

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

Corso di Laurea in Scienze Naturali

**SELEZIONE DELL'HABITAT DELLA MARMOTTA
ALPINA (*MARMOTA MARMOTA* L.) IN VALLE
BREMBANA: METODO PER CAMPIONAMENTO**

Relatore : Chiar.mo Prof. Giovanni Vailati

Correlatore : Dott. Maurizio Panseri

TESI DI LAUREA

di Nata_a Sala

matr. 439157

ANNO ACCADEMICO 2002 - 2003

INDICE

Introduzione	p. 1
I. SCOPI DELLA RICERCA	3
II. I RODITORI E IL GENERE <i>Marmota</i>	4
II.1. Inquadramento sistematico e caratteristiche biologiche dei Roditori	4
II.2. Sistematica e filogenesi del genere <i>Marmota</i>	5
III. MORFOLOGIA, BIOLOGIA ED ETOLOGIA DELLA MARMOTTA ALPINA (<i>Marmota marmota marmota</i> L. 1758)	8
III.1. Morfologia	8
III.2. Caratteristiche biologiche ed aspetti etologici	11
III.2.1. L'ibernazione	11
III.2.2. La stagione attiva	14
III.2.3. Parassitosi	16
III.2.4. La tana	17
III.2.5. Socialità e territorialità	19
III.2.6. La riproduzione	21
III.2.7. Predazione e comportamento di sorveglianza	25
IV. STORIA E DISTRIBUZIONE DELLA SPECIE	27
IV.1. Status in Europa	27
IV.2. Status in Italia	29
IV.3. Storia della marmotta sulle Alpi Orobie bergamasche	31
V. ECO-ETOLOGIA E GESTIONE DELLA FAUNA	33
VI. ALPI OROBIE E PREALPI BERGAMASCHE	37
VI.1. Aspetti geologici	37
VI.2. Caratteristiche ambientali	38
VI.3. Caratteristiche antropiche	40
VII. FASI DEL LAVORO	41
VII.1. Metodi	41

VII.1.1	Determinazione delle aree campione	41
VII.1.2.	Parametri analizzati	45
VI.1.3.	Raccolta dati sul territorio	48
VII.2.	Elaborazione dei dati	50
VIII.	RISULTATI E DISCUSSIONE	52
VIII.1	Altitudine	53
VIII.2.	Inclinazione	56
VIII.3.	Esposizione	58
VIII.4.	Assolazione	61
VIII.5.	Caratteristiche fisionomiche	63
VIII.6.	Presenza di barriere	67
VIII.7.	Pressione antropica	69
VIII.8.	Consistenza numerica	71
VIII.9.	Considerazioni sul metodo utilizzato	72
Conclusioni		74
Riassunto		78
Riferimenti bibliografici		81

INTRODUZIONE

La marmotta alpina (*Marmota marmota*) è un grosso roditore coloniale che conduce vita semifossoria e passa sei mesi all'anno in letargo all'interno di complessi sistemi di tana. Avvistarla sulle Alpi Orobie bergamasche è ormai un'eventualità tutt'altro che rara, ma la situazione non è sempre stata la stessa. All'inizio del secolo scorso, infatti, questo sciuride rischiò l'estinzione, tanto che nei primi anni Trenta fu emanata una legge venatoria che ne vietava la caccia. Contemporaneamente si condussero dei tentativi di reintroduzione con esiti alterni. Difficile stabilire le cause di una così spinta riduzione; le più probabili sembrano essere attribuibili al prelievo irrazionale di esemplari da parte dell'uomo che ne utilizzava la carne, la pelliccia ed il grasso. Solamente a partire dal 1963, grazie a ripetuti interventi di reintroduzione, le popolazioni di marmotta aumentarono in modo esponenziale fino a giungere all'attuale densità.

L' enorme successo demografico che questo roditore ha avuto negli ultimi quarant'anni e la conseguente colonizzazione di gran parte del territorio vocazionale alpino sono spiegabili attraverso l'azione sinergica di più fattori: da un lato le mutate condizioni socio-economiche della popolazione montana umana e l'introduzione di nuove norme legislative, dall'altro l'affinamento delle tecniche reintroduttive, favorite dalle capacità adattative e dal potere diffusionale tipici di quest ordine.

Il ripopolamento delle Orobie da parte della marmotta ha permesso l'ampliamento della diversità specifica nell'ecosistema alpino. Essa, infatti, costituisce una potenziale preda per diversi animali ed in particolare determina la sopravvivenza dell'aquila costituendone il principale alimento primaverile.

Numerosi elementi, quindi, sommati alla facilità del monitoraggio di un animale individuabile grazie alle sue tane, rendono estremamente interessante lo studio degli aspetti eco-etologici di questo mammifero.

In particolare il presente lavoro si inserisce in uno studio¹ del territorio vocazionale bergamasco che copre circa quindici anni. L'ampliamento della superficie osservata e la conseguente varietà di paesaggi rendono, però, più completa la comprensione delle preferenze ambientali rispetto alle disponibilità e più efficace l'analisi delle vocazionalità nelle diverse zone.

¹ PANSERI M., "La marmotta (*Marmota marmota marmota* L.1758) sulle Alpi Orobie e sulle Prealpi Bergamasche: analisi della popolazione (1985-1987)", *Rivista del Museo Civico di Scienze Naturali "E. Caffi" di Bergamo*, 1989a; FRIGERIO D., *Analisi dei parametri ecologici della popolazione di Marmotta (*Marmota marmota*) in alta Valle Brembana (Alpi Orobie)*, tesi di laurea in Scienze Biologiche, Università Statale di Milano, 1992-93.

I. SCOPI DELLA RICERCA

Il presente lavoro ha come scopo primario l'analisi quantitativa delle scelte ambientali operate dalla marmotta durante la colonizzazione di un territorio, sia nella fase pioniera che in quella di espansione. In particolare, i parametri ecologici presi in esame sono: l'altitudine, l'inclinazione, l'esposizione, l'assolazione e le caratteristiche fisionomiche del territorio.

L'area oggetto di studio è l'intera Valle Brembana (Alpi Orobie e Prealpi Bergamasche). In essa la distribuzione della marmotta è continua, ma presenta densità anche molto diverse da zona a zona. Questa varietà di situazioni locali ha permesso di verificare le ipotesi formulate sia in condizioni di sovraffollamento che in contesti meno popolati. Lo studio di un territorio ampio e vario permette anche di valutare se le preferenze ecologiche siano aprioristiche o invece legate a situazioni territoriali locali.

Estendere la ricerca ad un territorio tanto vasto ha però richiesto una tecnica di rilevamento diversa rispetto a quella utilizzata in zone più circoscritte. Si è quindi scelto di lavorare per campionamento. Valutare la bontà di questo metodo, che permette il monitoraggio di aree molto ampie, è un ulteriore obiettivo del presente lavoro. Il metodo è applicabile soprattutto ad animali stanziali e facilmente monitorabili, quali appunto le marmotte le cui unità di tana sono osservabili anche in assenza d'individui.

I dati ottenuti attraverso questo studio potranno essere un utile strumento di lavoro nella gestione faunistica specifica, cioè in programmi di reintroduzione o tutela della marmotta, e, grazie al legame preda/predatore, potranno costituire anche un punto di riferimento per programmi di ripopolamento di specie predatrici, in particolare dell'aquila.

II. I RODITORI E IL GENERE *Marmota*

II.1 Inquadramento sistematico e caratteristiche biologiche dei Roditori

I Roditori costituiscono l'ordine di mammiferi più diversificato e numeroso.

La loro caratteristica distintiva è la forte specializzazione dei denti incisivi, usati sia per tritare i materiali destinati all'alimentazione, sia per compiere lavori di varia sorta. Per ciascuna emiarcata, sia superiore che inferiore, esiste un unico incisivo ricurvo, ricoperto di smalto solo anteriormente, con un'estremità a scalpello. Le cavità della polpa sono aperte; in questo modo la crescita continua ne compensa l'usura. Non esistono canini e un ampio diastema separa gli incisivi dai molari, che sono ridotti in numero. Potentissimi sono i muscoli destinati alla masticazione (in particolare il massetere e il temporale), la cui disposizione consente di spostare la mandibola avanti e indietro.

Soprattutto in base alla struttura del cranio e alla morfologia dei muscoli masticatori è basata la suddivisione dell'ordine dei Roditori in tre sottordini a cui se ne aggiunge un quarto basato su criteri zoogeografici, quello degli Istricomorfi, precedentemente inglobato nei Caviomorfi.²

- sottordine Sciuomorfi: comprende scoiattoli, marmotte, castori, ecc. (fig. 1a, 1b);
- sottordine Miomorfi: comprende topi, ratti, criceti, ghirii, ecc. (fig. 2a, 2b);
- sottordine Caviomorfi: con distribuzione prevalentemente neartica; comprende cavie, capibara, nutrie, ecc. (fig. 3a, 3b);
- sottordine Istricomorfi: con distribuzione paleartica; comprende varie specie di istrici (fig. 4).

L'ordine degli Sciuomorfi è considerato il più primitivo; Miomorfi e Caviomorfi (a cui vanno aggiunti gli Istricomorfi) si sarebbero invece evoluti successivamente, in maniera indipendente, dal ceppo originario.

² VANNINI E., *Zoologia dei Vertebrati*, UTET, Torino, 1982.

A parte alcune specie di grossa taglia, i roditori sono di piccole e medie dimensioni. Generalmente plantigradi e con carpali e tarsali sempre ben sviluppati, hanno arti a tre, quattro o cinque dita a volte specializzati per scavare o per la vita acquatica.

La maggior parte dei Roditori è essenzialmente mangiatrice di semi, ma alcuni sono specificamente erbivori e molti altri hanno un'alimentazione varia che comprende gemme, insetti o semi secondo le disponibilità stagionali.

L'enorme successo biologico di quest ordine, legato all'elevata fecondità e alla velocità di riproduzione, ed il grande potere diffusionale, unito ad una notevole capacità adattativa, hanno fatto sì che questi mammiferi abbiano colonizzato praticamente tutti i possibili habitat terrestri e dulcicoli; non esistono, invece, forme marine o volanti.

I Roditori costituiscono un'inesauribile riserva di cibo per un gran numero di mammiferi, uccelli e rettili carnivori. Essi possono esercitare un'influenza notevole anche sull'economia umana; possono infatti distruggere raccolti o derrate alimentari e costituiscono il veicolo di trasmissione di parassitosi e malattie.

II.2. Sistematica e filogenesi del genere *Marmota*

Il più antico roditore conosciuto, il *Cocomys*, fa la sua comparsa nella Cina paleocenica, 56 milioni di anni fa. Dopo un milione di anni gli antenati degli scoiattoli, i *Paramidae*, sono ben presenti sia in America del Nord che in Europa. I veri scoiattoli compaiono, però, solo dopo l'estinzione dei *Paramidae*, avvenuta 37 milioni di anni fa, e si suddividono ben presto in volanti, terricoli ed arboricoli. La famiglia degli Sciuridi, a cui appartiene il genere *Marmota*, si origina probabilmente in Asia e migra in Europa, dove si diversifica. Le forme terricole, che si sviluppano in America del Nord da sciuridi di provenienza europea, tornano infine in Europa.

Il *Marmotinus* evolve da un gruppo di scoiattoli terricoli dell'America settentrionale nel Miocene inferiore. Sin dall'inizio si differenziano due linee: una

che conduce agli Spermofili e ai cani della prateria (*Cynomys*) e l'altra che porta alle marmotte, comparse nel Miocene superiore. Si pensa che durante il Pleistocene le marmotte, approfittando di una nuova via dall'America, siano passate in Eurasia, attraverso lo stretto di Bering, e da qui in Europa, centomila anni fa, durante l'interglaciale Riss-Wurm.³ (fig. 5)

La famiglia degli Sciuridi si divide in due sottofamiglie: Petauristini e Sciurini. I Petauristini comprendono sciuridi a vita prevalentemente notturna; i rappresentanti di questa sottofamiglia possiedono un ampio patagio che permette loro voli planati anche di una certa lunghezza. Gli Sciurini sono rappresentati da animali con abitudini diurne tra cui lo scoiattolo e la marmotta.

Il genere *Marmota* è ampiamente diffuso esclusivamente nell'emisfero boreale (anche nella sua fase d'espansione filogenetica) dal Nord America all'Asia. In Europa si trova dai Pirenei ai Carpazi, sebbene consistenza numerica e distribuzione varino notevolmente da zona a zona (fig. 6).

La classificazione a cui si fa riferimento per quanto riguarda il numero di specie che compone il genere è quella proposta da Corbet e Hill.⁴ Sono classificate quattordici specie di marmotte, per la maggior parte ulteriormente suddivise in sottospecie.

Otto specie si trovano nella regione paleartica:

Marmota baibacina (Kastschenko, 1899) - il suo pelo è di colore grigio; è possibile trovarla sui monti della Siberia centro-orientale;

Marmota bobak (Müller, 1776) - è anche chiamata marmotta delle steppe o bobak; diffusa nell'Europa orientale e nell'Asia centrale (fig. 7a);

Marmota camtschatica (Pallas, 1811) - è presente in Siberia e nella penisola Kamchatka (fig. 7b);

Marmota caudata (Jacquemont, 1844) - marmotta dalla coda lunga, diffusa sulle montagne dell'Asia centrale (fig. 7c);

³ MEIN P., "Tassonomia", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992.

⁴ CORBET G.B., HILL J.E., *A world list of Mammalian Species*, British Museum (Nat. Hist.), University Printing House, Oxford, 1986.

