

# METODI QUANTITATIVI PER LA GESTIONE DELLA FAUNA SELVATICA IN PROVINCIA DI SONDRIO

Gatto M., Paris G., Ranci Ortigosa G., Scherini G.\*

Dipartimento di Elettronica e Informazione, Politecnico di Milano, Via Ponzio 34/5, 20133 Milano

\* Ecostudio Lombardia – Sondrio

**Riassunto** - La presenza e la distribuzione della fauna selvatica nelle Alpi sono influenzate fortemente dall'attività venatoria e dall'utilizzo del territorio ad opera dell'uomo. In tale contesto, una gestione consapevole della fauna selvatica deve basarsi sull'utilizzo di metodologie quantitative che garantiscano la riproducibilità e la trasparenza del processo decisionale. Il fine è quello sia di formulare piani di abbattimento razionali ed elaborare strategie di conservazione delle popolazioni, in particolare di quelle minacciate, sia di individuare aree adatte alla reintroduzione delle specie estinte e di determinare il numero di soggetti da reintrodurre. Tra le metodologie più utilizzate spiccano i modelli di valutazione ambientale e le analisi di dinamica di popolazione. Lo scopo della presente ricerca è valutare l'applicabilità di queste metodologie alla realtà del territorio alpino della Provincia di Sondrio. L'indagine si sviluppa in due sezioni: nella prima, due differenti modelli di valutazione faunistica per il Camoscio (*Rupicapra rupicapra*) sono applicati al comprensorio alpino della Val Chiavenna mediante l'utilizzo di un GIS, confrontando ed analizzando criticamente i risultati ottenuti; nella seconda sezione due modelli demografici, uno per il Camoscio ed uno per il Gallo Forcello (*Tetrao tetrix*), sono applicati ad alcune popolazioni della provincia di Sondrio. Vengono infine illustrati differenti scenari di simulazione, ottenuti considerando diverse strategie di prelievo venatorio.

**Abstract** - **Quantitative methods for wildlife management in the Province of Sondrio (Italy).** Wildlife presence and distribution in the Alps are strongly influenced by human activities. There is a need to develop quantitative tools, based on scientific knowledge, to support consistent management policies of natural populations. Quantitative techniques such as HSI (Habitat Suitability Indices) and PVA (Population Viability Analysis) have been extensively used in wildlife management. The aim of the present research is to apply these tools to the area of Provincia di Sondrio. The study is divided in two different parts: in the first part, we have applied, by means of a GIS, two different habitat suitability models for Chamois (*Rupicapra rupicapra*) to the Val Chiavenna alpine district. Results have been compared and analyzed. In the second one, two demographic models – one for Chamois and one for Black Grouse (*Tetrao tetrix*) – have been applied to several populations established in Provincia di Sondrio. Scenarios originating from different hunting policies have also been outlined for the Black Grouse case-study.

J. Mt. Ecol., 7 (Suppl.): 17 - 26

## 1. Introduzione

Nelle aree alpine i cambiamenti nell'uso del suolo e l'incremento del turismo provocano sensibili variazioni nella distribuzione della fauna selvatica, rendendo gli habitat maggiormente frammentati e meno adatti alle diverse specie (Dobson, 1995). L'utilizzo del territorio, unitamente all'attività venatoria, influenza quindi notevolmente l'abbondanza e la distribuzione della fauna selvatica. In questo senso, nell'arco alpino centrale, la provincia di Sondrio, oggetto di questo contributo, rappresenta un caso emblematico. Il territorio provinciale (3212 km<sup>2</sup>) è prevalentemente montano, dato che il 70% si colloca ad una quota superiore ai 1500 m s.l.m.. Proprio in relazione alle caratteristiche spiccatamente alpine, la pressione turistica è elevata: su 177.298 abitanti (dati ISTAT 1997) sono 105.257 i posti letto disponibili nelle varie strutture ricettive. Tra queste si contano 56 rifugi alpini in cui sono concen-

trati 2.659 posti letto, il 56% dei posti letto in rifugio dell'intera regione Lombardia (dati ISTAT 1996). Il numero di cacciatori è in forte diminuzione: da 4.771 licenze nel 1978 si è giunti a 2.749 nel 1997.

I pochi dati citati sono sufficienti per comprendere come le decisioni di politica venatoria in Provincia di Sondrio costituiscano un tipico esempio di problema gestionale in cui si debbano considerare obiettivi diversi e tra loro contrastanti. Se da un lato si vorrebbe ottenere un prelievo soddisfacente e relativamente costante nel tempo, dall'altro si deve garantire la capacità riproduttiva delle specie cacciate, quindi la conservazione di popolazioni che svolgono un ruolo importante per l'equilibrio degli ecosistemi e che hanno anche un alto valore naturalistico, turistico e ricreativo. In tale contesto, un'attenta gestione della fauna alpina deve, oltre a formulare razionali piani di abbattimento, anche elaborare strategie di con-

servazione che garantiscano la sopravvivenza delle popolazioni, ad esempio tutelando particolari habitat, regolando l'utilizzo antropico del territorio ed, eventualmente, individuando nuove aree adatte alla reintroduzione di specie autoctone non più presenti.

Per affrontare questi problemi è utile ricorrere a metodologie quantitative che garantiscano la riproducibilità e la trasparenza del processo decisionale. In particolare, i modelli matematici sono in grado di individuare e sintetizzare le proprietà comuni ad una moltitudine di singoli casi e di esprimerle in un linguaggio simbolico accessibile ai diversi studiosi (Begon *et al.*, 1986). Bisogna ovviamente sempre tenere conto che i modelli possono aiutare a fare luce sul mondo reale ma non sono la realtà, anzi ogni modello ne descrive approssimativamente solo alcuni aspetti.

