

Stima della densità del cervo tramite pellet-group count

Gli scopi principali dell'esercitazione sono:

1. Introduzione alle strategie di campionamento
2. Applicazione sul campo di una tecnica indiretta di stima della densità (*pellet-group count*)
3. Realizzazione sul campo di un layout sistematico di transetti
4. Raccolta dati sul campo

L'esercitazione prevede:

- una breve introduzione alla tecnica ed alle varianti del pellet-group, dei limiti e delle condizioni di impiego
- un'illustrazione della strategia di campionamento adottata e delle fasi preparatorie
- la traduzione sul campo della strategia di campionamento adottata (GPS, bussola, rotella metrica)
- la raccolta dati (pellet-group, tipologie ambientali)

Materiale necessario:

- cartografia 1:10.000 del settore di campionamento con layout transetti
- bussola, GPS
- rotella metrica
- schede di rilevamento

1. Introduzione alla tecnica

1.1 La tecnica di base

Questa esercitazione consiste nella simulazione dell'applicazione della tecnica del *pellet-group count* (PGC) in un'area campione all'interno del territorio del PNALM, dalla pianificazione della strategia di campionamento alla raccolta e analisi dei dati. La tecnica, seppure suscettibile a diverse fonti di errore e limitata da alcune grossolane approssimazioni, viene comunemente considerata tra quelle più frequentemente utilizzate per stimare la densità delle popolazioni di ungulati poligastri in ambienti caratterizzati da scarsa visibilità e in condizioni di densità attese apprezzabili (Fig. 1).

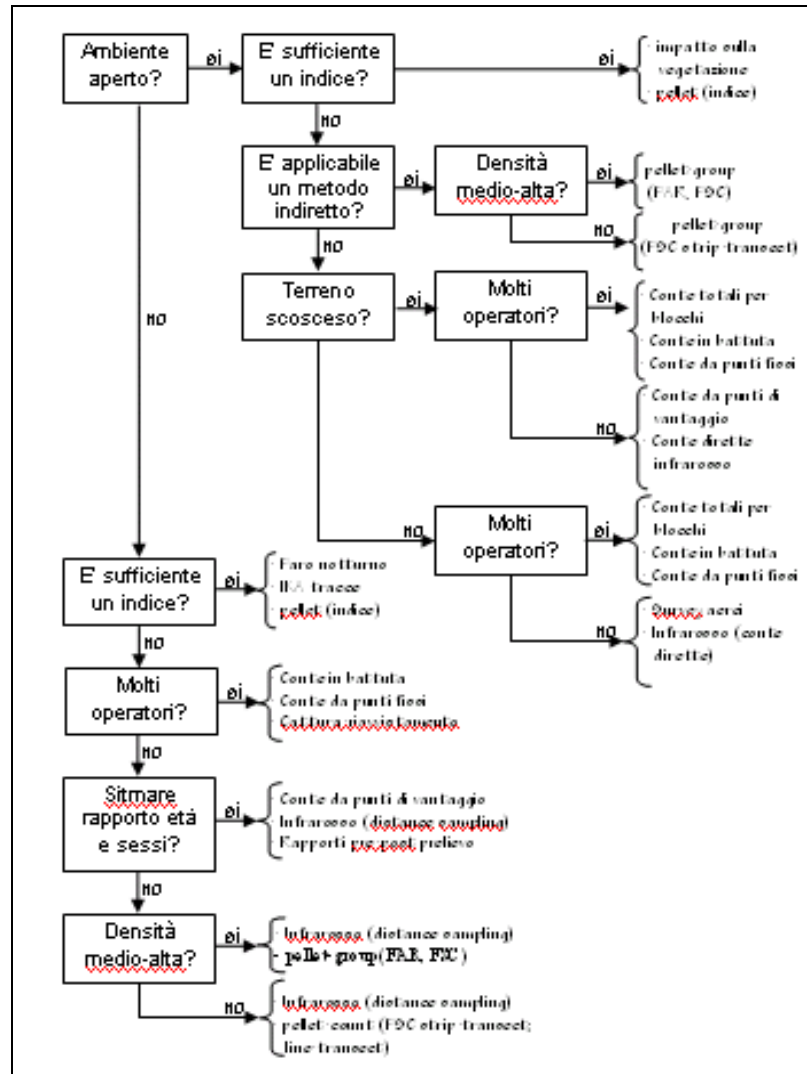


Figura 1. – Metodi e tecniche di stima delle popolazioni di ungulati selvatici e logica del processo di scelta.