Marmota himalayana (Hodgson, 1841) - esclusiva della zona himalayana (fig. 7d);

Marmota marmota (Linnaeus, 1758) – diffusa sulle montagne dai Pirenei ai Carpazi e sulla catena Appenninica (fig. 7e);

Marmota menzbieri (Kashkarov, 1925) - si trova solo sulla catena montuosa del Tien Shan in Cina;

Marmota sibirica (Radde, 1862) - o tarbagan, tipica delle zone montuose della Siberia orientale (fig. 7f).

Sei specie vivono invece nella regione nearctica:

Marmota broweri (Hall & Gillmore, 1934) - diffusa nelle zone più settentrionali del Canada (fig. 7g);

Marmota caligata (Eschscholtz, 1829) - tipica delle Montagne Rocciose canadesi (fig. 7h);

Marmota flaviventris (Audubon & Bachman, 1841) - più conosciuta come marmotta dal ventre giallo, si trova sino all'altitudine di quasi tremilacinquecento metri sulle Montagne Rocciose statunitensi (fig. 7i);

Marmota monax (Linnaeus, 1758) - detta anche Porcello di terra o Fischiatore, popola le zone marginali delle foreste degli Stati Uniti orientali e del Canada (fig. 7j);

Marmota olympus (Merriam, 1898) – con diffusione limitata alla penisola ove si trovano i monti Olympus nella regione occidentale dello stato di Washington (fig. 7k);

Marmota vancouverensis (Swarth, 1911) – presente esclusivamente nell'isola Vancouver nel Canada occidentale (fig. 7l).

III. MORFOLOGIA, BIOLOGIA ED ETOLOGIA DELLA MARMOTTA ALPINA

(*Marmota marmota marmota* L. 1758)

III.1. Morfologia

La marmotta è un grosso e robusto roditore con zampe piuttosto tozze, pelliccia densa e spessa, e coda corta. Ha una testa larga ed appiattita con occhi e orecchie piccoli.

Il suo peso in ottobre è di 2 e 6 Kg rispettivamente per i giovani dell'anno e per gli adulti; qualche individuo può raggiungere anche gli 8 Kg. La lunghezza, dalla punta del muso alla radice della coda, è di 50-60 cm, mentre la coda misura dai 15 ai 22 cm. Il suo ciclo vitale è abbastanza lungo rispetto a quello degli altri roditori: all'incirca 15-18 anni. Questa anomalia sembra legata al fatto che durante la fase letargica, il metabolismo della marmotta viene estremamente rallentato.⁵

Caratteristica più evidente della dentatura della marmotta (fig. 8) sono i 4 incisivi, due sopra e due sotto, visibili anche a bocca chiusa. Essi sono lunghi e arcuati, generalmente gialli o aranciati, e a crescita continua. Lo smalto si trova solo anteriormente e quindi il dente si consuma molto più rapidamente dietro che davanti: in questo modo viene mantenuta la forma a scalpello. Il genere *Marmota*, inoltre, si riconosce molto bene per una piccola cresta nella parte anteriore del premolare inferiore. Le due metà della mandibola sono congiunte a livello degli incisivi da una vera articolazione, che permette movimenti complessi durante la masticazione. I denti guanciali (premolari e molari) sono collocati dopo un ampio diastema. La formula dentaria è quindi:

$$\frac{1, 0, 2, 3}{1, 0, 1, 3}$$

⁵ COUTURIER M.A.J., "La marmotte des Alpes", *Le gibier des montagnes françaises*, Arthaud, Grenoble, 1964.

Alla fine del primo letargo i giovani sostituiscono i loro premolari di latte con quelli permanenti.

Le quattro dita degli arti anteriori sono armate di lunghe e robuste unghie che vengono usate soprattutto per scavare. Gli arti posteriori sono forniti di cinque dita più sottili e con unghie più corte rispetto a quelle anteriori.

La pelliccia è piuttosto folta, formata da peli più lunghi sul dorso (3-6 cm) e più corti sull'addome, mentre sulla testa e sulle estremità degli arti il pelo è raso. Solo le suole sono nude. La colorazione del mantello varia alquanto durante il movimento dell'animale perché i peli non hanno colorazione uniforme per tutta la loro lunghezza: dalla base troviamo il nero, il fulvo, ancora il nero e un'ultima parte di 1 o 2 millimetri molto chiara (fig. 9). Il colore della pelliccia degli adulti presenta comunque più variabilità di quella dei giovani che, di norma, sono più scuri. Come in tutti i mammiferi, l'isolamento termico è ottenuto grazie alle diverse caratteristiche dei peli di borra e di giarra, soffici e lanuginosi gli uni, lunghi e setolosi gli altri. La muta è annuale e si completa in momenti diversi secondo il sesso e l'età, sebbene sempre dopo il letargo. Non sono rari i casi di melanismo, mentre quelli di albinismo sono da ritenersi eccezionali.

Le marmotte hanno una visione molto ampia (angolo visuale di 300°) dovuta alla lateralizzazione degli occhi; non altrettanto buona è la nitidezza. Non sono in grado di vedere alla luce notturna in quanto nella retina sono presenti solo coni. Le vibrisse, in due gruppi ognuno di una ventina di peli, sono utilizzate per procedere nel buio della tana. I sensi più sviluppati sono comunque udito e olfatto che vengono usati soprattutto nella vita sociale.

Non hanno caratteri sessuali secondari, è quindi praticamente impossibile distinguere il sesso di una marmotta tranne nel caso di una femmina allattante in piedi. In questo caso si possono osservare le 10 mammelle, 2 pettorali, 4 ascellari e 4 inguinali, sebbene non sempre siano tutte visibili.⁶ Un'altra possibilità è quella di percepire al tatto i testicoli di un maschio durante il periodo

⁶ PSENNER H., "Neues von Murmeltier", *Säugetierkunde Mitt.*, 1957.

dei calori.⁷ Comunque il modo più sicuro per distinguerne il sesso è quello di misurare la distanza ano-genitale di individui di un anno compiuto: se la distanza è maggiore di 3 cm l'individuo è maschio, altrimenti è femmina.⁸

Risulta più facile il riconoscimento di un piccolo da un adulto. Il piccolo di marmotta, infatti, presenta alcuni dei caratteri che vanno sotto il nome di segnali infantili. Esso è di dimensioni più ridotte, ha la testa più corta, la fronte più arrotondata, il naso a punta; le zampe sono più grosse in proporzione al corpo, la pelliccia è più morbida e lanosa, e, solitamente, più scura (fig. 10).

La marmotta è in grado di procedere sia al passo, che costituisce l'andatura dell'animale al pascolo, sia al galoppo, con balzi disordinati e ineguali ma abbastanza rapidi, durante le fughe. In ogni caso, la marmotta procede di sbieco, come è possibile notare dall'osservazione delle impronte: le impronte destre e sinistre non sono sul medesimo piano bensì, le destre in posizione più avanzata rispetto alle sinistre o viceversa (fig. 11). E' molto agile nello spostamento sulle rocce e sembra in grado anche di arrampicarsi sugli alberi.⁹

La posizione più caratteristica della marmotta è quella detta "a candelieri", nella quale l'animale è in realtà seduto sui due arti posteriori, sulle natiche e sulla coda (fig. 12). In questo modo è in grado di sorvegliare il territorio circostante senza sprecare troppe energie. Ben diversa è la situazione dell'animale in posizione eretta; in questo caso gli unici punti d'appoggio sono le piante dei piedi e l'estremità della coda.

Si tratta, infatti, di una posizione d'eccezione adottata per osservare lontano o durante il gioco. Nella posizione semi-seduta il corpo è obliquo, sollevato a metà dagli arti anteriori in estensione. E' l'attitudine di circospezione che l'animale tiene per qualche minuto, prima di uscire dalla tana. A volte, nelle giornate di sole, è anche possibile vederla distesa su un masso con la testa sollevata o, qualche volta, appoggiata. Tale posizione implica una perfetta tranquillità.

⁷ GRIMOD I., BASSANO B., TARELLO V., "La marmotta (*Marmota marmota*) in Valle d'Aosta. Ecologia e distribuzione (1988-1989)", Regione Autonoma Valle d'Aosta, 1991.

⁸ ZELENKA G., "Observation sur l'ecologie de la marmotte des Alpes", *Terre et Vie*, 1965.

⁹ MUNCH H., "Zur okologie und psychologie von *Marmota m. marmota*", *Zeit. Fur Säugetierkunde*, 1958.

III.2. Caratteristiche biologiche ed aspetti etologici

Come per tutti i mammiferi, anche per la marmotta può essere osservato un “effetto taglia”:¹⁰ per molti aspetti (longevità, maturità sessuale tardiva, una sola figliata all’anno o anche ad anni alterni, crescita lenta) essa somiglia ai grandi mammiferi, mentre per quanto riguarda le caratteristiche demografiche essa somiglia ai piccoli mammiferi, in cui il tasso di sopravvivenza degli adulti è variabile ed il numero dei giovani che arrivano all’età della riproduzione molto costante. La marmotta, grazie alla sua taglia, rappresenta quindi un caso intermedio.¹¹

III.2.1. L’ibernazione

L’habitat in cui vivono le specie del genere *Marmota* è sottoposto a drastiche variazioni stagionali di temperatura e di disponibilità di cibo: esse sono quindi considerate componenti tipici della fauna periglaciale.¹²

La marmotta alpina affronta l’inverno trascorrendo sei mesi all’anno in ibernazione profonda (fig. 13) all’interno della tana, in gruppi costituiti da diversi individui. Si affida unicamente alle riserve di grasso accumulato durante la stagione estiva come “carburante” per il periodo invernale.¹³ In particolare, le risorse alimentari durante i primi due mesi del ciclo di attività sono un parametro essenziale per la buona riuscita del letargo.

¹⁰ GAILLARD J.M., PONTIER D., ALLAINÉ D., LEBRETON J.D., TROUVILLIEZ J., CLOBERT J., "An analysis of demographic tactics in birds and mammals", *Oikos*, 1989. (Citato da Farand E., Allainé D., "Grosse souris ou petite baleine? Variations des taux de survie chez la marmotte alpine", *5ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1999.)

¹¹ FARAND E., ALLAINÉ D., "Grosse souris ou petite baleine? Variations des taux de survie chez la marmotte alpine", *5ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1999.

¹² ZIMINA R.P., GERASIMOV I.P., "The periglacial expansion of marmots (*Marmota*) in middle Europe during late Pleistocene", *J. Mammal.*, 1973.

¹³ ORTMANN S., HELDMAIER G., "Bilancio energetico nella marmotta alpina durante l’ibernazione e in condizioni di normotermia", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino., 1992.

Due elementi sembrano essere determinanti affinché l'ibernazione abbia un esito positivo: un numero elevato di individui ibernanti nella stessa tana e una temperatura al suo interno intorno ai 5°C. Temperature molto rigide, specialmente in autunno, possono influire negativamente sulla sopravvivenza della marmotta.¹⁴ L'andamento dell'ibernazione influenza notevolmente i tassi di natalità e mortalità della specie.¹⁵

Lo stato letargico è uno degli aspetti della fisiologia della marmotta più interessanti. Le cause che lo determinano sono di origine sia esogena che endogena. La temperatura ambientale è un fattore indispensabile a mantenere il letargo, ma è insufficiente da sola a spiegare il meccanismo del sonno. E', infatti, osservabile facilmente un letargo posticipato da un autunno clemente; è, invece, impossibile trovare marmotte che entrano in letargo durante la stagione estiva anche se la temperatura in alcuni periodi scende fino a toccare minimi invernali. Decisivo è il ruolo del sistema endocrino. La riduzione dell'ipofisi e del corpo tiroideo sta al primo posto nel meccanismo endocrino-regolatore del sonno. Non si può, inoltre, negare la funzione termoregolatrice delle surrenali. Anche il diencefalo sembra essere coinvolto nella determinazione del sonno ibernale.

A livello del metabolismo il letargo provoca variazioni straordinarie soprattutto a livello cardio-circolatorio e respiratorio, oltre che termico. Durante tutto il sonno ibernale l'animale è in ipotermia e la sua temperatura segue generalmente l'andamento di quella ambientale tranne nei casi in cui questa si appresti allo zero o salga al di sopra dei 10°.

Se la temperatura all'interno della tana scende troppo l'animale si risveglia. Questo succede più frequentemente nel caso in cui all'interno della tana ci siano dei piccoli, i quali tendono ad avere una termoregolazione ancora imperfetta. Durante l'ibernazione il cuore passa da 90 battiti al minuto fino ad un minimo di 10-12 al minuto. Il ritmo respiratorio è estremamente rallentato, da 25-30 a 1-4 atti respiratori al minuto, oltre che intervallato da pause; anche l'ampiezza del respiro

¹⁴ FARAND E., ALLAINÉ D., (cfr. n. 11), 1999.

¹⁵ RYMALOV I.V., MAXIMOV A.Y., "L'ibernazione nella marmotta in cattività", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992.

risulta molto ridotta. Il sangue, costantemente ipoglicemico e ricco di anidride carbonica, appare denso per la perdita di plasma.