Tra le metodologie quantitative più utilizzate nella gestione della fauna selvatica e del territorio le due categorie più importanti sono i modelli di valutazione ambientale e i modelli di dinamica di popolazione.

I modelli di valutazione ambientale (MVA o HSI-Habitat Suitability Indices) mettono in relazione la presenza e l'abbondanza di una specie con le caratteristiche dell'habitat (Morrison *et al.*, 1992). Le variabili che caratterizzano l'habitat adatto ad una specie riguardano tutti quei fattori morfologici, vegetazionali, climatici, trofici, antropici, che determinano, o influenzano, la disponibilità di cibo e di ripari, la possibilità di riprodursi, la qualità dell'ambiente, l'interazione con altre specie, il disturbo causato dall'uomo. La potenziale presenza e abbondanza della specie è espressa dagli indici di vocazionalità, tipicamente in termini di densità potenziale. I risultati di un modello di valutazione faunistica vengono sintetizzati nella carta di vocazionalità faunistica che dà un'indicazione dell'attitudine di un territorio ad ospitare le diverse specie (Spagnesi & Toso, 1990).

La dinamica di una popolazione viene invece studiata attraverso lo sviluppo di modelli demografici, che descrivono i principali processi che regolano la consistenza di una popolazione (natalità, mortalità, emigrazione ed immigrazione). Questi modelli possono essere utilizzati per simulare la dinamica di una popolazione soggetta a prelievo ipotizzando diverse strategie di caccia e per cercare la strategia ottimale, cioè quella che meglio soddisfa i diversi obiettivi considerati (di tipo economico, sociale, ecologico).

Obiettivo del presente contributo è mostrare

come l'applicazione di queste metodologie quantitative alla realtà della Provincia di Sondrio possa fornire valide indicazioni per la gestione della fauna selvatica. In particolare vengono qui considerate due specie alpine presenti in questo territorio: il Gallo Forcello (*Tetrao tetrix*) e il Camoscio (*Rupicapra rupicapra*). Nella prima parte della relazione viene illustrata l'applicazione di due modelli di valutazione ambientale esistenti in letteratura per il Camoscio ad un'area della provincia di Sondrio (Val Chiavenna). Sono, quindi, evidenziate le potenzialità e le limitazioni dell'utilizzo di tali modelli nel contesto del territorio di Sondrio. Nella seconda parte vengono invece illustrati due modelli demografici: uno per il Camoscio e uno per il Gallo Forcello. Quest'ultimo è anche utilizzato per valutare e confrontare diverse possibili politiche di prelievo venatorio.

## 2. Il modello di valutazione ambientale del Camoscio in Val Chiavenna

Due modelli di valutazione ambientale esistenti in letteratura per il Camoscio (Felettig, 1976; Tosi & Pedrotti, 1996) sono stati applicati al comprensorio alpino di Chiavenna. Questa applicazione è stata portata a termine utilizzando il programma VVF - Valutazione della Vocazionalità Faunistica (Ranci Ortigosa *et al.*, 1997), un software specificamente sviluppato per la gestione di modelli di valutazione ambientale e la produzione di carte di vocazionalità faunistica e che interagisce con il GIS (Geographical Information System) Grassland (L.A.S., 1996). Nella costruzione di tali carte un Sistema Informativo Geografico si rivela particolarmente utile in quanto può fornire interattivamente le informazioni ambientali necessarie, elaborare queste informazioni attraverso operazioni topologiche, geometriche e logiche, e visualizzare le carte di vocazionalità così prodotte (Ormsby & Lunetta, 1987; Agee *et al.*, 1989; Roseberry *et al.*, 1994).

Per entrambi i modelli utilizzati nell'applicazione si sono considerate le seguenti variabili ambientali: altitudine, esposizione, pendenza e copertura vegetazionale. Si sono invece trascurate le variabili presenti nei modelli originali che descrivono lo sviluppo superficiale e il grado di rocciosità. Il modello di Felettig (1976) include anche una variabile che esprime la tranquillità della zona considerata. Nella nostra applicazione questa variabile è stata inserita associando il disturbo recato alla specie con la presenza di aree edificate, di strade e di aree sciistiche. Tale disturbo è stato supposto

agire in maniera decrescente all'aumentare della distanza dalle fonti di disturbo.

La tab. 1 illustra il modello di Tosi e Pedrotti (1996) per la determinazione delle aree di estivazione del Camoscio semplificato per la nostra applicazione. A ciascun possibile valore di ogni variabile ambientale viene attribuito un punteggio P di vocazionalità parziale. I punteggi parziali vengono poi sommati per dare il valore complessivo di vocazionalità (HSI). Ad ogni valore dell'HSI è associato poi un valore di densità che potenzialmente l'area può sostenere. Ad esempio, un'area caratterizzata da altitudine pari a 1800 metri s.l.m., esposizione ad est, pendenza di 15° e copertura vegetazionale a mugheto ha un indice di vocazionalità pari a 44, ottenuto sommando i vari punteggi per le singole variabili (17+8+5+14). La densità potenziale di camosci in quest'area risulta essere di 6 capi/100 ha.

La cartografia utilizzata per l'applicazione dei due modelli al comprensorio di Chiavenna è stata la seguente:

- modello altimetrico del terreno (DEM), carta dell'esposizione dei versanti e carta delle pendenze con risoluzione 50 metri;
- carta delle tipologie fisionomico-vegetazionali, scala 1:10.000;
- carta delle aree edificate, delle strade e degli impianti sciistici, scala 1:10.000.

