodologie hanno in generale lo scopo di verificare: a) se gli indici di abbondanza relativa utilizzati nei monitoraggi standard siano affidabili per monitorare il trend della popolazione; b) se gli indici di abbondanza siano utilizzabili per indagare la dinamica di popolazione; c) quante ripetizioni di uscite notturne siano necessarie per ottenere dei buoni indici di abbondanza relativa. All'interno del Parco Nazionale

dello Stelvio, per indagare questi aspetti l'attenzione è stata focalizzata sull'utilizzo della metodologia mark-resight (marcatura-riavvistamento) che, allo stato attuale, rappresenta lo standard di riferimento per le stime di abbondanza assoluta delle popolazioni animali.

Marcatura e riavvistamento

Il metodo mark-resight si basa sulla necessità di avere un buon campione di animali individualmente riconoscibili. A questo scopo, fra il 2007 e il 2015, sono stati catturati e individualmente marcati 140 cervi, utilizzando corral di cattura (n=119 cervi) o teleanestesia in free-ranging (n=21 cervi). In tutto il periodo di studio, per garantire la rappresentatività dei dati raccolti, lo sforzo di cattura è stato distribuito uniformemente in diverse sottozone nell'area di studio di Valfurva. Questo aspetto è importante ai fini dell'analisi dei dati mark-resight, dal momento che sottozone diverse sono caratterizzate da un diverso rapporto di aree aperte e chiuse, e quindi potenzialmente caratterizzate da differenti probabilità di riavvistamento. I cervi catturati sono stati assegnati a differenti classi di sesso e di età, e individualmente marcati con collari ottici (n=42 maschi, n=70 femmine) o GPS (n=13 maschi, n=15 femmine) e targhe auricolari. Collari e targhe auricolari sono state munite di catarifrangenti per facilitare il riconoscimento durante le uscite notturne, e diverse combinazioni di colori hanno permesso di caratterizzare in modo univoco ogni animale catturato.

I conteggi primaverili notturni al faro sono stati condotti sull'intera area di studio fra il 2008 e il 2015. In particolare, durante ogni primavera (corrispondente all'occasione primaria di campionamento), fra aprile e maggio, sono stati effettuati 4 conteggi (corrispondenti a 4 occasioni secondarie di campionamento). Ogni conteggio ha avuto una durata di 4 ore, fra le ore 23 e le ore 3 del giorno successivo. Quattro percorsi di osservazione (uno per sottozona: A, B, C e D, Fig. 1) sono stati monitorati simultaneamente da 4 equipaggi composti da 3 operatori: 1 autista, 1 passeggero addetto all'utilizzo del faro, 1 passeggero addetto al riconoscimento dei cervi. In particolare, a quest'ultimo passeggero è stato assegnato il compito di registrare la dimensione e la composizione dei gruppi di animali, il numero e il sesso degli individui non marcati, il numero di animali marcati non identificati, il numero e l'identità degli animali marcati riconoscibili. Nell'intero periodo di studio, i percorsi sono stati mantenuti costanti (area A: 24,4 km; area B: 17,3 km; area C: 16,7 km; area D: 34,3 km).