La logica su cui la tecnica si basa è piuttosto semplice: effettuando un conteggio dei pellet-groups (defecazioni a grappolo tipiche degli ungulati poligastrici) su *un'area campione*, e conoscendo il numero di pellet-groups prodotti mediamente da un animale in un giorno (*tasso di defecazione*), posso stimare il numero di animali che corrisponde al numero di pellet-groups rilevati sul campo; se la mia area campione è statisticamente rappresentativa di un contesto territoriale più ampio (area di campionamento, o *sampling frame*) allora la conta campionaria (ovvero la densità rilevata all'interno dell'area campione) la posso *estrapolare* all'intero territorio in questione. Oltre al tasso di defecazione nell'applicazione della tecnica è importante anche conoscere la permanenza (longevità) media dei pellet-groups sul terreno (*tempo di decadimento*), valore che, dipendentemente dalla variante della tecnica che viene applicata, può essere utilizzato in termini *indicativi* (per determinare il tempo massimo entro il quale compiere nuovamente i rilevamenti dopo la rimozione dei pellet-groups preesistenti) oppure *quantitativi*, all'interno delle formule per la stima della densità.

I principali limiti del metodo sono rappresentati dall'incertezza delle stime dei parametri di base (tasso di defecazione, tempo di accumulo e/o di decadimento), primo tra tutti il tasso di defecazione: questo, se da una parte è stato oggetto di scarse valutazioni sperimentali, dall'altra difficilmente può rispecchiare l'ampia variabilità attesa tra individui di età e sesso diverso all'interno della popolazione; inoltre, il tasso di defecazione è fortemente soggetto alla qualità ed alla composizione della dieta, rendendo le poche riprove sperimentali condotte

localmente (o in gruppi in cattività) difficilmente esportabili a differenti contesti territoriali ed ecologici.

1.2 Le varianti della tecnica

La due varianti più note della tecnica sono il *FAC* (Fecal Accumulation Count), in cui si esegue una conta dei pellet-groups accumulatisi nelle unità campionarie (plot, transetti lineari o rettangolari) dopo una loro precedente pulitura completa, e l'*FSC* (Fecal Standing Crop) che si basa sulla conta dei pellet-groups rilevati ad una certa data ma che prende quantitativamente in considerazione il loro tasso di decadimento. La scelta tra le due varianti dipende da un insieme di fattori, ed in particolare l'accuratezza richiesta, il tempo e il numero di operatori a disposizione, la densità attesa degli animali.

Il *FAC* necessita della stima di un numero minore di parametri, basandosi essenzialmente sul conteggio dei pellet-groups rilevati nell'area campionaria, sui giorni trascorsi dal rilevamento in cui i pellet-groups preesistenti erano stati eliminati (*tempo di accumulo*), e sul tasso di defecazione:

$$D = \frac{n/a}{TdA * Def} \quad \text{[Formula 1]}$$

dove:

D = densità, ovvero numero di animali per unità di superficie

n = numero totale di pellet-groups rilevati nell'area campionaria

a = estensione totale dell'area campionaria

TdA = *tempo di accumulo*, ovvero numero di giorni in cui i pellet-groups si sono accumulati

Def = *tasso di defecazione*, ovvero numero di pellet-groups prodotti/animale/giorno

Il *FAC* produce risultati generalmente più accurati e risente meno di errori o variazioni nella stima del tasso di decadimento, ma comporta due o più visite sequenziali nelle stesse unità campionarie, una loro pulitura completa alla prima visita, nonché la loro marcatura permanente sul territorio. Per questi motivi è una tecnica piuttosto costosa in termini di tempo e personale ed è piuttosto complessa dal punto di vista logistico; rimane particolarmente indicata per gli studi dove è richiesta un'elevata accuratezza e in condizioni di densità di ungulati medio-alte.