Le due carte di vocazionalità prodotte (Fig. 1) sono state riclassificate in tre classi di vocazionalità (non adatto, adatto, buono) per facilitarne il confronto. Si osserva che le due mappe risultano nel complesso simili. La classificazione

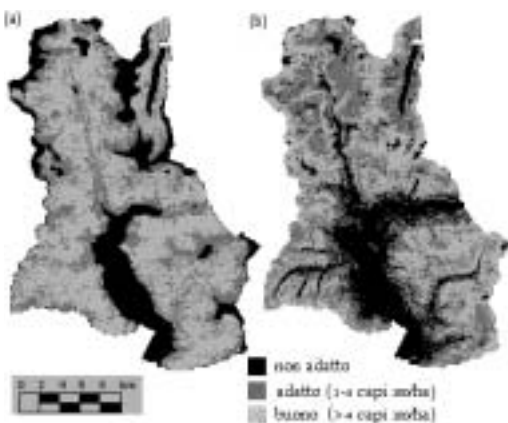


Fig. 1 – Carte di vocazionalità faunistica del comprensorio alpino di Chiavenna per il Camoscio (*Rupicapra rupicapra*) secondo i modelli di valutazione ambientale (a) di Felettig (1976) e (b) di Pedrotti e Tosi (1996).

Tab. 1 - Modello di valutazione ambientale per le zone di estivazione del Camoscio (*Rupicapra rupicapra*) (modificato rispetto a Pedrotti & Tosi, 1996).

ELEMENTI DI VALUTAZIONE:	Punteggio P
<b>1. ALTITUDINE (in metri s.l.m.):</b>	
< 500	1
500-900	3
900-1250	7
1250-1500	10
1500-1750	20
1750-2000	17
>2000	14
<b>2. ESPOSIZIONE:</b>	
NO, N, NE	7
E, O	8
SE, SO	6
S	5
<b>3. PENDENZA (in gradi):</b>	
0°-10°	2
11°-20°	5
21°-45°	7
46°-55°	11
56°-90°	20
<b>4. VEGETAZIONE:</b>	
vegetazione rupestre e roccia nuda	18
macereto	16
prateria discontinua	20
prateria continua	17
mughete	14
ontaneti	16
arbusteti (escluse mughete ed ontaneti)	7
pascolo alberato	14
pascolo in bosco	12
prati e prati-pascoli	4
boschi di conifere con abete rosso e larice	11
faggete	8
pinete a pino nero	4
bosco di carpino e ornio (ornio-ostrieto)	6
bosco di roverella e leccio	2
boschi di castagno	4
paludi, aree antropiche, coltivi	0

HSI = Paltitudine+ Pesposizione+ Ppendenza + Pvegetazione

HSI	Densità di camosci (n°capi/100 ha)
0-25	0
26-30	1
31-35	2
36-40	4
41-45	6
46-50	8
51-55	10
56-60	12
>60	15

ne differente di alcune zone è dovuta principalmente alla diversità dei modelli nell'attribuzione dei punteggi alla copertura vegetazionale.

Associando ad ogni classe di vocazionalità la corrispondente densità potenziale di animali, si è stimata la dimensione della popolazione di camosci che la Val Chiavenna può potenzialmente sostenere. La stima della consistenza secondo i due modelli è molto simile e si aggira attorno ai 1950 capi (1927 capi secondo il modello di Felettig e 1983 capi secondo quello di Pedrotti e Tosi), un valore quindi molto maggiore della popolazione attuale (stimata in 598 camosci nel 1997 dal Servizio Faunistico provinciale).

Oltre alla produzione di carte di vocazionalità faunistica, i modelli di valutazione ambientale possono anche essere utilizzati per valutare l'impatto che la costruzione di un manufatto o un intervento sul territorio potrà avere su una determinata specie. Ad esempio, nelle aree alpine si può valutare come la costruzione di un nuovo impianto di risalita modifica la vocazionalità di un'area per una specie. Il disturbo causato dall'impianto può essere quantificato supponendo che agisca in modo decrescente man mano che ci si allontani dall'impianto e che il suo effetto sia trascurabile ad una certa distanza. Ovviamente per poter determinare questa distanza e per capire come il disturbo agisca sulla biologia della fauna selvatica occorre una conoscenza approfondita delle specie, acquisibile solo attraverso studi specifici sul campo.

L'applicazione ad un territorio di modelli di valutazione ambientale esistenti mediante un GIS non è quasi mai un'operazione semplice. Spesso i modelli vanno modificati per adattarli alla specifica situazione geografica studiata e alla disponibilità dei dati. Inoltre può essere necessario variare il modello per testarne la sensibilità ai diversi parametri: nel caso dell'impianto di risalita e delle relative piste di discesa, ad esempio, si può studiare come cambia la vocazionalità dell'area al variare della distanza fino a cui il disturbo è supposto agire e dell'intensità dello stesso. Il programma VVF, caratterizzato da estrema flessibilità e da facilità d'uso, permette proprio di compiere queste operazioni e funge, quindi, da reale strumento di supporto alle decisioni per chi concretamente opera sul territorio.

L'applicazione illustrata evidenzia che i modelli di valutazione ambientale sono utili per rappresentare in una forma semplice e comprensibile i principali fattori che influenzano la presenza e l'abbondanza di una specie in un'area. Essi

vanno quindi visti come ipotesi della relazione tra una specie e l'habitat in cui essa vive, e non come previsioni attendibili della risposta di una specie all'ambiente in cui si trova (Morrison *et al.*, 1992). Il loro valore consiste nel documentare una procedura ripetibile di valutazione di un habitat che può essere utilizzata per stimare l'impatto di nuovi progetti di infrastrutture e per confrontare l'effetto di diverse politiche di gestione o di pianificazione. I modelli di valutazione ambientale non possono quindi in nessun modo sostituire il rilevamento di dati faunistici di base da condursi sul territorio.

