

# CENSIMENTI con distance sampling

**Finalmente possiamo sapere quanti sono**

Come lo stato di salute di una persona viene quantificato da indici quali la temperatura, il peso, il glucosio ematico, ecc., così lo “stato” di una popolazione è misurato da diverse variabili demografiche, quali la sua numerosità (o densità), la sua struttura demografica (rapporto tra sessi e classi d’età), dal tasso di riproduzione, dalla mortalità e dai suoi movimenti. La conoscenza di queste caratteristiche è indispensabile anche ai fini della conservazione e dell’eventuale gestione faunistico-venatoria di tutte le specie selvatiche. È perciò evidente la necessità di metodologie quanto più efficienti possibili per la determinazione della densità di una popolazione.

È di fondamentale importanza comprendere che nella quasi totalità dei casi è possibile realizzare solo delle stime della numerosità piuttosto che censimenti, termine questo che deve essere utilizzato solo per indicare conteggi esaustivi di una popolazione. Nel caso di popolazioni di animali selvatici quello che si riesce ad ottenere è un valore che si avvicina quanto più possibile al valore vero.

Le tecniche per i cosiddetti “censimenti a vista” sono fortemente condizionate dalla capacità visiva dell’uomo e dai suoi limiti. Essa è infatti ristretta ad oggetti che emettono e rifletto-

no la luce nel campo del visibile ( $0,4\div 0,7 \mu m$ ), il quale rappresenta solo una piccola parte dell’intero spettro elettromagnetico. L’uso di strumenti che permettano di utilizzare lunghezze d’onda a cui l’occhio umano non è sensibile, può aumentare l’efficienza delle metodologie per la stima delle popolazioni di animali selvatici. La termografia è una tecnica che, mediante strumenti chiamati termocamere (Figura 1), consente la visualizzazione dell’emissione infrarossa prodotta da corpi ad una temperatura di  $37^{\circ}C$  nell’oscurità più completa. Questa tecnologia permette dunque di avvistare gli animali (Figura 2) anche quando questi sono virtualmente invisibili all’occhio umano e consente di effettuare il conteggio in un momento in cui la loro contattabilità è massima. È infatti noto che al tramonto e durante la notte, l’attività e la mobilità di specie come gli ungulati presenta picchi particolarmente marcati. Conte di questo tipo hanno l’ulteriore vantaggio di non richiedere la cattura o la marcatura degli animali studiati. Pertanto l’accoppiamento dei visori ad infrarosso termico portatili ad una metodologia di campionamento statistico come il *distance sampling* rappresenta un punto di svolta per la stima di popolazione.

Il *distance sampling* fornisce una potenziale alternativa ai “tradizionali” metodi di stima di densità di popolazione (es. *capture-mark-recapture* o CMR). Si tratta di una serie di metodologie statistiche che utilizzano stimatori basati sulla distanza tra l’oggetto d’interesse ed un punto di riferimento noto.

I vantaggi di questa metodologia risiedono soprattutto nell’opportunità di stimare la densità

**FRANCESCA MARINI**

Università degli Studi  
“La Sapienza” - Roma

**STEFANO FOCARDI**

Istituto Nazionale  
della Fauna Selvatica



Fig. 1  
Termocamera utilizzata per i campionamenti notturni di popolazioni di ungulati selvatici. Frontalmente è presente una lente 2X, mentre superiormente è agganciato un telemetro laser e lateralmente una bussola digitale



Operatore durante la rilevazione dei dati di interesse

assoluta di una popolazione, anche quando non tutti gli animali all'interno dell'area sono stati avvistati. È possibile infatti risalire alla frazione di soggetti che, seppur presenti nell'area di campionamento, sono sfuggiti al conteggio, attraverso l'analisi statistica delle distanze che intercorrono tra gli individui contattati durante il campionamento ed il percorso (o punto) di rilevamento. Ulteriore vantaggio è rappresentato dal fatto che sia sufficiente l'avvistamento di una percentuale relativamente piccola di individui all'interno dell'area di campionamento (intorno al 10-30%) e non si abbia la necessità di conoscere la dimensione dell'area stessa, al fine di ottenere una stima corretta.