In tutti gli animali ibernanti lo stato letargico è intervallato da risvegli.¹⁶ Il fenomeno è noto da molto tempo nella marmotta¹⁷. Durante questi periodi, che durano dalle 12 alle 30 ore, o anche più, essa ripristina quasi completamente il suo metabolismo. Nel corso dei primi 2 o 3 risvegli la marmotta emette scarse deiezioni, mentre viene emessa poca urina circa una volta al mese. La durata dei periodi di sonno continuato è massima durante l'inverno e diminuisce in primavera.¹⁸

Durante i periodi di eutermia la marmotta consuma circa il 90% delle riserve energetiche accumulate per l'intero periodo del letargo. Essa è in grado di attuare un auto-controllo del livello di attività per mezzo di variazioni comportamentali, finalizzato a limitare il consumo energetico durante gli stati di veglia. Sembra che le marmotte siano in grado di adattare il loro grado di attività a seconda della durata dei risvegli.¹⁹

¹⁶ LYMAN C.P., WILLIS J.S., MALAN A., WANG L.C.H., *Hibernation and torpor in mammals and birds*, Academic Press, New York, 1982. (Citato da Arnold W. in "Adattamento al freddo. La fisiologia del letargo della marmotta", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., 1992b.)

¹⁷ DUBOIS R., *Physiologie comparée de la marmotte*, Masson, Paris, 1896.

¹⁸ ARNOLD W., "Social thermoregulation during hibernation in alpine marmots (*Marmota marmota*)", *J. Comp. Physiol.*, 1988a.

¹⁹ COCHET N., LE BERRE M., LE GUELTE L., "Ritmi circadiani e comportamento di un gruppo di marmotte alpine (*Marmota marmota*) in ibernazione", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., 1992.

Al risveglio primaverile, molti animali hanno perso fino al 55% del proprio peso corporeo: il consumo di grasso è la ragione principale, ma concorrono anche l'atrofia muscolare e la disidratazione. Nelle diverse specie di marmotta la percentuale di peso corporeo perso durante l'ibernazione dipende da un complesso di fattori: dimensione corporea, lunghezza delle attività stagionali ed età della prima riproduzione sono variabili correlate tra loro e legate all'asprezza delle condizioni ambientali.²⁰ La temperatura influenza la perdita di peso corporeo quando raggiunge limiti molto bassi in quanto rende incerto il successo dell'ibernazione.²¹

Il risveglio definitivo avviene quando l'animale sta per esaurire le riserve di grasso a prescindere dalle condizioni ambientali esterne. Capita a volte di vedere gallerie nella neve lunghe anche diversi metri.

E' abbastanza agevole il riconoscimento delle tane invernali in questo periodo (fig. 14), tanto che il loro conteggio è indicato come metodo per effettuare stime della densità della specie.²² Tutt'intorno, infatti, sono sparsi la terra del tappo con cui era stato chiuso l'ingresso della tana, o eventualmente altro materiale di scavo, e il fieno della lettiera.

III.2.2. La stagione attiva

Esistono delle tendenze stagionali nella distribuzione delle attività estive nella marmotta alpina. Gli adulti e i giovani dell'anno consacrano molto del loro tempo agli spostamenti, al foraggiamento e alle attività sociali nel corso dei due

²⁰ ARMITAGE K.B. & BLUMSTEIN D.T., "Body-mass diversity in marmots ", in *Holarctic marmot as a factor of biodiversity*, Rumiantsev V.Yu., Nikol'skii A.A. & Brandler O.V. eds., ABF, Moscow, 1997.

²¹ ARNOLD W., HELDMAIER G., ORTMANN S., POHL H., RUF T., STEINLECHNER S., "Ambient temperatures in hibernacula and their energetic consequences for alpine marmots (*Marmota marmota*)", *J. therm. Biol.*, 1991.

²² PERACINO V., BASSANO B., "La marmotta (*Marmota marmota* L.) nel Parco Nazionale del Gran Paradiso: metodologie di censimento e valutazione della sua distribuzione (1986-1987)", *Incontro di studio sulla Marmotta Alpina*, Coll. Scient. P.N. Gran Paradiso, Torino, 1987; LENTI BOERO D., "Distribuzione degli insediamenti e stima della densità di marmotta alpina (*Marmota marmota* L.): metodi di indagine per zone campione", *Atti del I Convegno dei Biologi della Selvaggina*, Suppl. Ric. Biol. Selvaggina, 1988.

mesi successivi l'ibernazione. Queste attività decrescono gradualmente fino a settembre, quando aumenta il tempo dedicato al riposo e alla toelettatura.

Le cause di questa stagionalità possono dividersi in esterne (fattori meteorologici, parassiti, e disseccamento della vegetazione) ed interne (riproduzione, dispersione, accumulo di riserve di grasso e bisogno di relazioni sociali).²³ La principale occupazione estiva della marmotta consiste, comunque, nell'assunzione di cibo finalizzata all'incremento ponderale. L'attività di foraggiamento viene effettuata in periodi diversi nelle diverse stagioni. Nel solo mese di agosto, la marmotta si ripara nella tana durante le ore centrali del girono, mentre in settembre le stesse ore vengono privilegiate.²⁴ Nel mese di agosto il foraggiamento viene effettuato preferenzialmente nelle zone periferiche, mentre con l'approssimarsi dell'ibernazione, in settembre, gli animali restano in prossimità della tana principale.²⁵ Nelle varie occupazioni la marmotta non si allontana mai più di un centinaio di metri dalla tana e vi rientra immediatamente in caso di pericolo.

Diversi studi coprologici hanno chiarito le abitudini alimentari della marmotta alpina. Il suo regime alimentare è essenzialmente erbivoro. Sembra ormai accertato che le marmotte prediligano le Dicotiledoni (*Astragalus*, *Oxytropis*, *Helianthemum*; *Pedicularis* ; *Crepis* ; *Potentilla* ; *Thymus*), ed inoltre operino una selezione delle piante e degli organi consumati, privilegiando fiori ed infiorescenze.²⁶

²³ BONESI L., LAPINI L., GREGORI G., "Analyse temporelle des activités chez la marmotte alpine (*Marmota marmota* L)", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996.

²⁴ PERRIN C., LE GUELTE L., LE BERRE M., "Distribuzione temporale e spaziale delle attività della marmotta alpina durante l'estate", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992.

²⁵ PERRIN C., ALLAINÉ D., "Organisation sociale, utilisation de l'espace et répartition des activités chez la marmotte alpine dans la réserve de la Grande Sassièr (parc National de la Vanoise)", *116° Congrès des Sociétés Savantes*, Chambéry, 1991.

²⁶ GIBault C., "Comportement et régime alimentaire de la marmotte alpine. Influence de la pression anthropique", *2ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1993; MASSEMIN S., RAMOUSSE R., "Régime alimentaire d'un groupe de marmottes", *1ère Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1992; RAMOUSSE R., LE BERRE M., MASSEMIN S., "Selective foraging of alpine marmots in alpine meadows", *Abstr. Sixth Intern. Theriological Cong.*, ed. M.L. Augée, 1993b; BASSANO B., PERACINO V., MONTACCHINI F., "Composition du régime alimentaire et habitudes alimentaires dans un groupe familial de

La maggior parte delle piante consumate ha un tasso di ricoprimento basso o molto basso nell'home range e tra queste alcune sono lontane dalla tana principale. Il regime è basato su poche specie in rapporto alla varietà dell'habitat. Questa forte selettività nella scelta delle specie e nel consumo preferenziale di alcuni organi è legata alle diverse caratteristiche nutrizionali delle specie vegetali: le Dicotiledoni hanno un contenuto proteico e minerale maggiore rispetto alle Poacee, il cui consumo dipende dalla loro notevole abbondanza e dall'assenza in esse di sostanze chimiche di difesa dagli erbivori.²⁷ La selezione delle piante e degli organi a forte valore nutritivo è frequente negli erbivori.

Due settimane prima dell'inizio del letargo l'appetito cala molto. Al risveglio primaverile la marmotta riprende a mangiare con gradualità; qualche volta la prima erba provoca diarrea, che viene combattuta con l'assunzione di argilla.²⁸ Quando la coltre nevosa è ancora fitta si nutre anche di radici. E' stato osservato il consumo di germogli nel mese di settembre, quando la vegetazione è più scarsa e legnosa.²⁹

La marmotta assume 400-500 grammi di cibo al giorno. Le sue esigenze idriche sono molto ridotte: le sono sufficienti l'acqua contenuta nei vegetali e la rugiada.

III.2.3. Parassitosi

Poco si conosce riguardo alle malattie di questi roditori, e solo di recente sono stati effettuati degli studi sulle loro parassitosi. Da indagini effettuate in numerose aree è emersa la presenza di 4 specie quantitativamente "dominanti" di parassiti intestinali (*Ascaris laevis*, *Cittotaenia marmotae*, *Cittotaenia alpina*,

marmotte alpine (*Marmota marmota*) - Données préliminaires", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & L. Le Guelte eds., 1996.

²⁷ MASSEMIN S., RAMOUSSE R., (cfr. n. 26), 1992; RAMOUSSE R., LE BERRE M., MASSEMIN S., (cfr. n. 26), 1993b.

²⁸ HUBER. W., *La marmotte des Alpes*, O. N. C., Paris, 1978; PSENNER H., (cfr. n. 6), 1957.

²⁹ GIBault C., (cfr. n. 26), 1993.

Eimeria spp.). Malgrado l'assenza di sintomi clinici, il parassitismo intestinale della marmotta alpina è un fenomeno che gioca probabilmente un ruolo preponderante nella regolazione della sua sopravvivenza invernale.³⁰

Sembra che i soggetti dell'anno solo raramente siano bersaglio o serbatoio di infestazioni elmintiche. Inoltre si è notato che la marmotta alpina tende ad albergare, con relativa frequenza, nel tratto digerente o a livello polmonare parassiti propri di ospiti anche assai distanti nella scala zoologica, come ruminanti selvatici o domestici.³¹

Molto rara è invece la presenza nella marmotta alpina di parassiti esterni.

III.2.4. La tana

Nella sopravvivenza della marmotta un ruolo decisivo è svolto dalla tana. Le diverse aree dell'abitazione sono descritte da Pigozzi³² e ancor prima da Bopp.³³

- unità principale (fig. 15a, 15b): è ben riconoscibile per la maggiore dimensione dell'apertura oltre che per la frequente presenza di un terrazzino; generalmente è accessibile attraverso numerose aperture di cui la maggiore è collocata sotto un sasso;
- unità secondaria (fig.16): attraverso la quale mediante dei collegamenti si giunge all'unità principale; è possibile trovare delle latrine lungo lo sviluppo dei numerosi tunnel;
- unità di fuga: compaiono più o meno frequentemente ai limiti dell'home range; portano a piccoli rifugi a fondo cieco e possono avere dei canali laterali;

³⁰ CALLAIT M.P., GAUTHIER D., PRUD'HOMME C., SABATIER B., "Rôle du parasitisme digestif de la marmotte alpine (*Marmota marmota*) dans la dynamique de ses populations", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996.

³¹ BASSANO B., SABATIER B., ROSSI L., MACCHI E., "Parassiti gastro-intestinali di *Marmota marmota* nell'arco alpino occidentale", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992.

³² PIGOZZI G., "The den system of the alpine marmot (*Marmota marmota*) in the National Park of Stelvio, northern Italy", *Zeitsch f_r Säugetierkunde*, 1984.

³³ BOPP P., "Zur topographie der Murmeltierterritorien", *Revue Suisse Zool.*, 1954.

- unità di scavo interrotto (fig. 17): sono sparsi un po' dovunque su tutta la superficie coloniale; non è ancora molto chiaro il loro significato benché molti autori abbiano

evidenziato l'attitudine allo scavo anche non finalizzato della marmotta. Alcune osservazioni sembrano evidenziare una funzione di apprendimento delle tecniche di scavo nei piccoli.³⁴

La marmotta è molto esigente in quanto a igiene, pertanto depone i suoi escrementi sempre a una certa distanza dalla tana, tranne durante il letargo in cui defezioni e orina vengono deposte in una stanza della tana scavata allo scopo, la latrina.

La tana invernale svolge un ruolo centrale nella vita della marmotta, poiché ne consente l'ibernazione. La sua preparazione coinvolge tutti gli animali che la abiteranno. Per il giaciglio viene utilizzato il fieno, per il tappo che chiude l'apertura vengono invece usati peli, fieno (fig. 18), ghiaia e terra, reperita con scavi all'interno della tana. L'alloggio può arrivare ad accogliere fino a 20 individui.

Il seguente disegno (fig. 19) mostra lo schema di due tane invernali comunicanti tra loro con camere principali (1) e secondarie (2), chiuse da tappi non ermetici, e latrine (3), sigillate da tappi ermetici.

I tunnel possono essere anche molto lunghi e profondi alcuni metri. La natura del terreno condiziona sia la profondità che la direzione della galleria. All'esterno è possibile osservare un sentieramento coincidente con i percorsi più frequentati, tra le diverse aperture o tra queste e le aree di foraggiamento.

³⁴ FERROGLIO E., DURIO P., "Utilizzo delle tane in una colonia di marmotte in Val di Viù", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992.

III.2.5. Socialità e territorialità

All'uso della tana invernale è legato il concetto di "gruppo familiare" designante gli animali che ibernano insieme.³⁵ E' generalmente costituito da una coppia di riproduttori, dai giovani dell'anno, dagli yearlings o individui nati nell'anno precedente e dagli immaturi o subadulti. Il gruppo si accresce fino ad un livello di saturazione il cui fattore limitante sembra essere la disponibilità di cibo. La diversa struttura sociale di *M. monax*, solitaria, e di *M. flaviventris*, poligama, sembrano infatti essere spiegabili grazie alla pressoché illimitata disponibilità di risorse dei loro habitat.³⁶

Sono state osservate due strategie di organizzazione sociale nella marmotta alpina: il gruppo familiare isolato e l'insieme di più gruppi familiari.³⁷ Il termine "colonia" si riferisce ad un insieme di gruppi familiari i cui domini vitali sono contigui, con un eventuale leggero tasso di ricoprimento.³⁸

Le interazioni sociali all'interno del gruppo sono per lo più coesive (fig. 20). E' possibile osservare individui che giocano, si annusano e si toelettano. La toelettatura reciproca ed il gioco, svolgono un ruolo di rafforzamento del legame sociale. Grazie al gioco i maschi s'inseriscono meglio delle femmine nel gruppo e probabilmente questo consente loro una dispersione più tardiva. Inoltre, il gioco, come fattore di sviluppo motorio, può favorire l'attitudine a combattere e quindi, nei maschi, una migliore difesa del territorio.³⁹ Tra le interazioni di tipo coesivo

³⁵ NAEF-DAENZER B., "Alpenmurmeltier: Sozialverhalten und räumliche Verteilung", *Wildbiologie für die Praxis*, suppl. Wildtiere, 1985; ARNOLD W., "Socioecology of alpine marmots", *Abst. 19th International Ethological Conference*, Université P. Sabatier, Toulouse, 1985; PIGOZZI G., (cfr. n. 32), 1984.