### 3. I modelli demografici del Camoscio e del Gallo Forcello

#### 3.1. Il Camoscio

Sono state analizzate serie di dati pluriennali di censimenti e di abbattimenti, suddivisi per sesso e classe d'età, raccolti nel periodo dal 1991 al 1997 in tutta la provincia. I censimenti sono stati effettuati da cacciatori e agenti di vigilanza della provincia di Sondrio ed i dati ci sono stati forniti nell'ambito di una convenzione di ricerca stipulata dal Politecnico di Milano con l'Amministrazione Provinciale di Sondrio. I censimenti sono stati condotti suddividendo il territorio in 20 settori, ma solo per 17 è stato possibile ottenere serie di dati pluriennali complete. I confini dei settori di censimento sono amministrativi e pertanto non sempre individuano popolazioni isolate o comunque in scarso contatto tra loro. Nel 1997 la consistenza del Camoscio in tutto il territorio della provincia (fatta eccezione per le due Aziende Faunistiche di Valbelviso-Barbellino e Val Bondone-Val Malgina) è stata stimata in circa 5900 capi, contro i 3800 del 1994 e i 2800 del 1981 (Scherini, 1984 e 1994). La specie sembra pertanto in crescita, come confermato dai tassi finiti di crescita medi calcolati nel periodo tra il 1991 ed il 1997, tassi che sono risultati superiori a 1 in 15 settori su 17 (Tab. 2).

A questi dati è stato applicato un modello demografico sviluppato per la popolazione di camosci dell'Azienda Faunistica Valbelviso - Barbellino (Capurro, 1991; Capurro *et al.*, 1997). Questa popolazione è tra quelle dell'intero territorio lombardo per cui si dispone di dati demografici di miglior qualità e attendibilità. E' pertanto interessante applicare il modello su altre popolazioni per vedere quanto queste siano conformi al modello calibrato sulla popolazione di Valbelviso. Il modello, in sintesi,

aveva evidenziato che la mortalità era dipendente dal sesso e dalla densità totale con un ritardo di due anni, mentre non erano state trovate correlazioni significative tra variabili demografiche e fattori ambientali quali la copertura nevosa. Per la mortalità dei capretti in particolare, era stata evidenziata dipendenza sia dalla densità dei capretti nati nello stesso anno sia dalla densità totale osservata due anni prima. La fertilità era invece risultata indipendente dalla densità. Dall'analisi dei dati demografici era inoltre emersa una relazione lineare fortemente significativa tra il numero di capretti femmine e il numero di femmine adulte. Il modello demografico era stato quindi utilizzato per effettuare simulazioni della dinamica di popolazione utilizzando differenti politiche di abbattimento (Capurro, 1991).

La relazione tra il numero di capretti e il numero di femmine adulte calcolata sul set di dati completo della provincia di Sondrio è in perfetto accordo con quella osservata in Valbelviso ed è altamente significativa ( $R^2 = 0.98$ ,  $p < 0.0001$ ) (Fig. 2). La fertilità del Camoscio sembra pertanto essere indipendente dalla densità e costante in tutto il territorio provinciale. I tassi di mortalità calcolati in tutti i settori per sesso e gruppi di età sono mediamente diversi da quelli osservati in Valbelviso e variano sen-

sibilmente da un settore all'altro (Tab. 2). Questo si osserva anche per settori di censimento che sono geograficamente adiacenti. In questi casi le ampie differenze osservate possono essere spiegate dal passaggio di capi da un settore a quello vicino, passaggio possibile quando il confine tra settori non corrisponde ad una barriera geografica per la specie, ma potrebbero verosimilmente indicare errori di conteggio o di attribuzione dell'età durante i censimenti.

L'influenza della densità totale sul tasso finito di crescita, chiaramente osservata nei camosci della Valbelviso, si osserva solamente su 2 dei 17 settori e non sembra quindi essere un fattore di controllo demografico per le popolazioni analizzate perlomeno alle densità registrate. È stato invece osservato in 5 settori un effetto significativo della densità dei capretti sul tasso di mortalità dei capretti stessi. Questa dipendenza, oltre a essere evidente anche in Valbelviso, è stata osservata anche per una popolazione di camosci del gruppo del Brenta (Rosà *et al.*, 1997).

Su alcuni settori della Provincia di Sondrio sembra pertanto possibile applicare il modello demografico sviluppato per la Valbelviso per analizzare diverse politiche di abbattimento.

**Tab. 2** - Confronto del tasso finito di crescita e dei tassi finiti di mortalità del Camoscio tra la popolazione di Valbelviso – Barbellino e le altre popolazioni della provincia di Sondrio. In grassetto sono riportati i tassi di crescita maggiori di uno.

Settori	Tasso finito di crescita	Popolazione totale	Tassi di mortalità		Capretti
			Maschi di 1 o più anni	Femmine di 1 o più anni	
Valbelviso – Barbellino	0.990	0.196	0.091	0.052	0.580
SO 1u	0.959	0.213	0.240	0.131	0.324
SO 1v	<b>1.035</b>	0.104	0.158	0.039	0.287
SO 1z	<b>1.171</b>	0.014	0.102	-0.080	0.272
SO 2u	<b>1.478</b>	-0.192	0.066	-0.289	-0.278
SO 2v	<b>1.104</b>	0.032	0.258	0.059	-0.288
SO 2z	0.933	0.194	0.200	0.148	0.350
SO 3p	<b>1.140</b>	0.062	0.064	0.024	0.261
SO 3q	<b>1.102</b>	0.050	0.095	-0.010	0.387
SO 3r	<b>1.238</b>	-0.099	0.152	-0.056	-0.573
SO 3s	<b>1.199</b>	0.008	0.190	0.004	-0.207
SO 3t	<b>1.153</b>	-0.031	0.102	-0.051	0.217
SO 3u	<b>1.492</b>	-0.486	-0.257	-0.853	-0.488
SO 3v	<b>1.269</b>	-0.003	0.029	-0.119	0.315
SO 3z	<b>1.457</b>	-0.265	0.007	-0.264	-0.681
SO 4v	<b>1.166</b>	0.075	0.066	0.071	0.265
SO 4z	<b>1.370</b>	-0.358	-0.104	-0.222	-0.718
SO 5t	<b>1.193</b>	-0.161	0.163	-0.220	-4.646