D'altro canto l'*FSC* riduce enormemente lo sforzo di rilevamento sul campo (è possibile anche una sola lettura) e non comporta la marcatura permanente delle unità campionarie sul territorio; del resto, questa variante risente fortemente della stima del tempo di decadimento e della sua variazione in base alle caratteristiche del macro- e micro-habitat:

$$D = \frac{n/a}{Dec * Def} \quad \text{[Formula 2]}$$

dove:

D = densità, ovvero numero di animali per unità di superficie

n = numero totale di pellet-groups rilevati nell'area campionaria

a = estensione totale dell'area campionaria

Dec = *tempo di decadimento*, ovvero numero medio di giorni che un pellet-group impiega per non essere più rilevabile

Def = *tasso di defecazione*, ovvero numero di pellet-groups prodotti/animale/giorno

Una variante semplificata dello *FSC*, spesso applicata su ampio raggio, prevede la lettura dei pellet-groups sul territorio a fine inverno - inizio primavera (dopo lo scioglimento

della neve e prima della ricrescita vegetazionale), considerando il tempo di accumulo (ovvero i giorni totali in cui gli animali hanno depositato i pellet) come il periodo trascorso dall'ultima caduta delle foglie dell'autunno precedente al momento del rilevamento sul campo. Questa variante elimina la necessità di ricorrere alla stima del tempo di decadimento, ma assume che tutti i pellet-groups rilevati siano successivi alla caduta delle foglie e che nessuno di essi si sia deteriorato prima del momento della lettura delle unità campionarie. Questa variante dell'FSC fa riferimento alla Formula 1 per la stima della densità. In questa esercitazione si simulerà l'applicazione di questa variante dello FSC, assumendo del tutto arbitrariamente un periodo di accumulo di 60 giorni; ovviamente, in funzione di questa scelta, i risultati che si otterranno saranno puramente indicativi e non avranno alcun significato ai fini di una reale stima della popolazione.

Senza prevedere la traduzione in termini di densità assoluta, e quindi prescindendo dalla stima del tasso di defecazione e dei tempi di accumulo e/o di decadimento, il conteggio dei pellet-groups può anche essere utilizzato per la definizione di un indice di abbondanza relativa (es. numero pellet-groups/ha o /km di transetto) (cfr. Fig. 1). Inoltre, lo stesso indice può essere utilizzato come misura dell'intensità di uso di determinate categorie dell'habitat e fornire quindi indicazioni quantitative per la stima e sviluppo di relazioni specie-habitat. In questi casi, sebbene sia ridotto l'errore dovuto all'incertezza ed alla variabilità dei parametri che non vengono contemplati quali il tasso di defecazione e i tempi di accumulo e/o di decadimento, permangono tuttavia seri limiti dovuti all'assenza di informazioni sulla relazione che lega l'indice all'andamento reale della popolazione (di densità relativa) ed alla bontà dell'indice come misura di affinità ambientale (indice di uso dell'habitat).