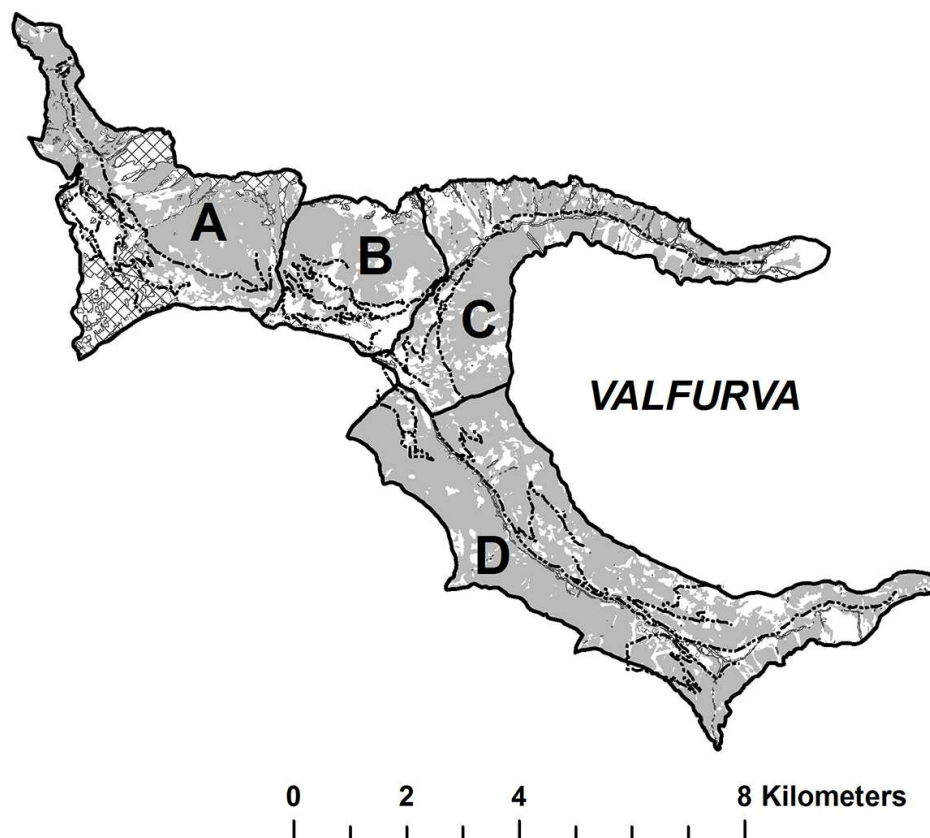


Figura 1: Localizzazione dei percorsi di osservazione all'interno dell'unità di gestione e delle singole sottozone (A, B, C e D).

Analisi Mark-Resight

Considerata la difficoltà nell'ottenere informazioni attendibili relativamente al numero di animali marcati sopravvissuti negli anni successivi alle prime catture, l'analisi mark-resight è stata effettuata utilizzando lo stimatore Zero-truncated Poisson log-Normal (ZPNE), secondo uno schema robust-design, implementato nel software MARK. Lo stimatore ZPNE permette di effettuare un campionamento casuale con ripescaggio all'interno di ciascuna sessione primaria, di tenere in considerazione l'eterogeneità individuale di riosservazione, e di includere nella stima individui marcati non riconosciuti. Inoltre, ZPNE permette di modellizzare la probabilità di riavvistamento e la eterogeneità individuale di riavvistamento in funzione di più covariate. La bontà di utilizzo dello stimatore ZPNE si basa su una serie di assunti: 1) la popolazione deve essere demograficamente chiusa; 2) i marchi non devono essere perduti all'interno delle sessioni primarie; 3) non ci devono essere errori nel distinguere fra animali marcati e non marcati; 4) le probabilità di riavvistamento devono essere distribuite in maniera identica e indipendente fra i diversi avvistamenti. Dal momento che è plausibile attendersi diverse probabilità di riavvistamento fra maschi e femmine e fra sottoaree di campionamento (a causa delle differenti proporzioni di spazi aperti e chiusi), si è optato per modellizzare la probabilità di riavvistamento per l'intera popolazione in funzione di covariate individuali, associando cioè sesso (variabile binaria: maschi=1, femmine=0) e area di avvistamento (variabile ordinale: D=1, A=2, C=3, B=4) a ciascun animale marcato. Questo approccio assume che la proporzione fra maschi e femmine, e la proporzione

fra individui che abitano sottoaree differenti, sia uguale per animali marcati e non marcati, così che la stessa probabilità media di riavvistamento possa essere applicata a individui marcati e non marcati. Sono stati quindi costruiti 10 modelli ZPNE di complessità crescente: il più semplice di questi modelli assumeva probabilità di riavvistamento costante, mentre il più complesso assumeva probabilità di riavvistamento in funzione dell'anno e della interazione fra sesso e area di avvistamento. Per tutti i modelli, dal più semplice al più complesso, l'eterogeneità individuale è stata mantenuta costante. I modelli sono stati successivamente selezionati sulla base del loro valore di AICc (Criterio di Informazione di Akaike).