### 3.2. Il Gallo Forcello

Il Gallo Forcello o Fagiano di monte, è una specie presente su tutto l'arco alpino e soggetta a prelievo venatorio. Questa specie risulta di notevole importanza in quanto rappresenta un valido indicatore ecologico del livello di degrado dell'ambiente alpino: essa è, infatti, particolarmente sensibile alle alterazioni dell'ambiente causate dall'abbandono della montagna e delle relative pratiche colturali (Gallinaro, 1997), al disturbo antropico, alla pressione turistica, alla costruzione di strade, di linee elettriche e di impianti sciistici. Questi ultimi, in particolare, sono causa di perdita e frammentazione degli habitat, nonché di una rilevante mortalità da impatto contro funi metalliche (Miquet, 1990; Bevanger, 1995). È interessante notare come anche attività credute a basso impatto quali lo sci alpino e fuoripista, siano in realtà notevoli fonti di disturbo per la specie (Aa. Vv., 1985; Lorch, 1995; BUWAL, 1996). Per le caratteristiche biologiche della specie si rimanda all'ampia bibliografia esistente in materia (tra cui Glutz Von Blotzheim, 1985).

In Provincia di Sondrio la caccia al Fagiano di monte viene esercitata solo sui maschi e durante l'autunno (ottobre-novembre). La fig. 3 riporta alcuni dati sul numero di cacciatori e di galli forcelli abbattuti nel territorio provinciale per gli anni 1980-1997. Emerge che il numero di capi abbattuti per cacciatore sembra in lieve e significativo aumento (regressione lineare: pendenza=0.0138;  $R^2=0.248$ ;  $p<0.05$ ) passando in media da 1 capo ogni 4 cacciatori negli anni 1979-84 a 1 capo ogni 2,5 cacciatori negli ultimi 5 anni. Questo aumento potrebbe essere dovuto sia alla drastica riduzione del numero di cacciatori che praticano questo tipo di caccia (da oltre 2255 nel 1980 a 444 nel 1997) che ad

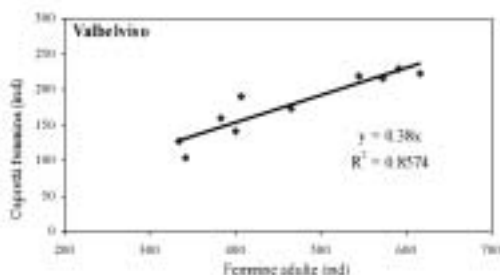


Fig. 2 – Confronto tra la fecondità del Camoscio osservata in Valbelvisio e in diversi distretti della Provincia di Sondrio.

un recupero delle popolazioni di Gallo Forcello presenti nel territorio provinciale.

Nell'analizzare questi dati occorre tenere presente che mentre i dati sul numero di cacciatori sono affidabili, quelli sul numero di capi abbattuti possono essere sottostimati (Baines e Lindén, 1991) soprattutto per mancata denuncia degli abbattimenti.

Il modello demografico utilizzato è stato sviluppato da Gatto *et al.* (1992) e si basa sui dati rilevati in 6 colonie presenti nelle Alpi lombarde negli anni 1983-85 (Scherini *et al.*, 1989). Tali aree sono rappresentative delle diverse situazioni ambientali del territorio alpino e prealpino lombardo e comprendono sia zone in cui la caccia è permessa sia aree chiuse alla caccia o nelle quali la pressione venatoria può ritenersi trascurabile. In particolare due di esse si trovano in provincia di Sondrio (Zandila e Aprica). I dati utilizzati per la costruzione del modello demografico riguardano i censimenti effettuati nelle diverse aree campione due volte nel corso di ogni anno. Durante i censimenti primaverili sono stati contattati i maschi in parata sulle arene di canto al fine di stimare la popolazione maschile. I censimenti estivi hanno invece lo scopo di valutare il numero di femmine e di giovani e, di riflesso, il successo riproduttivo della specie.

Il modello demografico di Gatto *et al.* (1992) descrive la dinamica dei soli maschi di Fagiano di monte. Tale restrizione è giustificata principalmente dal fatto che il prelievo venatorio viene esercitato solo sui maschi. Il modello, di tipo stocastico, tiene conto della variabilità ambientale data, ad esempio, da inverni particolarmente rigidi o estati particolarmente fredde e piovose che influenzano la sopravvivenza e il successo riproduttivo della specie. Senza entrare nel dettaglio del modello (descritto in maniera esaustiva in Montalbetti, 1989, ed in

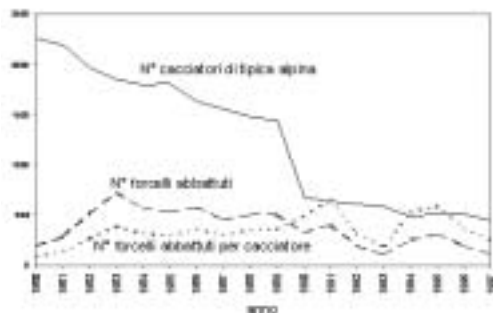


Fig. 3 – Dati sul numero di cacciatori di tipica alpina e sull'abbattimento di Galli Forcelli (*Tetrao tetrix*) in Provincia di Sondrio negli anni 1980-97.

maniera più sintetica in Gatto *et al.*, 1992), occorre specificare che la sopravvivenza invernale è stata stimata considerando solo le colonie in cui la caccia è assente o trascurabile e il successo riproduttivo è risultato dipendente dalla densità. In particolare, all'aumentare della densità di maschi adulti diminuisce il rapporto tra maschi giovani e maschi adulti.