Il concetto alla base del *distance sampling* è la funzione di contattabilità  $g(x)$ , ovvero la probabilità di avvistare un oggetto (o gruppo di oggetti); essa è teoricamente decrescente all'aumentare della distanza dal percorso (o punto) di campionamento e dipende sia dalla distanza perpendicolare tra l'oggetto ed il percorso, che dalla dimensione del gruppo.

Gli assunti alla base del metodo possono essere così riassunti:

- gli oggetti che si trovano sul punto o sulla linea (unità di campionamento) devono essere avvistati con certezza;
- gli oggetti devono essere registrati nelle loro posizioni iniziali, cioè prima che si spostino a causa della presenza di un osservatore;
- le distanze devono essere misurate esattamente;



Fig. 2 - Fotografia digitale all'infrarosso di caprioli

- gli avvistamenti devono essere eventi indipendenti;
- i percorsi (o punti) di campionamento devono essere posizionati casualmente rispetto alla distribuzione degli animali.

Il *distance sampling* richiede un minimo di 60÷80 contatti, ossia di oggetti (o gruppi di oggetti) avvistati, per ottenere una buona funzione di contattabilità. Per questo motivo, tale metodo è particolarmente adatto nel caso di ampie aree di studio, dato che il numero minimo di contatti richiesti è lo stesso indipendentemente dalle dimensioni della regione. Se dal campionamento dei percorsi (o punti) stabiliti non si ottiene il numero minimo di contatti indispensabili, non è necessario aggiungere altre unità di campionamento, ma è sufficiente ripetere i rilevamenti utilizzando i medesimi percorsi (o punti).

Questa metodologia comprende diverse possibilità di campionamento. Le più usate sono i transetti lineari (*line transect*) e i transetti circolari (*point transect*), specialmente in studi ornitologici. Nel caso dei transetti lineari l'osservatore si muove lungo una linea registrando tutti gli individui avvistati. Esso è raccomandato per quelle popolazioni aventi una distribuzione sparsa, aggregate in gruppi ben definiti, di densità bassa o media, o per ampie aree di habitat omogeneo.

Il metodo del *line transect* dispone di 3 famiglie di modelli per la determinazione della funzione di contattabilità,  $g(x)$ , i quali aumentano la flessibilità del metodo, in modo che la curva possa meglio adattarsi alla distribuzione delle distanze di avvistamento raccolte durante il campionamento. Le principali "funzione chiave" (Figura 3) sono:

- *uniforme* (*uniform*): assume che non ci sia alcuna correlazione tra la distanza e la probabilità di avvistamento, e che quest'ultima pertanto abbia un andamento costante;
- *seminormale* (*half normal*): assume che la probabilità di contattare un animale decresca al crescere della distanza con un andamento gaussiano;
- *hazard-rate*: prevede che la probabilità di avvistamento diminuisca differenzialmente a seconda che l'animale sia sul o vicino la linea di campionamento oppure si trovi lontano da essa.

Una volta individuata la "funzione chiave",

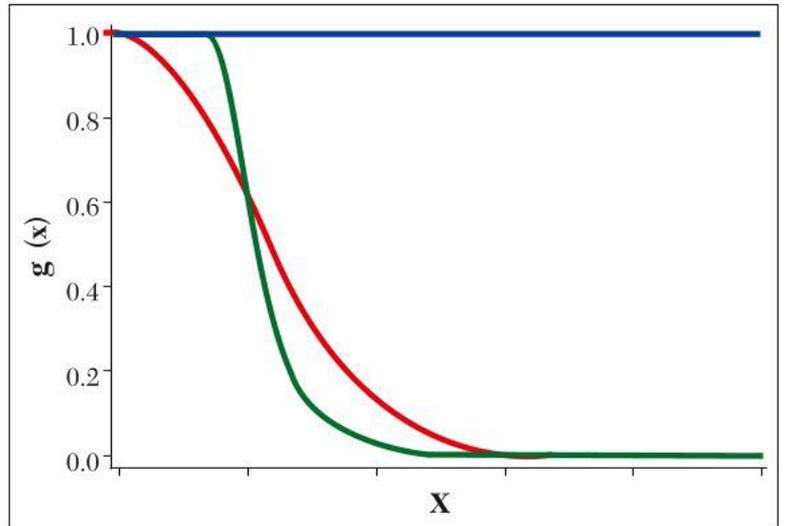


Fig. 3  
Tre principali modelli utilizzati per stimare la funzione di contattabilità  $g(x)$ : uniforme (in blu), con andamento costante per definizione; seminormale (in rosso) e hazard rate (in verde), ambedue decrescenti con la distanza