La stessa procedura è stata utilizzata per analizzare l'andamento della popolazione all'interno delle singole aree, per verificare le differenze ipotizzate nella probabilità di riavvistamento: in questo caso, il modello più semplice assumeva probabilità di riavvistamento costante all'interno di ciascuna area, mentre il più complesso assumeva probabilità di riavvistamento diverse in funzione della interazione fra anno e sesso.

Analisi statistica sulla bontà degli indici di abbondanza relativa

Per indagare la bontà dei conteggi primaverili all'interno dell'intera area di studio, è stato innanzitutto necessario individuare degli indici di abbondanza relativa opportuni, e successivamente confrontarli con le stime assolute ottenute con l'analisi mark-resight (MR). Diversi indici di abbondanza relativa possono essere ricavati dai conteggi notturni. Per favorire la facilità di lettura dei dati, si è optato per due indici semplici: il numero massimo di individui (marcati e non marcati) contati durante una delle 4 sessioni primaverili (MNC) e il numero medio di individui (marcati e non marcati) contati durante tutte e 4 le sessioni primaverili (ANC). Per rispondere all'obiettivo a), cioè per verificare se gli indici di abbondanza siano affidabili per monitorare il trend dell'intera popolazione, i valori di MR, MNC e ANC sono stati inizialmente log-trasformati. $\ln(\text{MR})$ è stato utilizzato come variabile predittiva e due modelli di regressione lineare sono stati applicati utilizzando $\ln(\text{MNC})$ e $\ln(\text{ANC})$ come variabili di risposta. Per rispondere all'obiettivo b), cioè per verificare se gli indici di abbondanza siano utilizzabili per indagare la dinamica di popolazione, è stato utilizzato il test-Z per verificare se i valori delle regressioni fossero significativamente differenti da 1 (valori inferiori a uno, ad esempio, indicherebbero un problema di saturazione negli indici utilizzati). Infine, per rispondere all'obiettivo c), cioè per indagare quante ripetizioni di uscite notturne siano necessarie per ottenere dei buoni indici di abbondanza, sono state ripetute le stesse analisi utilizzando diversi valori di MNC e ANC, calcolati con 10 differenti sottocampioni di occasioni secondarie (4 combinazioni di 3 occasioni secondarie e 6 combinazioni di 2 occasioni secondarie).

Risultati

Per quanto riguarda l'intera area di studio, il modello ZNPE migliore è risultato quello con probabilità di riavvistamento in funzione dell'interazione fra sesso e area di avvistamento. La probabilità media di riavvistamento è risultata pari al 42%. Le stime annuali di abbondanza relative all'intera area di studio sono riportate in figura 2 e in Tabella 1, assieme al numero massimo (MNC) e medio (ANC) di cervi osservati durante ciascuna occasione primaria primaverile. La relazione fra $\ln(\text{MR})$ e $\ln(\text{MNC})$ o $\ln(\text{ANC})$, considerando tutte e 4 le sessioni secondarie per ciascun anno, è sempre risultata significativamente positiva e non differente da 1 (MR-MNC: $\beta=1,123$, $\text{SE}=0,234$, $t\text{-value}=4,792$, $p=0,003$; MR-ANC: $\beta=1,048$, $\text{SE}=0,147$, $t\text{-value}=7,131$, $p=0,001$), confermando quindi come MNC e ANC siano indici adatti a monitorare il trend e la dinamica della popolazione indagata. Allo stesso modo, tutte le stime delle regressioni fra $\ln(\text{MR})$ e $\ln(\text{MNC})$ o $\ln(\text{ANC})$, considerando 3 sessioni secondarie per ciascun anno, sono risultate significativamente positive e non differenti da 1. Al contrario, almeno una stima di regressione fra $\ln(\text{MR})$ e $\ln(\text{MNC})$ o $\ln(\text{ANC})$, considerando solo 2

sessioni secondarie per ciascun anno, è risultata non significativamente positiva.

Per quanto riguarda le singole aree, i modelli migliori sono risultati: il modello con probabilità di riavvistamento costante, per le aree A e D, e il modello con probabilità di riavvistamento in funzione del sesso per le aree B e C. Le probabilità di riavvistamento sono risultate pari a: 0,52 (CI 95%: 0,21-0,84) (area A), 0,81 (CI 95%: 0,68-0,93) (area B), 0,46 (CI 95%: 0,34-0,59) (area C) e 0,20 (CI 95%: 0,18-0,23) (area D). Le stime di abbondanza, ANC e MNC per le singole aree sono riportate in figura 3.