³⁶ ARMITAGE K.B., "Dynamique sociale, parentèle et dynamique des populations chez les marmottes", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & L. Le Guelte eds., 1996a.

³⁷ JANEAU G., MANN C. S., "Organization sociale et occupation de l'espace chez la marmotte des Alpes (*Marmota marmota* L.)", *Incontro di Studio sulla Marmotta Alpina*, Ente Parco Nazionale Gran Paradiso, Servizio Sanitario, Torino, Collana Scientifica Parco Nazionale Gran Paradiso, 1990.

³⁸ ZELENA G., (cfr. n. 8), 1965.

³⁹ GRAZIANI L., ALLAINÉ D., "Analyse des tactiques comportementales chez la marmotte alpine (*Marmota marmota*) au cours de leur première année", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996.

solo il gioco avviene nei luoghi di foraggiamento, mentre gli altri quasi esclusivamente nei pressi della tana. Ai limiti del dominio familiare è possibile osservare saltuariamente interazioni di tipo antagonistico tra membri dello stesso gruppo familiare, in particolare tra i maschi, e tra gruppi contigui. In quest ultimo caso, essi sembrano giocare un ruolo nella difesa del territorio.⁴⁰ Differenze comportamentali esistono sia tra gruppi diversi che tra individui diversi appartenenti allo stesso gruppo. E' possibile che il comportamento si modifichi nel corso dello sviluppo postnatale. Si è notato infatti che i giovani dell'anno non presentano comportamenti antagonistici, presenti invece negli immaturi e ancor più negli adulti. Inoltre il gioco è quasi assente negli adulti, mentre è frequente nei giovani di uno e due anni soprattutto alla fine della stagione, quando è anche possibile osservare tra gli stessi la toelettatura reciproca.⁴¹ Il basso tasso di ricoprimento dei domini vitali di gruppi vicini (8-10%), la natura antagonistica delle interazioni tra gruppi diversi, e la densità elevata di latrine a livello delle zone di ricoprimento dei domini vitali, permettono di caratterizzare questa specie come territoriale.⁴²

Nell'ambito dei comportamenti territoriali la marmotta alpina effettua una marcatura chimica del territorio utilizzando una sostanza secreta a livello delle ghiandole guanciali, situate alle commessure labiali. La marmotta strofina consapevolmente il suo muso contro dei substrati come pietre e rocce, ma anche sulla terra, spesso dopo averla grattata con le zampe anteriori. La localizzazione delle marcature olfattorie in tutto il dominio vitale, la partecipazione maggioritaria della coppia dominante alla marcatura, l'andamento stagionale del comportamento, con un picco all'uscita dal letargo, oltre al ricoprimento degli odori estranei con i propri, suggeriscono una funzione di difesa territoriale.⁴³

⁴⁰ LENTI BOERO D., "Interactions sociales dans une colonie de marmottes alpines (*Marmota marmota* L.)", *Stratégies adaptatives et diversité chez les marmottes*, Ramousse R., Allainé D. & Le berre M. Eds., IMN, Lyon, 2003.

⁴¹ PERRIN C., COULON J., LE BERRE M., "Comportement social des marmottes alpines (*Marmota marmota*): variations entre groupes et entre individus", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996.

⁴² PERRIN C., ALLAINÉ D., LE BERRE M., "Socio-spatial organisation and activity distribution of the alpine marmot *Marmota marmota*: preliminary results", *Ethology*, 1993.

⁴³ BEL M.C., PORTERET C., COULON J., "Scent deposition by cheek rubbing in the alpine marmot (*Marmota marmota*) in the French Alps", *Can. J. Zool.*, 1995; BEL M.C., COULON J., "Le

La forte marcatura sulla tana principale, dove le marmotte passano molto tempo, e luogo delle prime esplorazioni da parte dei cuccioli che emergono per la prima volta dalla tana, potrebbe assicurare il rafforzamento della coesione sociale tra tutti i membri del gruppo familiare. La possibilità di prendere dimestichezza con il dominio vitale permette ai cuccioli di orientarsi in seguito nel territorio circostante grazie al riconoscimento di odori familiari.⁴⁴

III.2.6. La riproduzione

La fase riproduttiva si colloca all'inizio della stagione primaverile. Sono sessualmente maturi gli individui che hanno superato il terzo letargo. Il tasso di riproduzione è influenzato, come per tutti i roditori, da fattori esogeni quali la disponibilità di cibo e la densità di popolazione.

L'accoppiamento è preceduto da una fase di gioco tra maschio e femmina, in cui gli animali si alzano in piedi e sembrano boxare. Questo comportamento è stato osservato anche in autunno nei maschi che raggiungeranno la maturità sessuale la primavera successiva. L'atto copulatorio avviene all'interno della tana e dura molto a lungo rispetto a quanto accade negli altri roditori. A distanza di 34-37 giorni⁴⁵ la femmina partorisce 2-5 piccoli ciechi e nudi. E' la femmina ad occuparsi dei piccoli, almeno durante il periodo dell'allattamento. Generalmente l'accrescimento dei piccoli è maggiore quando il loro numero è ridotto. Tra il ventesimo ed il venticinquesimo giorno si aprono gli occhi e spuntano i denti. Trascorsi 40 giorni i cuccioli possono uscire dalla tana.⁴⁶

marquage olfatif chez la marmotte alpine: bilan des connaissances sur le message chimique", *4ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1996.

⁴⁴ BEL M.C., COULON J., "Le marquage chez la marmotte alpine: aspects comportementaux", *5ème Journée d'Étude sur la Marmotte alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1999.

⁴⁵ EXNER C., TREUDE A., VALLBRACHT S., EHRHARDT N., "Accouplement, naissance et développement précoce des marmottons", *Stratégies adaptatives et diversité chez les marmottes*, Ramousse R., Allainé D. & Le Berre M. eds., 2003.

⁴⁶ PSENNER H., (cfr. n. 6), 1957.

In qualche caso avvengono accoppiamenti anche tra individui di gruppi familiari diversi e spesso con esito positivo.⁴⁷

L'inibizione sociale della riproduzione fa parte delle caratteristiche riproduttive di *M. marmota*⁴⁸ e costituisce probabilmente il più alto costo della socialità nella specie.⁴⁹

Quando un maschio conquista una tana impedisce che le femmine generino cuccioli concepiti dai loro predecessori, ma solo se la conquista è avvenuta dopo il periodo di accoppiamento. La mancanza di prove evidenti di infanticidi suggerisce un blocco della gestazione. Un tale comportamento nel maschio è adattativo perché le femmine risparmiano il costo energetico dell'investimento parentale, perciò nella primavera successiva emergono con una massa corporea maggiore e quindi hanno una più alta possibilità di riprodursi con i nuovi maschi dominanti.

La riproduzione è spesso danneggiata dalla competizione intraspecifica. Un'alta densità nella popolazione o un'intensa rivalità tra le femmine in un gruppo potrebbe sfociare in uno stress sociale, che condurrebbe all'inibizione delle funzioni riproduttive. Le femmine subordinate copulano con i maschi ed intraprendono delle gestazioni, ma nessuna di esse ha esito positivo. Durante la fase iniziale della gestazione, infatti, le femmine dominanti operano delle interazioni antagonistiche con le femmine subordinate. Come conseguenza, le femmine subordinate hanno più alti livelli di corticosteroidi nel plasma durante questo periodo. Aborto e riassorbimento degli embrioni sono ben conosciuti nelle marmotte. In questo modo le femmine dominanti riescono a monopolizzare la riproduzione. Al contrario delle femmine, la soppressione riproduttiva nei maschi è incompleta ed i figli diretti del maschio dominante possono avere un parziale

⁴⁷ GOOSSENS B., GRAZIANI L., ALLAIN D., WAITS L.P., COULON J., TABERLET P., BOUVET J., "Paternity exclusion and mating system in alpine marmot: microsatellite and behavioural analysis", *Holarctic Marmots as a factor of Biodiversity*, Rumiantsev V.Yu., Nikol'skii A.A. & Brandler O.V. eds., ABF, Moscow, 1997.

⁴⁸ ARNOLD W., "The evolution of marmot sociality : I. Why disperse late?", *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 1990a.

⁴⁹ BARASH D.P., *Marmots. Social behavior and ecology*, Stanford University Press, Stanford, 1989. ARMITAGE K. B., "Struttura sociale e strategia di fitness nelle marmotte", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., 1992.

successo riproduttivo.⁵⁰

Il momento della dispersione degli individui maturi dipende dalla probabilità di sopravvivere e riprodursi che è legata ad alcune variabili quali la taglia corporea della specie e la durata della stagione di accrescimento⁵¹.

Conformemente alla maggior parte dei mammiferi monogamici, i due sessi si disperdono a 2 o 3 anni, qualche volta anche oltre. La presenza di una cucciolata durante l'inverno aumenta le probabilità di dispersione degli individui di 2 anni. La conquista della tana da parte di un nuovo maschio tende ad accelerare la dispersione dei maschi e posticipare quella delle femmine. Nelle femmine l'allontanamento sembra promosso da uno squilibrio relazionale con la dominante. Nei maschi invece i costi metabolici associati al riscaldamento dei cuccioli durante l'inverno, il raggiungimento della maturità sessuale e la forte attività endocrina potrebbero costituire uno stimolo per la dispersione.⁵² La frequenza elevata di atti antagonistici da parte dei maschi adulti sui maschi di due anni fanno pensare che anche l'aggressione potrebbe giocare un ruolo nella dispersione in questa specie.⁵³

⁵⁰ HACKLÄNDER K., ARNOLD W., "Failure of reproduction in female alpine marmots after territory take-overs by males", *Reproduction in Domestic Animals Suppl.*, 1998a; "Reproductive suppression in female alpine marmots (*Marmota marmota*)", *Abstracts of the Euro-American Mammal Congress*, Ed. Reig, S. Santiago de Compostela (Spain): Universidad de Santiago de Compostela, 1998b; "Male-caused failure of female reproduction and its adaptive value in alpine marmots (*Marmota marmota*)", *Behavioral ecology*, 1999c; HACKLÄNDER K., BRUNS U., ARNOLD W., "Reproduktion und Paarungssystem bei Alpenmurmeltieren (*Marmota marmota*)", *Stapfia, Kataloge des OÖ Landesmuseums, NF*, 1999.

⁵¹ ARMITAGE K.B., "Evolution of sociality in marmots", *Journal of Mammalogy*, 1999.

⁵² MAGNOLON S., "La dispersion natale chez la marmotte alpine (*Marmota marmota*). Modalités et effets de quelques facteurs proximaux", Résumé de thèse de doctorat d'Université, Lyon 1, *5ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1999.

⁵³ PERRIN C., ALLAINÉ D., LE BERRE M., (cfr. n. 42), 1993.

E' stato dimostrato che la probabilità di sopravvivenza giovanile durante l'inverno dipende dal numero e dalla proporzione dei maschi subordinati. La loro influenza può risultare tanto importante da sbilanciare la sex ratio del gruppo familiare.⁵⁴ Arnold⁵⁵ ha evidenziato che gli individui filopatrici ottengono un guadagno indiretto di fitness, incrementando la sopravvivenza dei parenti stretti nel letargo. Quando gli animali posticipano la dispersione oltre la loro maturità sessuale, la riproduzione negli individui maturi è soppressa, e coloro che non si riproducono provvedono a cure alloparentali si può parlare di cooperazione nell'accoppiamento.⁵⁶

Gli individui che si disperdono colonizzano preferenzialmente territori vicini al loro luogo natale. Gli animali devono scegliere entro quattro diverse strategie: prendere con la forza una tana occupata, colonizzare una tana vacante, creare una nuova tana o aspettare un'opportunità. Il notevole costo della costruzione di una tana spinge gli individui che si disperdono a tentare il rovesciamento di un dominante. Questo costo potrebbe essere in relazione con l'elevato rischio di predazione che caratterizza i periodi in cui le marmotte si trovano senza tana e con i problemi dovuti alla limitatezza delle risorse energetiche dovuta al periodo di ibernazione. Il potenziale costo del letargo in termini di sopravvivenza, spinge ad utilizzare, dove possibile, tane già sperimentate.⁵⁷

⁵⁴ ALLAINÉ D., BRONDEX F., GRAZIANI L., COULON J., TILL-BOTTRAUD I., "Male-biased sex ratio in litters of alpine marmots supports the helper repayment hypothesis", *Behavioral Ecology*, 2000.

⁵⁵ ARNOLD W., (cfr. n. 18), 1988a; (cfr. n. 48), 1990a; "The evolution of marmot sociality: II. Costs and benefits of joint hibernation", *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 1990b.