I dati di censimento degli anni 1992-98 relativi all'intera Val Viola (Bormio) sono stati confrontati con il modello per verificarne l'allineamento. Questo confronto è risultato positivo per quanto riguarda il successo riproduttivo. La sopravvivenza della popolazione della Val Viola è risultata invece essere minore di quella stimata dal modello. Questo è spiegabile dal fatto che in parte della Val Viola è annualmente operato un prelievo venatorio: alla mortalità naturale va quindi aggiunta la mortalità dovuta al prelievo.

Il modello demografico stocastico è stato utilizzato per valutare l'effetto di diverse strategie di prelievo venatorio sulle popolazioni di Gallo Forcello presenti in Provincia di Sondrio (habitat potenziale per questa specie pari a 492 km<sup>2</sup>). Data una politica di prelievo, è possibile simulare l'andamento della dimensione della popolazione per un certo numero di anni e stimare il numero medio di capi abbattuti e la variabilità di tali abbattimenti. Inoltre è possibile stimare la consistenza minima che la popolazione raggiunge nel corso del periodo considerato, questa grandezza risultando di notevole importanza in quanto è noto che popolazioni di piccole dimensioni sono soggette ad un maggior rischio di estinzione (Caughley e Gunn, 1996). Molti ricercatori parlano proprio di Minimum Viable Population (MVP) per indicare la dimensione minima di una popolazione in un certo habitat al di sopra della quale il rischio di estinzione è minimo anche nel caso che si verifichino perturbazioni dovute a catastrofi naturali o alla stocasticità demografica, ambientale e genetica (Shaffer, 1981).

Sono state considerate le seguenti tre politiche di prelievo:

1. ogni anno il numero di capi abbattuti è una percentuale costante della popolazione maschile presente alla fine dell'estate; la percentuale da prelevare può essere differente per giovani e adulti;
2. ogni anno viene cacciata una quota costante di Fagiani di monte; tuttavia, nel caso in cui la popolazione maschile sia al di sotto di un valore minimo, solo una percentuale di tale popolazione viene abbattuta (come per la politica 1);
3. il numero di capi da abbattere viene determi-

nato prima della stagione di caccia in modo da garantire che un numero costante di maschi (stock riproduttore) scampi al prelievo e si riproduca nella primavera successiva (politica cosiddetta di constant escapement, Gatto, 1985). Negli anni in cui la popolazione maschile risulti inferiore allo stock riproduttore che si vuole garantire, la caccia non viene permessa.

Per ogni politica sono state generate 100 simulazioni considerando un orizzonte temporale di 50 anni. I risultati delle simulazioni sono stati utilizzati per la ricerca della strategia di caccia ottimale, che è stata effettuata considerando diversi criteri. In particolare, le politiche sono state valutate secondo i seguenti tre obiettivi:

(A) massimizzazione del numero medio di capi prelevati;

(B) minimizzazione della variabilità (misurata come rapporto tra deviazione standard e media) del numero di capi abbattuti tra un anno e l'altro;

(C) minimizzazione del rischio di scendere al di sotto di una consistenza critica di fagiani (MVP).

Ovviamente gli obiettivi considerati possono essere i più svariati e possono tenere conto di diverse sensibilità e convinzioni etiche e politiche (Gatto, 1985). Esigenze diverse e contrastanti possono quindi essere esplicitate in maniera quantitativa e possono entrare direttamente nel processo decisionale. La scelta degli obiettivi dovrebbe proprio esser fatta coinvolgendo le diverse parti interessate (associazioni di cacciatori, amministratori locali, ambientalisti, abitanti) che spesso hanno interessi conflittuali. Nel caso specifico della Provincia di Sondrio, oltre agli obiettivi sopra descritti, si sono anche poste tre condizioni "minime" che si vuole che ciascuna politica soddisfi:

(a) la cattura media deve essere maggiore di 200 capi per anno (che significa circa un capo ogni 2 cacciatori);

(b) la variabilità del cacciato tra un anno e l'altro non deve essere troppo elevata ( $<1$ );

(c) la popolazione maschile di Gallo Forcello non deve mai scendere al di sotto dei 200 capi. Anche tali condizioni, come gli obiettivi, possono essere discusse e modificate in accordo con le varie parti interessate.

I grafici di fig. 4 rappresentano i risultati delle simulazioni in termini di raggiungimento degli obiettivi. Ogni punto rappresenta una possibile politica di prelievo. Ad esempio, tutti i punti identificati dal simbolo "o" sono risultati di politiche a stock riproduttore costante (tipo 3): ciascuna di esse è individuata dalla consistenza

dello stock riproduttore che si vuole far sopravvivere al prelievo. Sull'ascissa dei due grafici si possono leggere i valori del numero medio di abbattimenti, mentre le ordinate del grafico (a) riportano le consistenze minime della popolazione e le ordinate del grafico (b) riportano la variabilità del cacciato che si ottiene adottando una certa politica. Ad esempio, il punto P rappresenta nei due grafici la stessa politica a stock riproduttore costante individuata da un certo valore dello stock riproduttore. Adottando tale politica il modello prevede un cacciato annuale medio di 744 capi, una consistenza minima della popolazione maschile di 326 capi (grafico a) ed una variabilità degli abbattimenti di 0.898 (grafico b).