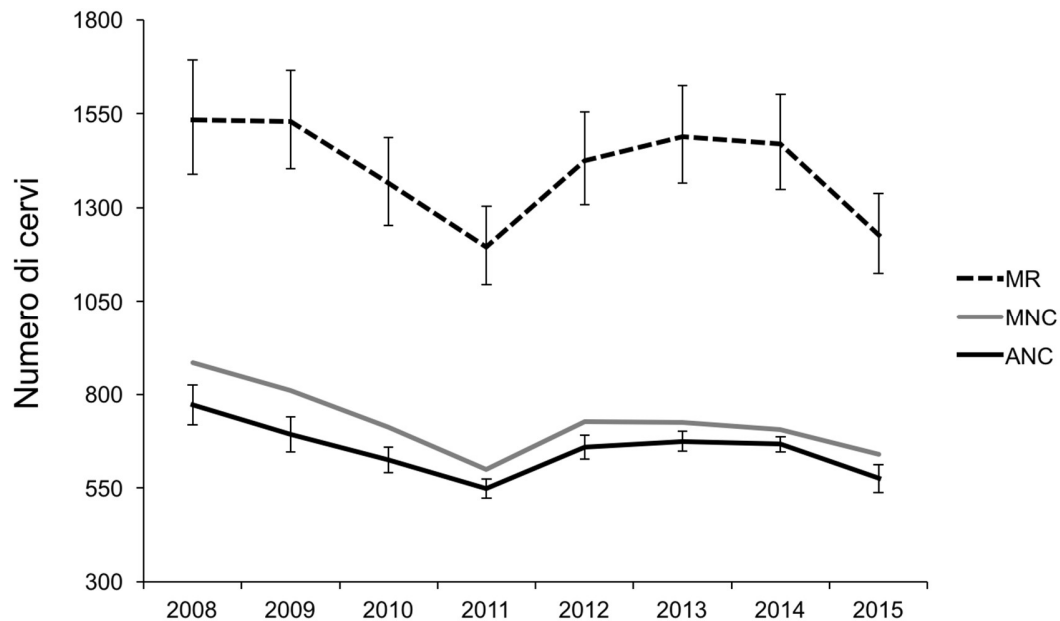


Figura 2: Stime mark-resight (MR) e indici di abbondanza (MNC: numero massimo di cervi contati in una delle 4 occasioni secondarie di campionamento primaverile; ANC: numero medio di cervi contati in tutte e 4 le occasioni secondarie di campionamento primaverile) per l'intera area di studio.

Tabella 1. Stime mark-resight (MR, con intervalli di confidenza) e indici di abbondanza (MNC: numero massimo di cervi contati in una delle 4 occasioni secondarie di campionamento primaverile; ANC: numero medio di cervi contati in tutte e 4 le occasioni secondarie di campionamento primaverile, con deviazione standard DS) per l'intera area di studio. La tabella riporta la percentuale di sottostima (calcolata sulla base del numero massimo di cervi osservati in una delle 4 sessioni secondarie), il numero di avvistamenti e il numero di cervi marcati disponibili nell'area di studio.

Anno	MR (IC 95%)	MNC	ANC $\pm$ DS	Sottostima	Numeri di avvistamenti			Numero di marcati disponibili
					Totale	Marcati	Non marcati	
2008	1533 (1388,1694)	884	772 $\pm$ 106	42%	3089	44	3045	23
2009	1529 (1403,1666)	810	693 $\pm$ 94	47%	2772	82	2690	46
2010	1365 (1253,1487)	712	626 $\pm$ 67	48%	2502	95	2407	sconosciuto
2011	1195 (1095,1303)	600	549 $\pm$ 51	50%	2195	85	2110	sconosciuto
2012	1425 (1307,1554)	727	659 $\pm$ 66	49%	2636	108	2528	sconosciuto
2013	1489 (1366,1624)	726	675 $\pm$ 54	51%	2700	102	2598	sconosciuto
2014	1469 (1348,1601)	705	667 $\pm$ 41	52%	2669	91	2578	sconosciuto
2015	1227 (1125,1338)	639	576 $\pm$ 74	48%	2302	86	2216	sconosciuto
media = 48%								