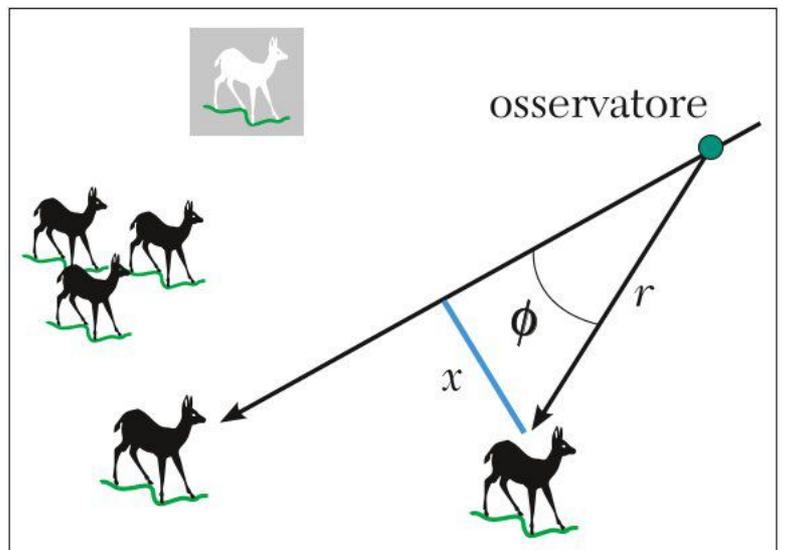


Fig. 4  
Schema di campionamento mediante transetti lineari. In nero sono rappresentati gli animali avvistati dall'osservatore, mentre quelli in grigio rappresentano gli individui persi, ossia non contattati. L'operatore muovendosi lungo il transetto annoterà per ogni avvistamento la numerosità del gruppo, la distanza radiale da esso ( $r$ ), l'angolo tra esso ed il transetto ( $\phi$ ), sulla base dei quali è possibile calcolare la distanza perpendicolare tra l'animale, od il gruppo di animali, ed il transetto ( $x$ )



è spesso opportuno eliminare (“troncare”) i contatti avvenuti alle distanze maggiori, le quali forniscono poche informazioni ed aumentano il valore della varianza (misura della precisione, ossia della dispersione della variabile attorno al suo valor medio) associata alla densità stimata.

La probabilità è spesso funzione non solo della distanza dal transetto, ma anche di diversi altri fattori, che possono generare eterogeneità nella probabilità di contattare gli animali. Le strategie per gestire questa situazione sono essenzialmente due:

- la stratificazione, che consiste nel condurre

analisi separate per ciascuno strato, per poi combinare i risultati ottenuti nel calcolo di una densità globale. Gli strati possono essere geografici, ambientali, temporali, o ancora legati alla dimensione del gruppo, al comportamento della specie in esame, ecc.;

- l'uso di covariate. In questo modo la funzione di contattabilità,  $g(x)$ , dipenderà oltre che dalle distanze perpendicolari al transetto, anche da alcuni vettori di variabili, che influenzano appunto l'avvistamento. Tali variabili possono essere le condizioni ambientali, l'ora, la dimensione del gruppo, ecc.