2. Strategia di campionamento

2.1 Premessa

Il metodo del PGC si applica solitamente a livello di un insieme di unità campionarie che, nel loro insieme, sono considerate rappresentative di un più ampio contesto territoriale. A tal fine, le unità campionarie devono essere selezionate all'interno dell'area di interesse (in termini statistici, il *contesto di campionamento*) secondo criteri probabilistici (es., *campionamento casuale*): solo secondo un approccio di campionamento statisticamente valido infatti è possibile estrapolare una stima condotta su un'area campionaria al più ampio contesto di riferimento. Solitamente, maggiore è il numero delle unità campionarie, maggiore è la precisione della stima finale. Ovviamente, un più alto numero di unità campionarie comporta un maggior numero di operatori o tempi più lunghi di rilevamento, aumentando considerevolmente i costi dell'operazione; inoltre, una individuazione del tutto casuale delle unità campionarie potrebbe tradursi in lunghi tempi di spostamento da una unità campionaria all'altra e quindi in una scarsa efficienza di campionamento. Per questo motivo, al fine dell'applicazione della tecnica, viene spesso impiegato un disegno di *campionamento sistematico* nel quale i tempi di spostamento tra transetti possono essere ottimizzati; in questo disegno, la componente casuale è espressa dalla selezione *randomizzata* della prima unità campionaria, dalla quale si procede quindi a campionare sistematicamente secondo intervalli di k -unità, dove K rappresenta il rapporto tra il numero totale di unità campionarie (N) e il numero di esse che si riuscirà a campionare (n). Ad esempio, se nell'area di interesse sono contenute 500 unità campionarie, ed in base ad uno sforzo di campionamento sostenibile si riuscirà a compiere rilevamenti su 50 di esse, l'intervallo k di campionamento sistematico è dato da $500/50 = 10$; selezionando un numero casuale tra 1 e 500 per definire l'unità di campionamento di partenza, il rilevamento avverrà quindi sistematicamente ogni 10 unità campionarie.

Secondo diversi disegni di campionamento, le unità campionarie possono essere allocate sull'intera area di interesse o indipendentemente all'interno di *strati* di campionamento in cui questa è viene preliminarmente suddivisa. Il ricorso agli *strati*, che solitamente vengono fatti coincidere con differenti categorie vegetazionali o ambientali o, ancora meglio, con aree che si differenziano nei valori di densità attesa della popolazione, ha lo scopo di ridurre la varianza della stima finale.

Un grande sforzo di ricerca è stato nel rivolto in passato alla definizione della forma e della dimensione di una unità campionaria che risultasse particolarmente adeguata al metodo del PGC, ovvero che garantisse la maggiore precisione delle stime finali. Mentre plot circolari di dimensioni ridotte sembrano essere particolarmente indicati in condizioni di densità di popolazione medio-elevata, molti sono i fattori che concorrono a determinare la funzionalità di una data unità campionaria, tra i quali la vegetazione, la topografia, la pendenza, il numero degli operatori, la densità del gruppi di pellet a terra, etc. In particolare, dipendentemente dalla densità e dalla dispersione della popolazione, un elevato numero di unità campionarie 'a conta zero', ovvero con un numero nullo di pellet-groups, tende a fare aumentare notevolmente la varianza delle stime finali; è per questo motivo che, in presenza di popolazioni a densità medio-basse, sono preferibili transesti rettangolari, generalmente stretti ma molto lunghi (i.e., $\geq 500 - 1000$ m). Questi stessi transesti, del resto, sono maggiormente prони ad errori di assegnazione, ovvero relativi al conteggio di quei pellet-groups che cadono lungo il confine dell'unità campionaria.

2.2 Strategia di campionamento adottata nell'esercitazione

Al fine di questa esercitazione viene considerata un'area totale di 4 km² e, date le dimensioni ridotte e l'uniformità ambientale, non si considera una sua ulteriore suddivisione in strati di campionamento. Vengono considerate inoltre unità campionarie di forma rettangolare (500 x 2 metri), dislocate sul territorio lungo l'asse longitudinale (Est-Ovest) e in riferimento alla griglia UTM delle mappe dell'IGM. L'asse centrale del transetto viene fatto quindi coincidere con una linea immaginaria Est-Ovest di lunghezza di 500 m, con transesti paralleli in senso latitudinale e distanziati tra loro di 125 m (Fig. 2). In totale, quindi, l'area di interesse consiste in 70 transesti rettangolari all'interno dei quali procedere con un campionamento sistematico.