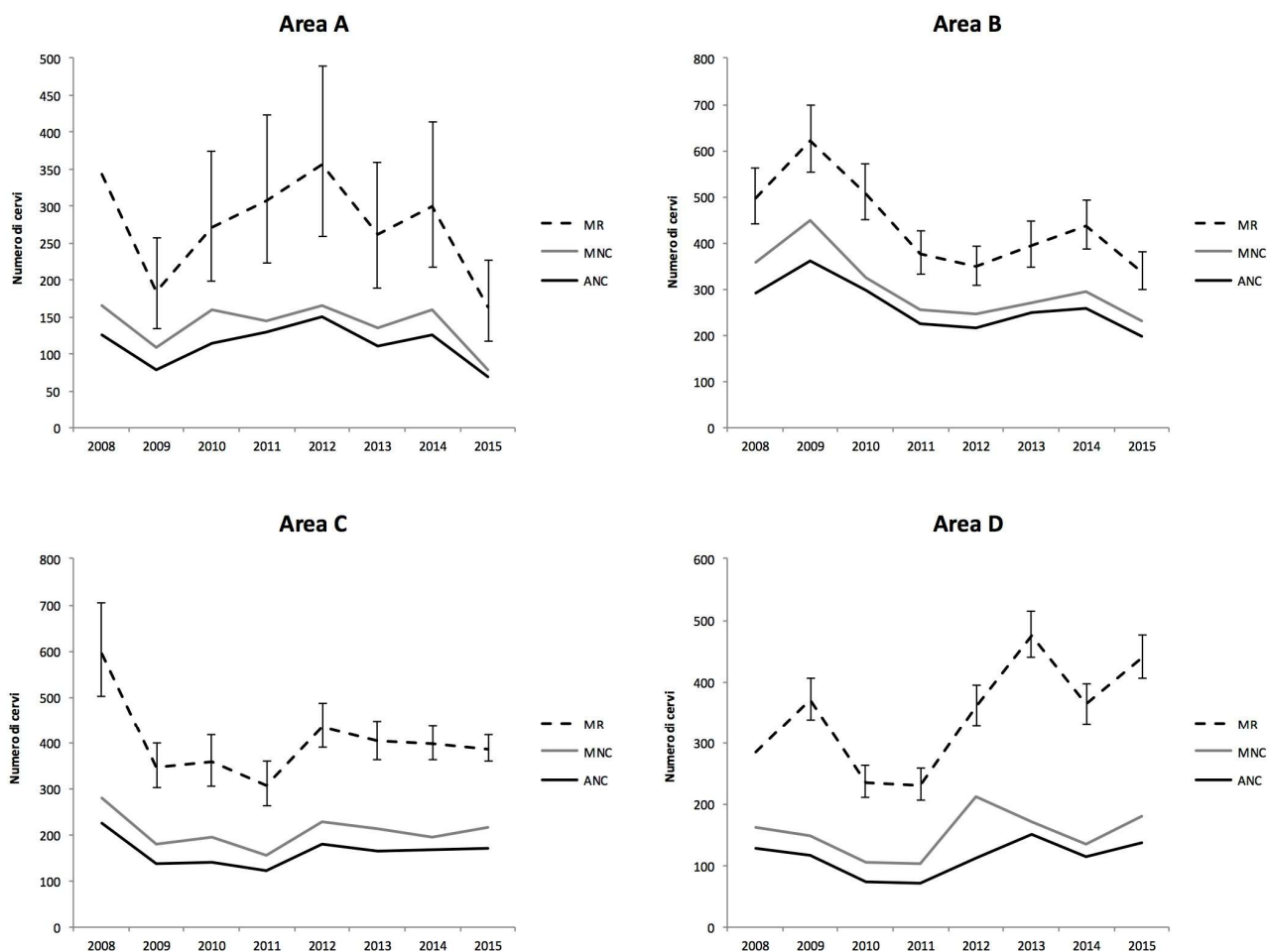


Figura 3: Stime mark-resight (MR) e indici di abbondanza (MNC: numero massimo di cervi contati in una delle 4 occasioni secondarie di campionamento primaverile; ANC: numero medio di cervi contati in tutte e 4 le occasioni secondarie di campionamento primaverile) per le singole aree all'interno dell'area di studio.