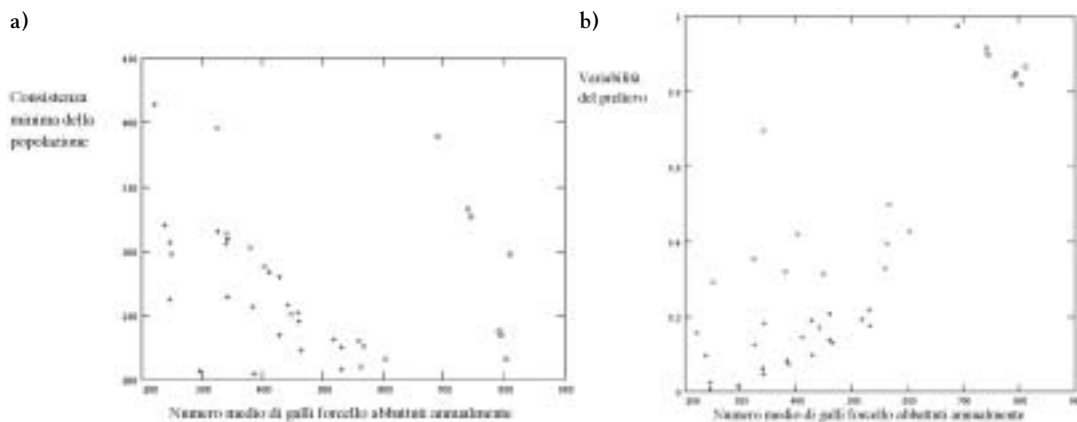
In figura sono rappresentate solo le politiche cosiddette paretiane, ovvero che soddisfano alle condizioni (a), (b) e (c) e che non sono dominate (non esiste un'altra politica migliore per almeno uno dei tre obiettivi). Si osserva dalla figura 4a che le politiche a stock riproduttore costante garantiscono un maggior numero medio di abbattimenti e minimizzano il rischio di estinzione della popolazione. Questo viene però pagato (vedi figura 4b) da una maggiore variabilità del numero di capi da cacciare, soprattutto dovuta al fatto che in alcuni anni la caccia viene impedita, il che non è sempre socialmente accettabile. La scelta di quale strategia venatoria adottare tra quelle rappresentate è una scelta politica nel senso che bisogna decidere quale importanza dare ai diversi obiettivi. Naturalmente le politiche di regolamentazione

dell'attività venatoria che si possono proporre dipendono oltre che dagli obiettivi che ci si pone, anche dalle condizioni in cui ci si trova concretamente ad operare, e cioè dalle regole vigenti, dagli strumenti effettivamente a disposizione per la regolamentazione del prelievo e, non da ultimo, dalle forze disponibili per la raccolta dei dati sulla popolazione che viene cacciata.

#### 4. Conclusioni

In conclusione sembra che la gestione faunistica possa efficacemente avvalersi di metodi quantitativi trasparenti e ripercorribili. Questi metodi permettono di tenere esplicitamente conto dei diversi obiettivi che un decisore deve considerare, siano essi specificamente la gestione venatoria e la conservazione della fauna, la regolamentazione della presenza umana sul territorio o, più in generale, la pianificazione ambientale. I metodi quantitativi producono diversi scenari a seconda degli obiettivi considerati e costituiscono quindi un valido strumento di supporto alle decisioni. Inoltre, un'efficace gestione della fauna dovrà basarsi in misura sempre maggiore sull'analisi del territorio e sulla descrizione esplicita della distribuzione spaziale delle caratteristiche biotiche e abiotiche del territorio.

I modelli non possono sostituire la raccolta di dati e la ricerca sul campo. Infatti, il lavoro di campo risulta necessario ed insostituibile per la conoscenza approfondita di una specie e i dati raccolti costituiscono la base per la costruzione e la validazione di ogni modello matematico.



**Fig. 4** – Le politiche paretiane per il prelievo di Gallo Forcello (*Tetrao tetrix*) nella Provincia di Sondrio. Con il simbolo “x” sono rappresentate le politiche a percentuale di prelievo costante (tipo 1 nel testo); con “+” quelle a quota fissa (tipo 2); con “o” quelle a stock riproduttore costante (tipo 3). Ciascuna politica è rappresentata in due piani aventi rispettivamente come assi i seguenti due obiettivi: (a) prelievo annuale medio – popolazione minima, (b) prelievo annuale medio – variabilità del prelievo.



In particolare, per disporre di modelli demografici realistici che possano dare indicazioni gestionali occorre che la raccolta dei dati sia accurata e regolare. Tali dati devono essere raccolti mediante censimento sul campo secondo metodiche standardizzate per garantire la confrontabilità dei dati e per disporre di serie temporali sufficientemente lunghe. E' da sottolineare come anche la disponibilità di dati esatti sugli abbattimenti risulti essenziale per gli studi della dinamica delle popolazioni.

### 5. Ringraziamenti

Si ringrazia il Servizio Agricoltura, Caccia e Pesca della Provincia di Sondrio per aver fornito i dati faunistici e cartografici utilizzati in questo studio, unitamente al Comprensorio Alpino di Caccia dell'Alta Valle. Gianmarco Paris è stato finanziato dalla Fondazione Lombardia per l'Ambiente con una Borsa di Formazione 1996-1997. La ricerca è stata supportata anche dai fondi del Politecnico di Milano per il progetto "Indirizzi per la pianificazione e la progettazione nelle situazioni di rischio ambientale". Gli autori ringraziano il Dr. Valerio Quadrio dell'Amministrazione Provinciale di Sondrio per l'aiuto fornito nella fase di raccolta e organizzazione dei dati faunistici del Camoscio.