⁵⁶ BLUMSTEIN D.T., ARMITAGE K.B., "Cooperative breeding in marmots", *Holarctic Marmots as a factor of Biodiversity*, Rumiantsev V.Yu., Nikol'skii A.A. & Brandler O.V. eds., ABF, Moscow, 1997.

⁵⁷ GIBOULET O., "Dynamique de la colonisation spatiale dans une population non protégée de marmotte alpine (*Marmota marmota*)", *5ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1999.

III.2.7. Predazione e comportamento di sorveglianza

La marmotta costituisce la preda d'elezione (80-90% della sua alimentazione) dell'aquila reale (*Aquila chrysaëtos*) nel periodo tardo primaverile-estivo;⁵⁸ in particolare, lo svezzamento degli aquilotti è quasi esclusivamente affidato alla carne di questo roditore. Occasionalmente anche l'Astore (*Accipiter gentilis*)⁵⁹ e il Gipeto (*Gypaetus barbatus*)⁶⁰ possono predarla. Le predazioni terrestri avvengono essenzialmente ad opera della volpe (*Vulpes vulpes*), che caccia generalmente individui stremati dal letargo o cuccioli.

Il comportamento di sorveglianza della marmotta è valutabile in base al numero di volte in cui essa interrompe la sua attività di foraggiamento per sollevare la testa in atteggiamento circospetto ed in base alla durata di queste interruzioni. La proporzione temporale tra sorveglianza e foraggiamento varia con il grado di rischio, ma si è notato che il tempo dedicato al foraggiamento non scende mai sotto al 70%. Inoltre un aumentato rischio influisce sul numero delle interruzioni ma non sulla loro durata.⁶¹

Ruolo di fondamentale importanza nella difesa dai predatori assume il fischio d'allarme. In realtà non si tratta di un vero e proprio fischio bensì di un grido molto acuto la cui origine anatomica si colloca nella laringe.

Sono stati classificati tre tipi di fischi.⁶²

- fischio singolo, segnale unico, acuto aspro e prolungato;

⁵⁸ PIGOZZI G., "Predation on alpine marmot (*Marmota marmota*) by a golden eagle, *Aquila chrysaëtos*", *Atti Soc. It. Sc. Nat. e del Museo Civ. St. Nat. Milano*, 1989.

⁵⁹ PERRONE A., MACCHI E., DURIO P., "Un caso di predazione di astore (*Accipiter gentilis*) su Marmotta (*Marmota marmota*)", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and on genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., 1992.

⁶⁰ HEREDIA R., HERRERO CORTES J., "Interazioni tra la marmotta alpina (*Marmota marmota*) ed il gipeto (*Gypaetus barbatus*) nei Pirenei meridionali", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and on genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds, 1992.

⁶¹ RENARD M.A., "Le comportement de surveillance chez la marmotte alpine (*Marmota marmota*)", *D.E.A et formation doctorale, Analyse et Modélisation des Systèmes Biologiques*, Université Claude Bernard-Lyon 1, 1997.

⁶² LENTI BOERO D., "Alarm calling in alpine marmot (*Marmota marmota* L.): evidence for semantic communication", *Ethol. Ecol. and Evol*, 1992.

- fischio multiplo, suono acuto consistente in una serie di segnali anche molto numerosi (fino a diverse dozzine), emessi in successione intervallati da uno o pochi secondi;
- fischio multiplo rallentato, di tonalità più bassa con intervalli più lunghi.

Esistono due spiegazioni diverse ai vari tipi di fischio. Lenti Boero⁶³ ipotizza che il fischio singolo venga emesso per segnalare predatori aerei, mentre quello multiplo quando il pericolo viene da terra. Altri autori⁶⁴ ritengono invece che il tipo di fischio emesso dipenda non tanto dal tipo di stimolo esterno, quanto dal grado di rischio percepito in base all'esperienza dell'animale fischiatore. A questo proposito è stato notato che l'arrivo improvviso di una volpe viene segnalato con un fischio singolo. Si è osservato che le reazioni dei conspecifici sono più intense e rapide in risposta al fischio singolo. Di solito gli animali si alzano sulle zampe posteriori e poi corrono a rifugiarsi nella tana, più raramente si limitano a guardarsi intorno. Non è da escludere una partecipazione attiva nella reazione degli animali, che una volta avvisati verificano da sé l'importanza del pericolo.⁶⁵ Il fischio multiplo invece aumenta il grado di sorveglianza degli animali ma non ne induce la fuga.

Tutti gli individui possono fischiare anche se preposta a questo compito è la sentinella. La tipica posizione del fischio è quella "a candelieri", ma il fischio può essere emesso in qualsiasi posizione.

⁶³ LENTI BOERO D., (cfr. n. 62), 1992.

⁶⁴ HOFFER S., INGOLD P., "Die Pfiffe des Alpenmurmeltiers. Form und Auftreten im Zusammenhang mit der Feindvermeidung", *Rev. suisse Zool.*, 1984; BLUMSTEIN D.T., "The evolution of situationally specific marmot communication", *Holarctic marmot as a factor of biodiversity*, Rumiantsev V.Yu., Nikol'skii A.A. & Brandler O.V. eds., ABF, Moscow, 1997a; FACELLO C., MACCHI E., PANZERA M., PIAZZA R., TESIO E., "Some phonetic parameters of the alarm calls in *Marmota marmota* L.: differences between the first and the secondary whistles related to

IV. STORIA E DISTRIBUZIONE DELLA SPECIE

IV.1. Status in Europa

Durante l'Olocene, le condizioni di vita della marmotta alpina sono state influenzate da variazioni ambientali consistite in fluttuazioni a lungo termine dell'altitudine dell'habitat ottimale. Questo ha comportato lo spostamento degli insediamenti da quote relativamente basse a quote molto più elevate, determinando l'isolamento e, in alcuni casi, l'estinzione locale delle marmotte. Tutto indica però che la diminuzione storica della loro area di distribuzione è probabilmente dovuta soprattutto alla pressione antropica.

L'attuale distribuzione europea (fig. 21) della marmotta alpina è il risultato del comporsi di popolazioni autoctone e di nuovi insediamenti originati grazie a ripetuti interventi di reintroduzioni in molte delle aree vocazionali.

the silhouettes", *Holarctic marmot as a factor of biodiversity*, Rumiantsev V.Yu., Nikol'skii A.A. & Brandler O.V. eds., ABF, Moscow, 1997.

⁶⁵ BLUMSTEIN D.T., ARNOLD W., "Situational-specificity in alpine-marmot alarm communication", *Ethology*, 1995.

Ad eccezione delle Alpi, le marmotte si sono estinte in Francia in epoca storica. Numerosi interventi di reintroduzione e ripopolamento sono stati realizzati, a partire dal 1964, soprattutto nella zona centrale delle Alpi, ma anche nelle zone prealpine e nei Pirenei. Grazie a queste attività la specie si trova oggi in tutte le Alpi e Prealpi Meridionali francesi e praticamente in tutte le alte valli dei Pirenei.⁶⁶ L'efficacia delle reintroduzioni sui Pirenei ha portato la specie a colonizzare anche il versante spagnolo,⁶⁷ dove la sua espansione continua nelle aree in cui non è stata già raggiunta la saturazione.⁶⁸ Alcuni insediamenti si trovano anche nel Massiccio Centrale.

In Svizzera, le marmotte sono state introdotte nei monti Giura dove le popolazioni si conservano grazie a ripetuti ripopolamenti.⁶⁹

La distribuzione attuale della specie in Austria può essere divisa in due zone principali secondo l'origine: nella parte occidentale delle Alpi austriache sono presenti popolazioni autoctone che abitano un territorio continuo lungo le principali catene montuose; nella parte orientale, su massicci parzialmente isolati, esistono invece popolazioni che si sviluppano in una zona più frammentata, ciascuna originata dalla discendenza di un numero ridotto di fondatori. Solo certe montagne calcaree isolate ai margini nord e sud dell'area di distribuzione (Tirolo, Salisburgo, Alta Austria, Carinzia) non presentano popolazioni di marmotte.⁷⁰

⁶⁶ BESSON J.P., "Introduction de la marmotte dans les Pyrénées Occidentales", *C.R. du 96ème Congrès des Sociétés Savantes*, Toulouse, 1971; JEAN O., *La marmotte (Marmota marmota L., 1758) dans les Pyrénées. Implantation- Développement - Répartition*. Thèse E.N.V. Toulouse, 1981. (Citati da Ramousse R., Martinot J.P., Le Berre M., "Vent'anni di politica di reintroduzione della marmotta alpina nel parco Nazionale della Vanoise (Alpi francesi)", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992.)

⁶⁷ HERRERO J., HIDALGO R., GONZALES R., "Colonization process of the alpine marmot (*Marmota marmota*) in Spanish Western Pyrenees", *Pirineos*, 1988.

⁶⁸ RAMOUSSE R., MARTINOT J.P., LE BERRE M., "Vent'anni di politica di reintroduzione della marmotta alpina nel parco Nazionale della Vanoise (Alpi francesi)", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992.

⁶⁹ RUMIANTSEV V.YU., BIBIKOV D.I., "Les marmottes d'Europe: histoire, conditions actuelle, perspectives", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996.

⁷⁰ PRELEUTHNER M., GOSSOW H., GAMAUF A., RABEDER G., "Histoire récente de la colonisation des marmottes dans les Alpes orientales", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996.

Alcune marmotte, provenienti dal Parco Nazionale della Vanoise (Francia) sono state reintrodotte con successo nel 1973 e 1974, nelle Alpi della Transilvania (Romania). Sette anni più tardi, sono state contate tra le 150 e le 210 marmotte nelle Alpi Transilvaniche. Gli animali si sono spostati a quote più elevate e anche in valli vicine a quelle di rilascio, nonostante la forte pressione venatoria del territorio.⁷¹ E' ancora poco chiaro se, in questa zona, la specie possa essere considerata indigena e successivamente estinta o se invece essa non sia mai stata presente.⁷²

IV.2. Status in Italia

La storia della marmotta in Italia ricalca quella del resto d'Europa. Anche in Italia durante l'Olocene è avvenuto uno spostamento degli insediamenti a quote più elevate, in seguito a mutazioni climatiche. In alcune aree, in particolare nell'Appennino, il fenomeno ha provocato l'isolamento e in molti casi l'estinzione delle popolazioni. L'attività umana ha causato, in tempi storici, un'ulteriore diminuzione degli insediamenti. Solo grazie ai numerosi interventi di reintroduzione intrapresi negli ultimi decenni la marmotta è tornata a colonizzare molte delle zone vocazionali giungendo ad una buona densità su tutto l'arco alpino e in parte della catena appenninica.

Numerosi studi condotti in diverse aree del territorio alpino hanno verificato che la marmotta è ben rappresentata in molte zone: nelle montagne bellunesi,⁷³ sulle Alpi Orobiche e Prealpi Bergamasche,⁷⁴ nel Parco Nazionale del Gran Paradiso,⁷⁵ nel parco naturale Orsiera-Rocciavré,⁷⁶ nel Parco Naturale di Paneveggio-Pale di San Martino (Alpi orientali),⁷⁷ nelle Alpi Giulie e nelle Prealpi Giulie e Carniche,⁷⁸ e nel Parco Regionale della Lessinia.⁷⁹

⁷¹ RAMOUSSE R., MARTINOT J.P., LE BERRE M., (cfr. n. 68), 1992.

⁷² HODOR C., VALCU M., "Statut historique actuel de la marmotte alpine (*Marmota marmota* L.) dans les Carpates roumaines", *Stratégies adaptatives et diversité chez les marmottes*, Ramousse R., Allainé D. & Le Berre M. eds., IMN, Lyon, 2003.

⁷³ CHIESURA CORONA M., "Osservazioni sulla distribuzione e l'abbondanza della marmotta alpina (*Marmota marmota* L.) nel territorio bellunese (Alpi Sud-Orientali)", *Proceedings of the 1st*

La presenza attuale della marmotta nell'Appennino è da attribuirsi esclusivamente a interventi di reintroduzione a partire dal 1946, operate principalmente dal Corpo Forestale dello Stato. Oggi essa è diffusa, seppure in modo discontinuo, dal parmense al bolognese.⁸⁰ Grazie ad un monitoraggio a partire dal 1986 si è constatato che numero e distribuzione degli animali sono stabili, così come la dislocazione delle tane. Questa stabilità potrebbe essere attribuibile al fatto che la popolazione dell'Appennino ha già saturato gli habitat disponibili, che sono, in ogni caso, estremamente limitati e concentrati in un piccolo range altitudinale tra il limite superiore del bosco (1600-1700 metri s.l.m.) e la cresta (1900-2000 metri s.l.m.).⁸¹

Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992.

⁷⁴ PANSERI M., (cfr. n. 1), 1989a; FRIGERIO D., (cfr. n. 1), 1992.

⁷⁵ PERACINO V., BASSANO B., (cfr. n. 22), 1987.

⁷⁶ VITA A., "La popolazione di marmotta (*Marmota marmota*) nel Parco Naturale Orsiera Rocciavré", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992.

⁷⁷ VENTURA LUINI P., "Indagine conoscitiva sulla marmotta alpina (*Marmota marmota* L.) nel Parco Naturale di Paneveggio-Pale di San Martino (Alpi Orientali)", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmot*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992.

⁷⁸ LAPINI L., "La marmotta alpina *Marmota m. marmota* (Linnaeus, 1758) nella Regione Friuli-Venezia Giulia", *Fauna*, 1993.

⁷⁹ SCARAVELLI D., GAZZANI V., "La marmotta (*Marmota marmota*) nel Parco Regionale della Lessinia (Vr-Vi)", *IV Convegno dei faunisti veneti*, 2003.