Discussione

I risultati ottenuti suggeriscono che il numero massimo e il numero medio di cervi osservati durante i conteggi primaverili notturni al faro possono essere considerati indici di abbondanza relativa affidabili, sia per valutare il trend sia per indagare la dinamica della popolazione di Valfurva, posto che vengano effettuate almeno 3 sessioni di conteggio in ciascun anno.

La bontà dei risultati è strettamente legata alla possibilità di soddisfare gli assunti alla base del modello mark-resight utilizzato. Il rispetto dell'assunto di chiusura demografica è supportato sia dalla brevità del periodo utilizzato per effettuare i conteggi (normalmente 2 settimane) sia dai dati spaziali raccolti dai collari GPS, che mostrano come in periodo primaverile i cervi tendano a non emigrare dall'area di Valfurva. L'utilizzo di collari (ottici o GPS) ha inoltre permesso di evitare problemi di perdita delle marche all'interno di ciascuna occasione primaria di campionamento. La presenza di catarifrangenti su collari e marche auricolari ha permesso invece di evitare errori di distinzione fra animali marcati e non marcati: al contempo, l'utilizzo dei catarifrangenti non ha

influito sulle probabilità di riavvistamento dei cervi marcati, dal momento che, durante i conteggi notturni, gli animali venivano inizialmente localizzati non grazie alla presenza del collare, ma grazie al riflesso del faro negli occhi degli animali, dovuto alla presenza del tappeto lucido. Al contrario, l'assunto di distribuzione identica e indipendente delle probabilità di riavvistamento è probabilmente stata violata nello spazio, dal momento che il cervo ha una forte tendenza a formare gruppi; questo potrebbe aver portato a un effetto di contagio fra i riavvistamenti, determinando in ultima analisi un restringimento degli intervalli di confidenza delle stime mark-resight. Tuttavia, dal momento che l'interesse principale di questo studio è legato alla variazione annuale delle stime, si ritiene che l'effetto della violazione di quest'ultimo assunto, se considerata costante nel tempo, non abbia influito sulla valutazione della bontà degli indici di abbondanza. Come ipotizzato, all'interno delle singole aree di conteggio, la probabilità di riavvistamento è risultata altamente variabile, con valori crescenti nelle aree caratterizzate da maggiore visibilità.

I risultati di questo studio supportano la possibilità di utilizzare semplici indici di abbondanza per monitorare in modo affidabile il trend e la dinamica di popolazione del cervo. Tuttavia, è opportuno precisare che la possibilità di utilizzare tali indici è probabilmente legata alle particolari condizioni dell'area indagata. In particolare, è da notare che in aree montane il periodo primaverile costringe gli animali ad abbassarsi di quota, limitando fortemente l'effetto generalmente negativo della presenza di strade e quindi aumentando notevolmente le probabilità di avvistamento e rendendole piuttosto stabili nel corso degli anni. In aree caratterizzate da minori variazioni ambientali stagionali, infatti, diversi studi non hanno trovato alcuna relazione significativa fra stime assolute e indici di abbondanza.

Dal punto di vista gestionale, la popolazione di cervi di Valfurva può essere numericamente monitorata in maniera affidabile, nel tempo, utilizzando sia il numero massimo sia il numero medio di cervi contati nelle uscite primaverili notturne al faro. In particolare, per garantire dei buoni risultati, sono necessarie almeno 3 uscite per primavera. Inoltre, per garantire costanti ed elevate probabilità di riavvistamento, i conteggi dovranno continuare ad essere effettuati in un periodo di tempo ristretto (circa 2 settimane) nella fase di inizio di crescita della vegetazione nel fondovalle. Inoltre, nel tempo, è opportuno che il protocollo di monitoraggio venga mantenuto il più costante possibile in termini sia di strade percorse, sia di numero di equipaggi e di condizioni di visibilità.