### Bibliografia

- AGEE, J. K., STITT, S. C. F., NYQUIST, M. & ROOT, R. (1989) - A Geographic Analysis of Historical Grizzly Bear Sightings in the North Cascades. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 11(55), 1637-1642.
- AA. VV. (1985) - Journée d'étude "Tretas-Lyre et ski". In: Champagny-en-Vanoise, 5-6 November, Ministère de l'Environnement, Office National de la Chasse, Parc National de la Vanoise.
- BAINES, D. & LINDÉN, H. (1991) - The impact of hunting on grouse population dynamics. *Ornis Scandinavica*, 22,245-246.
- BEGON, M., HARPER, J. L. & TOWNSEND, C. R. (1986) - Ecology. Individuals, populations and communities. Blackwell Scientific Publications,
- BEVANGER, K. (1995) - Estimates and population consequences of tetraonid mortality caused by collisions with high tension power lines in Norway. *Journal of Applied Ecology*, 32,745-753.
- BUWAL (1996) - Tourismus, Freizeitsport und Wildtiere in Schweizer Alpenraum. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Schriftenreihe Umwelt, 262.
- CAPURRO, A. F. (1991) - Dinámica poblacional y optimización del manejo de una población de *Rupicapra rupicapra* en el Norte de Italia. Ph.D. thesis, Biol. Sci. Dept, Univ. De Buenos Aires.
- CAPURRO, A. F., GATTO, M. & TOSI, G. (1997) -

- Delayed density dependence in a chamois population of the Italian Alps. *Ecography* 20: 37-47.
- CAUGHLEY, G. & GUNN, A. (1996) - Conservation biology in theory and practice. Blackwell Science,
- DOBSON, A. P. (1995) Conservation and Biodiversity. Scientific American Library, New York.
- FELETTIG, S. (1976) La riserva di caccia. Circolo Cacciatori Friulani, Udine.
- GALLINARO, N. (1997) Valutazione dell'idoneità ambientale a fini faunistici. Caso di studio: la popolazione di Gallo Forcello (*Tetrao tetrix*) nella zona di ripopolamento e cattura "Buco di Grigna". Provincia di Lecco, Settore ambiente ed ecologia - Servizio faunistico.
- GATTO, M. (1985) Introduzione all'ecologia delle popolazioni. Clup, Milano.
- GATTO, M., MONTALBETTI, F., TOSI, G. & SCHERINI G. (1992) - Modelling black grouse populations in northern Italy.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N. (1985) - Tetraonidi. Rapporto della Stazione Ornitologica Svizzera, Sempach.
- L. A. S. - LOGICIELS ET APPLICATIONS SCIENTIFIQUES (1996) - Grassland User's Guide.
- LORCH, J. (1995) Trendsportarten in den Alpen. CIPRA, Kleine Schriften, 12.
- MIQUET, A. (1990) Mortality in Black Grouse *Tetrao tetrix* due to elevated cables. *Biological Conservation*, 54,349-355.
- MONTALBETTI, F. (1989) Identificazione di un modello demografico del Gallo Forcello (*Tetrao tetrix*) in Lombardia e ricerca di politiche ottime di prelievo venatorio. Tesi di Laurea, Politecnico di Milano, Milano.
- MORRISON, M. L., MARCOT, B. G. & MANNAN, R. W. (1992) - Wildlife-Habitat Relationships. Concepts and Applications. The University of Wisconsin Press, Madison.
- ORMSBY, J. P. & LUNETTA, R. S. (1987) - Whitetail deer Food Availability Maps from thematic Mapper Data. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 8:1081-1085.
- RANCI ORTIGOSA, G., DE LEO, G. A. & GATTO, M. (1997) - Un prototipo di Sistema Informativo Territoriale per la valutazione della vocazionalità faunistica di aree alpine. In: Atti dell'VIII Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia, Parma, 10-12 settembre.
- ROSÀ, R., RIZZOLI, A., PUGLIESE, A., GENCHI, C. E CITTERIO, C. (1997) - Modelli per lo studio delle infestazioni endoparassitarie del Camoscio (*Rupicapra rupicapra* L.) del Brenta (Trentino, Italia). Report N. 12, Centro di Ecologia Alpina, Sardinia (TN).
- ROSEBERRY, J. L., RICHARDS, B. J. E HOLLENHORST, T. P. (1994) - Assessing the Potential Impact of Conservation Reserve Program Lands on Bobwhite Habitat Using remote Sensing, GIS and Habitat Modeling. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 9(60), 1139-1143.
- SCHERINI, G., TOSI, G., GUIDALI, F. E FERRARIO, G. (1989) - Indagine faunistica sulla consistenza, dina-

- mica di popolazione e gestione venatoria del Gallo Forcello (*Tetrao tetrix*) sulle Alpi lombarde. Quaderni della Regione Lombardia, Settore Agricoltura.
- SCHERINI, G.C. (1984) - Piano Agro-Faunistico. Amministrazione Provinciale di Sondrio.
- SCHERINI, G. C. (1994) - Piano Faunistico Venatorio. Amministrazione Provinciale di Sondrio.
- SHAFFER, M. L. (1981) Minimum population sizes for species conservation. *BioScience*, 31(2), 131-134.
- Spagnesi, M. & Toso, S. (1990) - Carta delle vocazioni faunistiche. Regione Piemonte, Assessorato Turismo, Sport, Tempo Libero, Caccia e Pesca and Istituto Nazionale di Biologia della Selvaggina.
- Tosi, G. & Pedrotti, L. (1996) - Progetto Camoscio Monte Baldo. Amministrazione Provinciale Verona. Servizio Caccia, Pesca e Protezione della fauna.