⁸⁰ FERRI M., PIGOZZI G., SALA L., SOLA C., SPAMPANATO A., TARANTINO J., TONGIORGI P., TOSI L., "Primi risultati di una ricerca sulla popolazione di *Marmota marmota* del crinale appenninico Tosco-Emiliano", *Atti del I Convegno Nazionale dei Biologi della Selvaggina*, Suppl. alle Ricerche di Biologia della Selvaggina, 1988.

⁸¹ SALA L., TONGIORGI P., GIANAROLI M., SOLA C., SPAMPANATO A., "Long-term monitoring of a population of marmots in the northern Apennines – Preliminary data", *Holarctic Marmots as a factor of Biodiversity*. Rumiantsev V.Yu., Nikol'skii A.A. & Brandler O.V. eds., ABF, Moscow, 1997.

IV.3. Storia della marmotta sulle Alpi Orobie bergamasche

La pressione venatoria è sicuramente la causa determinante nell'andamento delle popolazioni di marmotte nel territorio bergamasco. La marmotta era cacciata per la carne, la pelliccia ed il grasso. Il consumo di carni e l'uso della pelliccia di marmotta da parte dell'uomo sono molto antichi, lo dimostrano i ritrovamenti (resti alimentari e elementi scheletrici) risalenti al Paleolitico medio e superiore sia sulle Alpi svizzere che su quelle italiane.⁸² La caccia alle marmotte fu regolamentata da una legge venatoria emanata verso la metà degli anni Trenta. Attualmente la marmotta in Italia è soggetta ad un regime di protezione totale con la legge n. 968 del 27 dicembre 1977: "Principi generali e disposizioni per la protezione e la tutela della fauna e la disciplina della caccia".

Da indagini svolte negli anni 1911, 1928, e 1933 sembra che la popolazione di marmotta sia diminuita in modo drastico tra la fine dell' Ottocento e l'inizio del Novecento.⁸³ Una successiva indagine svolta negli anni cinquanta⁸⁴ rivela l'esistenza di due tentativi di reintroduzione uno in alta Valle Seriana, nel 1933, e l'altro in Valle di Scalve, nel 1950. Negli anni '60 la presenza della marmotta risulta certa, anche se sporadica. Quasi certamente alcuni insediamenti si originarono grazie alla diffusione di popolazioni reintrodotte nelle vicine province.⁸⁵ Tra la fine degli anni '60 e l'inizio degli anni '70 ripetuti interventi di reintroduzione con esito positivo vennero effettuati in diverse località della Valle Brembana. Fino all'inizio degli anni '70 le presenze di questa specie arrivavano a circa un centinaio d'individui sulle Orobie. Gli interventi successivi hanno avuto tanto successo che nel 1990 l'Azienda Regionale delle Foreste ha chiesto alle due amministrazioni provinciali competenti per il territorio la fornitura

⁸² GIACOBINI G., "Analisi tafonomica di resti di marmotta in depositi preistorici. Aspetti metodologici e problemi interpretativi", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992.

⁸³ GHIGI A., "Ricerche faunistiche e sistematiche sui Mammiferi d'Italia che formano oggetto di caccia", *Natura*, 1911.

⁸⁴ TOSCHI A., "Sul popolamento della marmotta nelle Alpi italiane", *Ricerca zoologica applicata alla caccia*, 1954.

⁸⁵ PANSERI M., (cfr. n. 1), 1989a.

di 30 capi riproduttori allo scopo di operare la reintroduzione della specie in aree demaniali ubicate nella Comunità Montana dell'Alto Garda Bresciano.⁸⁶

⁸⁶ BONZANO A.G., "Oltre duemila le marmotte presenti sulle nostre montagne", *Bergamo caccia e pesca*, 1992; "La presenza delle marmotte sulle montagne bergamasche", *Bergamo caccia e pesca*, 1992.

V. ECO-ETOLOGIA E GESTIONE DELLA FAUNA

Nel corso degli ultimi cinquant'anni si è assistito ad un drastico mutamento nelle motivazioni che portano allo studio della fauna alpina. Se in passato le finalità erano principalmente di tipo venatorio, negli ultimi decenni hanno assunto un ruolo prioritario la conoscenza e la salvaguardia del territorio in tutti i suoi aspetti. E' possibile valutare questo cambiamento di rotta seguendo l'andamento delle popolazioni di alcuni vertebrati che per vari motivi sono, o sono stati in passato, oggetto di caccia. Così è per alcune specie di uccelli, per esempio i rapaci, per i grossi carnivori, quali l'orso e il lupo, per gli ungulati, quali il camoscio e lo stambecco e per molti altri animali tra cui appunto la marmotta alpina di cui è già stata descritta la storia del secolo scorso.

Il ruolo della marmotta nell'economia alpina ha subito lo stesso destino in tutte le zone in cui essa è presente. Il suo valore cinegetico diretto (valore di caccia) è stato progressivamente sostituito dal ruolo di risorsa naturale come elemento centrale nell'ecosistema alpino. Nelle zone a maggiore sviluppo turistico essa ha assunto un valore ricreativo e mediatico tanto da poter essere considerata un elemento di sviluppo durevole delle montagne.⁸⁷

Nelle Alpi Orobiche e Prealpi Bergamasche il valore della marmotta è legato prioritariamente al ruolo che essa occupa nell'ecosistema montano. Essa infatti, essendo sottoposta ad un regime di protezione totale non costituisce più una preda cacciabile; inoltre la vocazione turistica delle montagne bergamasche è solo parzialmente sviluppata.

La marmotta s'inserisce a vari livelli nell'ambiente alpino. La sua attività di scavo modifica le caratteristiche strutturali e chimiche del suolo, donando contemporaneamente un aspetto particolare al paesaggio.⁸⁸ Le tane attirano gli

⁸⁷ RAMOUSSE R., "Valeur récréative d'une espèce sauvage en France: la marmotte alpine", *4ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1996.

⁸⁸ ZIMINA R.P., "Les marmottes et les transformations du paysage depuis le Pléistocène", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996. (Citato da Ramousse R., Le Berre M., "Pour un projet de charte de réintroduction de la marmotte alpine en France", *3ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1996.)

ungulati selvatici e domestici, gli uccelli e gli insetti che approfittano delle qualità alimentari della loro vegetazione specifica. Un livello moderato di foraggiamento delle marmotte riduce infatti la dominanza delle piante comuni e aumenta così la diversità vegetale.⁸⁹ Inoltre le tane possono costituire un rifugio per una grande varietà di animali.⁹⁰ Infine le marmotte permettono lo sviluppo di specie rare, come l'aquila reale, e la riduzione della pressione predatoria sulle specie minacciate.⁹¹

Nel territorio montano orobico la correlazione fra marmotte e aquile, riconducibile alla legge di Lotka-Volterra (fig. 22), per esempio, è provata dal ritrovamento di ben sei nidi d'aquila nel '91, laddove in passato il rapace risultava pressoché scomparso. La passata riduzione numerica di predatori come la volpe e i piccoli mustelidi è sicuramente da imputare principalmente alla pressione venatoria; nel caso dell'aquila invece ha giocato un ruolo altrettanto importante la mancanza di prede elettive quali le marmotte.

L'espansione spaziale che la marmotta alpina mostra in tutte le aree in cui è attualmente presente non deve mascherare la fragilità della maggior parte delle sue popolazioni. Il monitoraggio degli insediamenti dell'animale si limita infatti a poche zone, che non possono essere prese ad esempio per tutte le situazioni locali della specie.⁹² Inoltre la variabilità genetica della marmotta alpina, già tanto

⁸⁹ DEL MORAL R., "The impact of the olympic marmot on subalpine vegetation structure", *Am. j. bot.*, 1984. (Citato da Ramousse R., Le Berre M., "Pour un projet de charte de réintroduction de la marmotte alpine en France", *3ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1996.); SEMENOV Y., RAMOUSSE R., LE BERRE M., "Impact de la marmotte (*Marmota marmota*) sur la diversité floristique des prairies alpines", *Stratégies adaptatives et diversité chez les marmottes*, Ramousse R., Allainé D. & Le berre M. eds., IMN, Lyon, 2003.

⁹⁰ MARIÉ M.P., "Contribution à l'étude et à la recherche des Arthropodes commensaux de la marmotte des Alpes", *Ann. Sci. Nat., Zoologie* - 10ème série, 1930. (Citato da Ramousse R., Le Berre M., "Pour un projet de charte de réintroduction de la marmotte alpine en France", *3ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1996.)

⁹¹ RAMOUSSE R., LE BERRE M., "Pour un projet de charte de réintroduction de la marmotte alpine en France", *3ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1996.

⁹² RAMOUSSE R., LE BERRE M., (cfr. n. 91), 1996.

limitata da esserle riconosciuta la definizione di specie relitta,⁹³ è stata ulteriormente accentuata da reintroduzioni realizzate a partire da un numero ristretto di individui della medesima provenienza.⁹⁴ Infine il suo habitat potrebbe essere minacciato, in futuro, dal riscaldamento del pianeta.⁹⁵ Questa situazione rende necessari degli interventi di conservazione della marmotta all'interno di un piano di gestione dell'ecosistema alpino.

La possibilità di gestione e tutela di una specie selvatica come la marmotta è subordinata all'acquisizione di dati relativi a tre diversi gruppi di informazioni. Innanzitutto è necessario determinare la distribuzione spaziale e la consistenza della specie. Secondariamente è indispensabile conoscere i suoi parametri chiave (tasso di natalità, tasso di sopravvivenza, sex-ratio, classi di età). Infine è essenziale individuare i fattori socioecologici che influenzano la biologia della specie.

A questo proposito è stata proposta una carta di reintroduzione della marmotta alpina in Francia che ha come elementi preliminari fondanti da un lato la scelta accurata degli animali da reintrodurre (numero, sesso ed età, origine degli animali) e la loro cura (modalità di cattura e di trasporto), dall'altro l'individuazione del tempo e del luogo di rilascio.⁹⁶

⁹³ BIBIKOV D.I., RUMIANTSEV V. YU., "Relations passées et actuelles entre l'homme et les marmottes en ex-Union Soviétique", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996. (Citato da Ramousse R., Le Berre M., "Pour un projet de charte de réintroduction de la marmotte alpine en France", *3ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1996.)

⁹⁴ PRELEUTHNER M., PINSKER W., GRINNER M., "L'analyse électrophorétique de quinze populations sauvages (*Marmota marmota*) révèle un ancien goulot d'étranglement.", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996. (Citato da Ramousse R., Le Berre M., "Pour un projet de charte de réintroduction de la marmotte alpine en France", *3ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1996.)

⁹⁵ OZENDA P., BOREL J.L., "Les conséquences écologiques possibles des changements climatiques dans l'arc alpin", *Rapport Futuralp*, ICALPE, 1991. (Citato da Ramousse R., Le Berre M., "Pour un projet de charte de réintroduction de la marmotte alpine en France", *3ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1996.)

⁹⁶ GEAY J.M., LAMBRECH M., JAMIN J., "Contribution à une charte de réintroduction de la marmotte alpine (*Marmota marmota*) en France", *3ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1996.

Quest ultimo elemento è basato sulle conoscenze acquisite grazie a studi di tipo eco-etologico come il presente, che chiariscono le scelte ambientali dell'animale e ne evidenziano le preferenze. Attraverso questo genere di informazioni è, infatti, possibile valutare la capacità faunistica di un territorio per la specie stessa⁹⁷ ed individuare, al suo interno, le diverse vocazionalità.⁹⁸

⁹⁷ LE BERRE M., "Pour une gestion rationnelle de la marmotte alpine, ressource naturelle et élément du patrimoine naturel", *2ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1993; APOLLONIO M., "I modelli di valutazione ambientale per gli Ungulati con particolare riferimento allo Stambecco", *Atti Conv. Int. "Lo Stambecco delle Alpi"*, Valdieri-Cuneo, 1987. (Citato da Bassano B., Grimod I., Peracino V., "Distribuzione di marmotta alpina in Valle d'Aosta e analisi di vocazionalità", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992.)

⁹⁸ BASSANO B., GRIMOD I., PERACINO V., "Distribuzione di marmotta alpina in Valle d'Aosta e analisi di vocazionalità", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992.

VI. ALPI OROBIE E PREALPI BERGAMASCHE

VI.1. Aspetti geologici

Le Alpi Orobie sono una catena montuosa geologicamente ben individuata da due grandi sistemi di faglie: a nord la linea insubrica le separa dalle Alpi Centrali; a sud un importante sistema di fratture le divide dalle mesozoiche Prealpi Bergamasche.

Il presente studio si occupa in particolare del settore occidentale delle Alpi Orobie e delle Prealpi Bergamasche, corrispondente alla Valle Brembana.

Le Alpi Orobie appartengono alle "Alpi Meridionali" o "Complesso Sudalpino" la cui struttura geologica è costituita da due porzioni distinte. Il basamento cristallino è formato da rocce molto antiche, metamorfiche (scisti e gneiss cristallini) o di origine magmatica più o meno profonda o addirittura effusive. Più recenti, per lo più triassiche, sono le rocce sedimentarie depositate in ambiente subacqueo sul basamento cristallino.

La tettonica delle Alpi Orobie è relativamente semplice in quanto si osserva una discesa delle formazioni geologiche da nord verso sud, dalle più antiche alle più recenti. L'assetto strutturale delle Prealpi Bergamasche è invece determinato dalla sovrapposizione di elementi tettonici di copertura. Nell'area interessata dal presente lavoro ricadono entrambe le tipologie litologiche, quella paleozoica del basamento cristallino e quella più recente delle coperture sedimentarie, con andamento all'incirca Ovest-Est.