Quanto detto fin ora è realizzabile mediante il *software Distance 5.0*, il quale consente appunto di effettuare la stima della funzione di contattabilità,  $g(x)$ , a partire dai dati raccolti, quali:

- l'angolo ( $\theta$ ) tra l'animale (o gruppi di animali) ed il transetto, sfruttando l'azimuth dell'animale e della direzione di percorrenza del transetto, entrambi rilevati mediante una bussola digitale;
- la distanza perpendicolare ( $x$ ), calcolata grazie alla distanza radiale dell'animale (o gruppo di animali) dal transetto ( $r$ ), misurata sul campo mediante un telemetro laser, e all'angolo effettivo ( $\theta$ ) (Figura 4).

Il *distance sampling* risulta essere più efficiente quando vengono contattati numerosi gruppi di piccole dimensioni, piuttosto che pochi, ma costituiti da tanti individui. L'utilizzo della termocamera consente di compensare la perdita di precisione dovuta alla formazione di grandi gruppi in aree aperte, poiché essa fornisce una migliore visibilità e quindi un maggior numero di contatti. Inoltre disponendo di un basso numero di avvistamenti, la stima della funzione di contattabilità diventa critica. Pertanto l'uso di uno strumento che permetta l'individuazione di un maggior numero di animali, si rivela vantaggioso al fine di aumentare l'efficienza della stima. Infatti, a parità di sforzo di campionamento, la termocamera consente di ottenere un maggior indice d'incontro, un numero di contatti maggiore e quindi una più elevata precisione della stima di densità.

La validazione esterna dei risultati ottenuti mediante la metodologia del *distance sampling* notturno fornisce conferme delle numerosità di popolazione così stimate, non rilevando differenze significative tra i valori ottenuti attraverso le due metodologie confrontate.

In definitiva il *distance sampling* notturno può fornire, nella maggior parte dei casi, stime consistenti delle densità delle popolazioni, tuttavia l'applicazione di questa metodologia richiede un'attenta valutazione, finalizzata principalmente alla verifica del rispetto degli assunti alla base di essa.

È importante ricordare che la scelta di un metodo di stima non può prescindere dai costi e dal personale di cui si dispone. La semplicità di

questa metodologia consente di utilizzare anche operatori non professionisti o con poca esperienza, senza compromettere l'esito del campionamento e quindi la determinazione della stima di popolazione. Tuttavia un minimo addestramento è indispensabile nel caso di campionamenti notturni mediante termocamere, poiché l'utilizzo di questa strumentazione richiede esperienza nell'uso dello strumento stesso, ma soprattutto nel riconoscimento degli animali. I costi di realizzazione del *distance sampling* notturno non sono certo trascurabili, considerando il prezzo elevato per l'acquisto e la manutenzione di un visore infrarosso e della strumentazione accessoria (bussola digitale, telemetro laser, GPS). Inoltre è indispensabile un numero minimo di due operatori, per garantire la sicurezza degli stessi trattandosi di campionamenti notturni. Tuttavia va anche valutato che i metodi di stima di popolazione "tradizionali" (CMR) richiedono un notevole sforzo iniziale di cattura e marcatura degli animali, operazione che necessita di personale qualificato. Inoltre, durante le fasi di osservazione, occorrono diversi operatori ed ottiche ad alto ingrandimento, anch'esse assai costose, che consentano la lettura della marche-auricolari degli animali.

I vantaggi del *distance sampling* notturno sono rappresentati dal fatto che la termocamera permette la registrazione di un maggior numero di contatti in ambienti difficili da campionare, come ad esempio quelli di foresta densa, e di conseguenza essa aumenta la precisione delle stime ricavabili. Inoltre il campionamento notturno ha il vantaggio di poter essere realizzato in breve tempo, rispetto ad un CMR.

In conclusione, il *distance sampling* notturno si rivela un metodo efficace in grado di fornire stime affidabili della densità di popolazioni di ungulati in ambiente mediterraneo ed alpino. Vanno inoltre considerati altri possibili aspetti applicativi di questa metodologia, come ad esempio lo sviluppo di modelli spaziali basati su dati ottenuti dal *distance sampling*. Questa strategia può comportare migliorie della stima di popolazione e lo sviluppo di mappe distributive delle varie specie. In sostanza il *distance sampling* si presenta come una tecnica dalle enormi potenzialità ai fini della gestione della fauna selvatica, in particolare degli ungulati. ■