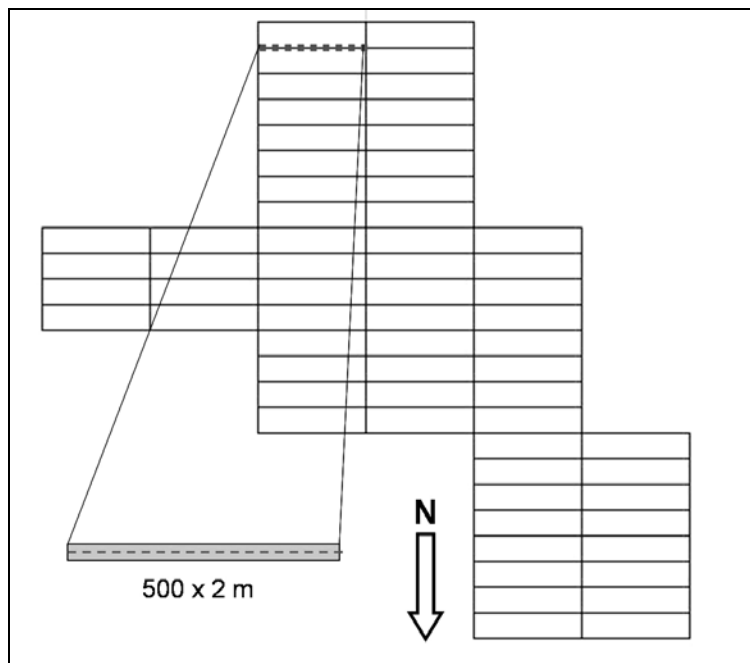


Figura 2. – Layout dei transesti nel settore di applicazione (400 ha) dell'esercitazione del pellet-group count. I transesti (500 x 2 m) sono singolarmente numerati da 1 a 70 ai fini della loro selezione, ed è previsto il campionamento di 2 transesti per squadra per un totale di 12 transesti ($N = 70$, $n = 12$, $k = 6$; vedi testo)

Dal momento che l'esercitazione si svolgerà in 6 gruppi, e che ciascun gruppo sarà in grado di campionare nella mattinata un minimo di 2 transesti, in totale si riuscirà a campionare 12 unità campionarie; quindi, in base a quanto illustrato sopra (vedi § 2.1), $N = 70$, $n = 12$, e $k = 70/12 = 5.8$, che può essere arrotondato a 6. Ora, si procederà nel modo seguente:

1. numerare individualmente e sequenzialmente tutti i transetti da 1 a 70
2. selezionare un numero casuale tra 1 e 70 (formula Excel: [=CASUALE()*(b-a)+a]); il numero restituisce la prima unità campionaria (transetto) selezionata
3. da questa procedere secondo la numerazione sequenziale, selezionando ciascuna k -esima unità campionaria, dove $k = 70/12 = 5.8 (\approx 6)$;
4. in modo da minimizzare i tempi di spostamento tra unità campionarie, visualizzare le 12 selezionate sulla mappa ed assegnarle a coppie a ciascuna squadra in base alla loro prossimità territoriale

Bisogna notare che, se ciascun transetto (500 x 2 m) ha una superficie di 1000 m² (0.1 ha), l'intera area di campionamento (400 ha) comprende 4000 transetti possibili (U, vedi sotto) ed il nostro campionamento ($n = 12$, per un totale di 1.2 ha) corrisponde al 0.3% di tutta l'area campionabile ($1.2/400\text{ha} \times 100$).

3. Raccolta dati

La raccolta dati è organizzata in gruppi di circa 8 partecipanti ciascuno, ai quali vengono assegnati 2-3 transetti precedentemente selezionati. Si prevede per ciascuna squadra la lettura di almeno 2 transetti, mentre il terzo transetto verrà letto solo nel caso sia rimasto tempo a disposizione. Fasi e procedure della raccolta dati sono le seguenti:

1. Recarsi sul punto di inizio del transetto e confermare la localizzazione tramite GPS; individuare quindi la direzione di percorrenza (da Est verso Ovest, ovvero 270° N) tramite bussola ed utilizzarla per orientare il percorso lungo il quale verrà srotolata la rotella metrica a terra (la cui estremità libera verrà assicurata sul punto di inizio del transetto). La lettura del transetto di 500 x 2 m viene calibrata secondo intervalli successivi di 10 m ciascuno: all'inizio di ciascun intervallo registrare nuovamente la direzione con la bussola per guidare un altro operatore nello svolgere la rotella metrica.
2. Durante la lettura del transetto, per ciascun intervallo di 10 m, due operatori proseguono lentamente nelle due strisce a destra e sinistra della linea centrale, marcata dal nastro della rotella metrica, osservando e cercando scrupolosamente nella vegetazione a terra una zona di 1 m di larghezza. Può essere utile utilizzare un bastoncino della lunghezza di 1 m la cui estremità interna al transetto è posta sulla linea centrale e la cui estremità esterna indica l'ampiezza massima della striscia entro cui cercare i pellet-groups. Ai fini di facilitare l'esercitazione, i transetti sono stati collocati in una zona di territorio considerata particolarmente agibile agli operatori (rappresenta quindi un chiaro esempio di selezione opportunistica dell'area campione!); nonostante ciò la linea di transetto potrebbe attraversare zone con dense aggregazioni vegetazionali o topografia particolarmente accidentata: in questi casi è importante fare il massimo sforzo affinché queste porzioni di transetto vengano campionate lo stesso al fine di minimizzare eventuali vizi di campionamento.
3. Il totale dei pellet-groups rilevati in ciascun intervallo di transetto di 10 m viene riportato su apposita scheda; per ciascun transetto di 500 m, tali valori verranno quindi sommati per tutti gli intervalli di 10 m in esso contenuti (vedi scheda sotto).
4. E' critica la definizione a priori di cosa si intende per **pellet-group** e di alcuni criteri di conteggio:
 - (a) ai fini della presente esercitazione, un pellet-group viene considerato in insieme coeso di almeno 6 singoli pellet (vengono quindi esclusi pellet singoli o gruppi con ≤ 5 pellets);
 - (b) occasionalmente, quelli che appaiono singoli pellet o gruppi di dimensioni minori possono in realtà essere parte di pellet-groups a forma di strisciata, depositati mentre l'animale si stava spostando; per questi ed altri pellet-groups, che possono essere localizzati lungo la linea esterna di confine del transetto,

- l'assegnazione o meno del pellet al transetto avviene sulla base della localizzazione del centroide del gruppo, stimato ad occhio;
- (c) per i gruppi il cui centroide appare localizzato *esattamente* lungo la linea esterna, si applica la regola dell'alternanza per cui tali gruppi vengono alternativamente inclusi oppure esclusi nel transetto.



Pellet groups di cervo (*Cervus elaphus*)



Pellet groups di capriolo (*Capreolus capreolus*)

Esercitazione_5: CONTEGGIO DEI PELLET-GROUPS

[Tempo di trasferimento dal transetto precedente (min.): _____]

Squadra: _____ Transetto n. _____ Data: ____ / ____ / _____ Punto d'inizio: X _____ Y _____

Direzione Nord: _____ Lettura completa (500 m): ☐ si ☐ no effettiva (m) _____

Ora (hh:mm) di inizio ____ : ____ Ora di fine ____ : ____ Pellet-groups totali: _____

Riportare di seguito il numero dei pellet-groups rilevati in ciascun segmento successivo di 10 m. Barrare la casella nel caso la lettura del segmento venga omessa:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	

Note: _____

Esercitazione_5: CONTEGGIO DEI PELLET-GROUPS

Squadra: _____ Transetto n. _____ Data: ____ / ____ / _____ Punto d'inizio: X _____ Y _____

Direzione Nord: _____ Lettura completa (500 m): ☐ si ☐ no effettiva (m) _____

Ora (hh:mm) di inizio ____ : ____ Ora di fine ____ : ____ Pellet-groups totali: _____

Riportare di seguito il numero dei pellet-groups rilevati in ciascun segmento successivo di 10 m. Barrare la casella nel caso la lettura del segmento venga omessa:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	

Note: _____