Il paesaggio alpino che si presenta all'osservatore (fig. 23a, 23b) è il risultato della combinazione di due fenomeni geologici: il primo è legato ai processi interni alla crosta terrestre; il secondo ai mutamenti climatici che hanno interessato l'atmosfera (azione glaciale e fluviale, carsismo, frane e collassi di versante).⁹⁹

⁹⁹ SAGLIO S., CORTI A., CREDARO B., *Alpi Orobie*, C.A.I. e T.C.I., 1957.

VI.2. Caratteristiche ambientali

Alpi Orobie e Prealpi Bergamasche sono caratterizzate da un clima continentale con una forte escursione termica giornaliera e minima annua. Le precipitazioni sono concentrate in primavera-estate. La copertura nevosa può persistere fino a 180 giorni secondo l'altitudine e l'esposizione.

Dell'abbondante copertura glaciale restano solo poche tracce, ghiacciai di circo, limitate alla zona centro-orientale della catena che presenta un'altitudine media superiore oltre che una maggiore quantità di precipitazioni. E' invece più facilmente osservabile l'effetto dell'attività glaciale sul paesaggio: rocce montonote, circhi e soglie glaciali.

Le acque delle Alpi Orobie e delle Prealpi Bergamasche appartengono a due distinti bacini fluviali: quello del fiume Adda e quello del fiume Oglio.

L'esposizione e la diversa pressione antropica concorrono nel caratterizzare in modo nettamente diverso i due versanti settentrionale e meridionale delle Alpi Orobie per quanto riguarda vegetazione e flora.

Il versante valtellinese presenta tutta la seriazione dei tipi di bosco, dal castagneto ai boschi di aghifoglie ipsofile, che lasciano il posto, a quote superiori, alle praterie alpine. Quello bergamasco invece mostra un'estrema irregolarità dei limiti altitudinali. Il limite della vegetazione forestale varia dai 2000 metri della Valle Brembana ai soli 1700 nell'alta Valle Seriana. Anche nella distribuzione delle singole specie si manifestano sensibili differenze. Il faggio (*Fagus silvatica*) forma complessi boschivi sia puri che in mescolanza con varie latifoglie quali il carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e il nocciolo (*Corylus avellana*), o con aghifoglie come l'abete rosso (*Picea abies*), che è la specie dominante, il larice (*Larix decidua*) e l'abete bianco (*Abies alba*). Il castagno (*Castanea sativa*) risulta poco rappresentato nell'alta Valle Brembana e del tutto assente nell'alta Valle Seriana e nella Valle di Scalve.

La flora è notevolmente influenzata dalla natura dei terreni che, essendo derivato quasi esclusivamente da rocce arcaiche, sono acidi. Nelle praterie alpine dominano, tra gli arbusti latifogli, il salice (*Salix glabra*), l'ontano verde

(*Alnus viridis*), il mirtillo (*Vaccinium myrtillus*), il rododendro (*Rhododendron ferrugineum*), l'uva orsina (*Arctostaphylos uva-ursi*), l'erica (*Erica carnea*); tra le aghifoglie il ginepro (*Juniperus communis*) e il pino mugo (*Pinus mugo*).

Particolarmente interessante dal punto di vista botanico sono alcune specie floreali osservabili sul massiccio dell'Arera. In questa zona, di formazione calcareo-dolomitica, sono rinvenibili alcuni paleoendemismi, come l'*Allium insubricum*, la *Campanula raineri* e la *Silene elisabethae* oltre che tre specie esclusive della flora alpina bergamasca, la *Linaria tonzigii*, il *Galium montis-arerae* e la *Saxifraga presolanensis*.¹⁰⁰

Come in quasi tutte le zone alpine, anche sulle Orobie mancano, perché estinti, i grossi mammiferi predatori: la lince (*Lynx lynx*), il lupo (*Canis lupus*), l'orso (*Ursus arctos*) e il più piccolo gatto selvatico (*Felis silvestris*). La loro assenza ha permesso la proliferazione di altri mammiferi che ora sono molto numerosi. Tra gli ungulati si trovano: il camoscio (*Rupicapra rupicapra*), diffuso ormai su tutta la catena montuosa; lo stambecco (*Capra ibex*), recentemente reintrodotta; il capriolo (*Capreolus capreolus*), frequente nelle zone boschive ed il cervo (*Cervus elaphus*), in genere scarso. La volpe (*Vulpes vulpes*), l'ermellino (*Mustela erminea*), la martora (*Martes martes*), la faina (*Martes foina*) e la donnola (*Mustela nivalis*) sono distribuiti dal fondovalle fino alle vette. Tra i roditori, oltre alla marmotta (*Marmota marmota*) di cui si è già ampiamente detto, possiamo trovare molti esemplari di scoiattolo (*Sciurus sciurus*) e numerosi altri piccoli rappresentanti dell'ordine. L'avifauna stanziale è rappresentata principalmente dall'aquila reale (*Aquila chrysaetos*), dal corvo imperiale (*Corvus corax*), dalla coturnice (*Alectoris saxatilis*) e dal gallo forcello (*Lyrus tetrix*). Pesci, anfibi e rettili sono rappresentati da specie per lo più comuni.¹⁰¹

¹⁰⁰ BRISSONI C., *Il sentiero dei fiori*, Riv. Istituzioni e Territorio, Ed. Provincia di Bergamo, 1987.

¹⁰¹ SAGLIO S., CORTI A., CREDARO B., (cfr. n. 99), 1957.

VI.3. Caratteristiche antropiche

Lo sfruttamento antropico del territorio montano orobico è stato, e in parte è ancora, legato alle attività zootecniche e in particolare alla pastorizia. Ciò è dovuto innanzitutto all'esiguità delle superfici coltivabili che ha reso pressoché obbligato un uso del terreno a prato e/o pascolo.

Durante la stagione estiva è possibile osservare pascoli alpini occupati da bovini od ovini. E' con questi animali che le marmotte devono competere per l'occupazione della nicchia ecologica.

Se la pastorizia è un'attività in declino, non altrettanto si può dire per il turismo e, nello specifico, per l'escursionismo. Sono sempre più frequentati, infatti, gli itinerari che percorrono le valli orobiche e che portano ai numerosi rifugi del territorio. Il sentiero delle "Orobie Occidentali" (indicato dal segnavia C.A.I. numero 101) attraversa tutto il territorio interessato dal presente lavoro. Partendo dal paese di Cassiglio si incrociano i rifugi: Cazzaniga, A. Grassi, C. Benigni, Ca' San Marco e F.lli Calvi. Sono presenti altri due rifugi accessibili attraverso sentieri che si distaccano dal 101: il rifugio F.lli Longo, in prossimità del monte Aga, ed il rifugio dei Laghi Gemelli, raggiungibile anche con il sentiero delle "Orobie Centro-Orientali". Sono ampiamente distribuiti anche alcuni bivacchi e numerose baite. L'unica zona priva di rifugi è quella più intensamente sfruttata per gli sport invernali che corrisponde al territorio di Foppolo, di Valleve e della Val Carisole. La zona dei Piani dell'Avaro ha invece ormai perso richiamo per quanto riguarda gli sport invernali.

VII. FASI DEL LAVORO

La colonizzazione delle montagne bergamasche da parte delle marmotte, come già detto, si colloca tra la fine degli anni '60 e l'inizio degli anni '70 principalmente grazie ad interventi di reintroduzione. Negli scorsi decenni le popolazioni hanno potuto prosperare e diffondersi dai luoghi di rilascio verso i territori circostanti, agevolate dal regime di protezione totale a cui sono sottoposte. Esistono notevoli differenze di densità tra le diverse zone montuose bergamasche, in relazione ai parametri ecologici ed alla pressione antropica. La diffusione degli animali è quindi qualitativamente e quantitativamente influenzata dalla varietà e dalla disponibilità dell'habitat.

La possibilità di analizzare l'influenza delle diverse situazioni ambientali è necessariamente legata all'osservazione di un territorio che per dimensioni e caratteristiche possa comprendere diverse tipologie. La scelta della Valle Brembana come area di studio è stata motivata sia dalla varietà degli habitat presenti, sia dalla disponibilità di lavori precedenti riguardanti il territorio più occidentale della valle.¹⁰² La possibilità di verificare l'adeguatezza del metodo di studio utilizzato è risultato uno strumento indispensabile per la buona riuscita del lavoro.

VII.1. Metodi

VII.1.1 Determinazione delle aree campione

Preliminarmente è stata individuata l'area disponibile attraverso lo studio di Carte Tematiche Regionali (uso e copertura del suolo)¹⁰³ in scala 1:50000. Il limite superiore coincide con il crinale orobico che presenta una serie di cime tra

¹⁰² PANSERI M., (cfr. n.1), 1989; FRIGERIO D., (cfr. n. 1), 1992-93.

¹⁰³ Foglio B3 – Alto Lario; Foglio B4 – Como-Lecco; Foglio C4 – Clusone.

cui spiccano il Pizzo dei Tre Signori (2554 metri), il monte Ponteranica (2378 metri), il Corno Stella (2620 metri), il Monte Aga (2720 metri) e il Pizzo del Diavolo di Tenda (2914 metri). Il limite inferiore è collocato in corrispondenza del limite del bosco, concordemente con molti autori.¹⁰⁴ Infine i limiti occidentale e orientale sono individuati dal bacino idrografico del Brembo. Dal territorio risultante sono state poi escluse tutte le isole boschive, le aree urbanizzate e gli specchi d'acqua.

Esistono almeno due diversi metodi per analizzare i fattori ambientali importanti per la biologia delle marmotte. E' possibile misurare e valutare i parametri ecologici limitatamente alla superficie coloniale.¹⁰⁵ In questo caso le preferenze ambientali evidenziate prescindono necessariamente dalle disponibilità offerte dal territorio esaminato. Nel presente lavoro si è operato invece seguendo un secondo metodo. Si è scelta una zona in cui sono state valutate le preferenze ecologiche in relazione alle effettive disponibilità ambientali. Questo secondo procedimento permette di contestualizzare i dati ottenuti e limita notevolmente eventuali deformazioni dei risultati, legate a situazioni locali.

Data l'ampiezza del territorio (circa 16322,5 ettari contro i 2555 dei lavori precedenti relativi alla medesima zona) si è deciso di ricorrere a metodi indiretti, con l'individuazione di aree campione. Il metodo basato sulle aree campione è ampiamente utilizzato per molti studi sulla marmotta.¹⁰⁶

¹⁰⁴ FERRI M., PIGOZZI G., SALA L., SOLA C., SPAMPANATO A., TARANTINO J., TONGIORGI P., TOSI L., (cfr. n. 81), 1988; RODRIGUE I., ALLAIN D., RAMOUSSE R., LE BERRE M., "Strategia di occupazione dello spazio della marmotta alpina (*Marmota marmota*) in relazione a fattori ecologici", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992; ALLAIN D., RODRIGUE I., LAFRONT C., "Rôle des facteurs écologiques sur la stratégie d'installation des marmottes", *1^{ère} Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1992.

¹⁰⁵ RAMOUSSE R., LE BERRE M., NEBEL D., LE GUELTE L., "Introduction de la marmotte alpine dans la réserve du Mont Valier: premier bilan", *2^{ème} Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1993; CHIESURA CORONA M., (cfr. n. 73), 1992; MACCHI E., BASSANO B., DURIO P., TARANTOLA M., VILA A., "Caratteristiche ecologiche degli insediamenti di marmotta alpina (*Marmota marmota*)", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992.

¹⁰⁶ RODRIGUE I., ALLAIN D., RAMOUSSE R., LE BERRE M., (cfr. n. 104), 1992; ALLAIN D., RODRIGUE I., LAFRONT C., (cfr. n. 104), 1992; NEBEL D., "Occupation de l'espace en 1996 par la population de marmotte (*Marmota marmota*) de la Réserve Domaniale du Mont-Vallier", *4^{ème} Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1996.

La fase successiva del lavoro è stata il dimensionamento del campione. Si è optato per un campione di 4 ettari ogni 100. Attraverso un'osservazione sulla cartina si è notato che tale dimensionamento permette una buona copertura del territorio in esame ed inoltre consente la localizzazione dell'area con una buona precisione. Si è stabilito di collocare le aree campione nel quadrante nord-orientale individuato dall'intersezione del reticolato Gauss-Boaga. Si è poi lavorato sull'ingrandimento di dette aree in scala 1:5000 su fogli di lavoro in formato A4 a partire da Carte Tecniche Regionali in scala 1:10000. Infine le aree sono state numerate in senso nord-sud, ovest-est. La zona esaminata è rappresentata nelle cartine:

		C3b4	C3c4	
B3e5	C3a5	C3b5	C3c5	C3d5
			C4c1	C4d1
	C4a2	C4b2	C4c2	
	C4a3	C4b3	C4c3	
			C4c4	

La seguente cartina (fig. 24), in scala 1:100.000, mostra il territorio indagato. La superficie tratteggiata corrisponde all'area di controllo. Quella in verde indica il territorio ripercorso nel 2003.

Sui lucidi (fig. 25) sono indicate le 148 aree campione rilevate

— aree in cui non sono state trovate tane

— aree in cui sono state trovate tane

Numero delle aree per ciascuna cartina

C3b4 (Monte Tartano):	1, 6, 7, 8, 9, 10.
C3c4 (Passo di Dordona):	2, 3, 4, 5, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17.
B3e5 (Premana):	73, 74.
C3a5 (Pizzo dei Tre Signori):	18, 36, 53, 54, 62, 63, 64, 65, 66, 75, 76, 77, 78, 79, 80.
C3b5 (Mezzoldo):	19, 20, 21, 22, 23, 37, 38, 39, 40, 41, 55, 56, 57, 67.
C3c5 (Foppolo):	24, 25, 26, 27, 28, 42, 43, 44, 45, 46, 58, 68, 81, 82.
C3d5 (Pizzo del Diavolo):	29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 59, 60, 61, 69, 70, 71, 72, 83, 84.
C4c1 (Isola di Fondra):	85, 86, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.
C4d1 (Valgoglio):	87, 88.
C4a2 (Piani di Artavaggio):	101, 102, 104, 105, 106, 111, 112, 113, 114, 125, 126, 134.
C4b2 (Piazza Brembana):	115, 116, 127, 135.
C4c2 (Roncobello):	103, 107, 108, 109, 110, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 136, 137, 138, 139, 140.
C4a3 (Taleggio):	141, 142.
C4b3 (San Giovanni Bianco):	143.
C4c3 (Oltre il Colle):	144, 145, 146.
C4c4 (Serina):	147, 148.
Area di controllo:	18, 19, 36, 37, 53, 54, 55, 62, 63, 64, 65, 66, 75, 76, 77, 78, 79, 80.
Aree rilevate nel 2003:	18, 19, 20, 21, 36, 37, 38, 53, 54, 55, 62, 63, 64, 65, 66, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 101, 102, 104, 105, 106, 111, 112, 113, 114, 125, 134.

VII.1.2. Parametri analizzati

La possibilità di un confronto con le precedenti ricerche, relative ad una parte dello stesso territorio, e l'ampia bibliografia in merito hanno indirizzato la scelta dei parametri da valutare ed i metodi di valutazione. Sono stati misurati altitudine, inclinazione, esposizione, assolazione e caratteristiche fisionomiche. Come verrà ampiamente esposto, nel presente lavoro si è proceduto ad una misurazione quantitativa di tutti e cinque i parametri per l'intero territorio, a prescindere dalla presenza o assenza di tane. Nei lavori di Panseri e Frigerio¹⁰⁷ la valutazione quantitativa delle caratteristiche fisionomiche è limitata esclusivamente alla superficie coloniale, da cui l'impossibilità di un confronto numerico per questo parametro.

Altitudine. Sono state considerate fasce altitudinali di 100 metri, dai 1300 metri, quota minima raggiunta dal limite del bosco ai 2500 metri, valore ultimo raggiunto nelle aree campione. In altri lavori, in cui l'intervallo verticale complessivo è più limitato, le fasce altitudinali possono assumere valori inferiori. I valori sono stati ottenuti in base alla lettura cartografica delle isoipse.

Inclinazione.¹⁰⁸ Essa è l'angolo compreso fra il piano orizzontale e il profilo del terreno, a cui corrisponde una misura angolare. La pendenza corrisponde invece al rapporto tra il dislivello e la distanza orizzontale tra due punti e si esprime con un rapporto numerico. E' possibile stabilire una corrispondenza tra l'angolo di inclinazione e la pendenza percentuale attraverso una semplice formula: $\text{pendenza \%} = \text{tg } _ \times 100$, dove $_$ rappresenta il valore angolare dell'inclinazione.

Nella pratica si è utilizzato un regolo (fig. 26) che viene disposto con la sua bisettrice s perpendicolare alla linea di massima pendenza, tra due isoipse contigue; il regolo viene fatto scorrere lungo la sua bisettrice, rispettando rigorosamente la sua perpendicolarità, fintanto che l'intervallo fra le due curve di

¹⁰⁷ PANSERI M., (cfr. n. 1), 1989a; FRIGERIO D., (cfr. n. 1), 1992.

¹⁰⁸ GISOTTI G., (cfr. n. 108), 1990.

livello in esame non risulta interamente compreso in una delle finestre che compongono il regolo. A questo punto è possibile inserire il dato in una classe di valore.

Nel presente lavoro sono state stabilite tre classi di valore, corrispondenti alle finestre del regolo:

inclinazione bassa	0/10 gradi
inclinazione media	10/30 gradi
inclinazione alta	> 30 gradi

Esposizione.¹⁰⁹ E' stato utilizzato un ottagono di riferimento(fig. 27) i cui spicchi individuano 8 classi di esposizione: N, NE, NO, S, SE, SO, E, O. L' esposizione si legge sulle carte in base alla tangenza delle curve di livello all'ideale ottagono.

Assolazione.¹¹⁰ E' la rappresentazione cartografica del soleggiamento a prescindere dalle caratteristiche atmosferiche dell'area in esame. Il termine "soleggiamento" indica il rapporto fra la durata di effettiva visibilità del sole in una determinata località e quella del tempo in cui esso sta al di sopra dell'orizzonte astronomico. L'unità di misura dell'assolazione è l'hn che corrisponde alle "ore di sole normale l'anno", ovvero l'energia solare che la località intercetterebbe se il sole rimanesse immobile per un determinato periodo di tempo sulla normale della località stessa. Si tratta di un valore in eccesso poiché si ipotizzano condizioni atmosferiche ottimali. Tenuto conto della latitudine, la combinazione fra i dati clivometrici e quelli di esposizione consente di determinare le condizioni di assolazione di una determinata area. Le classi di valore individuate a partire dalle "Tavole numeriche dell'assolazione annua" sono:

assolazione bassa	< 1800 hn;
assolazione media	1800 < hn < 2200;

¹⁰⁹ GISOTTI G., *Principi di geopedologia*, Calderini, 1990.

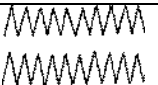
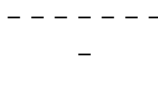
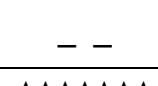
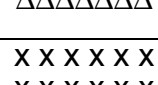
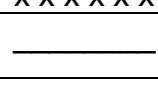
¹¹⁰ GISOTTI G., (cfr. n. 108), 1990.

assolazione alta > 2200 hn.

In pratica l'assolazione bassa corrisponde ad esposizioni N, NE, NO con pendenza media o elevata; l'assolazione media ad esposizioni S, SE, SO, N, NE, NO con pendenza bassa; esposizioni E, O con qualsiasi pendenza; quella alta ad esposizioni S, SE, SO con pendenza media o elevata.

Caratteristiche fisionomiche. Allo scopo di cartografare questo parametro é stata ideata una legenda che prevede sei tipi principali di copertura (erbacea, basso-arbustiva, alto-arbustiva, arborea, rocciosa e pietrosa) rappresentati da colori diversi. Questo tipo di rappresentazione è utilizzata nella classe di copertura 75-100%. Nel caso in cui la copertura principale abbia un valore collocabile tra il 50% e il 75% al colore sono stati aggiunti dei simboli che rappresentano l'elemento complementare. Si è verificato che tale metodo riesce a rappresentare adeguatamente le diverse tipologie ambientali del territorio montano bergamasco.

La presenza di affioramenti rocciosi viene segnalata come "rocciosità". La "pietrosità" invece indica la presenza di frammenti di roccia liberi, di dimensioni anche notevoli, localizzati alla superficie del suolo (ghiaioni, pietraie, etc.).¹¹¹

Copertura erbacea		
Copertura basso-arbustiva (altezza < 50 cm)		
Copertura alto-arbustiva (altezza > 50 cm)		
Copertura arborea		
Copertura rocciosa		
Copertura pietrosa		

¹¹¹ SANESI G., *Guida alla descrizione del suolo*, C.N.R., Firenze, 1977.

I primi quattro parametri, quota, esposizione, inclinazione ed assolazione, sono stati misurati in fase cartografica. Il parametro caratteristiche fisionomiche è stato cartografato durante le uscite sul terreno e successivamente misurato.

La valutazione della distribuzione della marmotta è stata realizzata con il rilievo delle loro tane. A questo scopo è stato necessario distinguere tra tane utilizzate e non.¹¹² Il limite coloniale è stato tracciato unendo con una linea nera le aperture perimetrali della tana. Dove possibile, sono state segnate sulla carta anche le tane principali. Ogni ulteriore indicazione adatta alla descrizione dell'ambiente (presenza di zone acquitrinose, manufatti umani e sentieri non specificati in carta, etc.) è stata segnata ed utilizzata in seguito come elemento aggiuntivo nella valutazione qualitativa. A margine sono state indicate le informazioni eventualmente utili per una successiva individuazione del luogo.

VII.1.3. Raccolta dati sul territorio

La raccolta dei dati sul territorio si è svolta in due fasi. Durante la primavera-estate del 1996 sono state rilevate tutte le 148 aree campione individuate durante la fase cartografica preliminare. A distanza di sette anni, nell'estate del 2003, si è ripetuta l'operazione di rilevamento per 32 delle aree precedentemente già rilevate. La scelta delle aree così monitorate è caduta su due territori distinti, che nel '96 evidenziavano densità diverse: mentre il primo era caratterizzato da una situazione di intensa espansione,¹¹³ nel secondo gli insediamenti erano ancora in fase di colonizzazione.¹¹⁴ Questa seconda fase del lavoro ha permesso l'individuazione delle tendenze nell'espansione e nell'occupazione dello spazio.

¹¹² PERACINO V., BASSANO B., "La marmotta alpina (*Marmota marmota*) nel Parco Nazionale del Gran Paradiso: valutazione della densità e distribuzione", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992.

¹¹³ 21 aree comprese nelle carte n° C3a5 (Pizzo dei Tre Signori) e n° C3b5 (Mezzoldo).

¹¹⁴ 11 aree comprese nella carta n° C4a2 (Piani di Artavaggio).

La localizzazione delle aree campione sul territorio è stata effettuata con l'ausilio di un altimetro Thommen (precisione di 20 m), di una bussola Recta e di cartine (C.A.I. e C.T.R. in scala 1:10000). Una volta individuata la zona, l'area in esame è stata delimitata con bandierine distanti l'una dall'altra 50 metri. Le misure sono state effettuate, a seconda della situazione topografica, con o senza bindella.

In seguito è stata compiuta l'osservazione del territorio e la sua successiva descrizione cartografica, sempre con l'ausilio di bussola ed altimetro. Una volta terminato il rilevamento morfologico il lavoro è stato completato con la ricerca delle unità di tana, se presenti, che sono state segnate per quanto possibile sul foglio di lavoro fino a delimitare un'area coloniale. Tutte le informazioni che potevano sembrare utili sono state segnalate (disturbo antropico, barriere che limitano la superficie coloniale, ecc.). L'utilizzo della legenda ha reso possibile la quantificazione dei dati in fase di elaborazione.

La prima zona esaminata, comprendente 18 aree campione, è quella tra il Passo San Marco ed il Passo del Gandazzo che già in precedenza era stata analizzata nei lavori di Panseri e Frigerio.¹¹⁵ Lo scopo era di verificare, attraverso il confronto dei dati, l'efficacia del metodo per campionamento nella valutazione delle caratteristiche morfologiche e fisionomiche del territorio e soprattutto dell'effettiva consistenza di colonie. Un'analisi di controllo, con la percentuale di utilizzo rispetto alla disponibilità, sui primi dati ottenuti ha mostrato solo una parziale corrispondenza con i risultati dei precedenti lavori. Una maggiore corrispondenza dei dati si è ottenuta in rapporto alla presenza di colonie.

La raccolta dati sul territorio è stata quindi completata con il rilevamento delle restanti aree campione.

Di seguito sono inserite alcune delle schede di rilevamento completate (fig. 28a, 28b, 28c, 28d).

¹¹⁵ PANSERI M., (cfr. n. 1), 1989; FRIGERIO D., (cfr.n. 1), 1992-93.

VII.2. Elaborazione dei dati

Preliminarmente all'elaborazione dei dati è stato necessario misurare, per ogni classe di valori relativa a ciascun parametro, le disponibilità ambientali e l'utilizzo del territorio da parte delle colonie di marmotte per le medesime classi di valore. Il parametro caratteristiche fisionomiche è stato misurato direttamente sui fogli utilizzati per il lavoro sul territorio; per gli altri parametri sono state usate copie sulle quali compariva il solo dato coloniale.

Sono state effettuate prima le misure per ogni singola area con l'uso di un planimetro, e successivamente è stato calcolato il totale. Tutti i dati suddivisi per parametro sono stati inseriti in tabelle riassuntive, in cui è possibile leggere i valori sia delle disponibilità ambientali che dell'utilizzo. Grazie ai dati ottenuti è stato possibile calcolare la percentuale di utilizzo del territorio e da questa risalire alle preferenze ecologiche della marmotta. L'elaborazione è stata operata utilizzando misure di aree sia per le disponibilità ambientali e fisionomiche, che per le superfici coloniali.

Alcune aree campione comprendono l'intera superficie coloniale, più frequentemente soltanto una sua frazione; raramente è stato possibile individuare nell'area diversi domini vitali contigui. Nei lavori precedenti¹¹⁶ per ogni classe di valore, relativa a ciascun parametro, la densità veniva calcolata come rapporto tra il numero di colonie censite, e il valore della disponibilità ambientale, indipendentemente dall'estensione coloniale. Si consideri che nel presente lavoro viene invece considerata l'effettiva superficie della colonia compresa nell'area campione.

La rappresentazione dei dati attraverso l'uso di grafici ha reso possibile un confronto con i lavori precedenti¹¹⁷ sia per l'area monitorata a partire dal 1987 che per il rimanente territorio della Valle. Sono state possibili tre osservazioni: nell'area già indagata è stato analizzato l'andamento delle popolazioni ed è stato verificato se le scelte ambientali per le nuove colonie rispecchiano i criteri ottenuti

¹¹⁶ PANSERI M., (cfr. n. 1), 1989; FRIGERIO D., (cfr.n. 1), 1992-93.

¹¹⁷ PANSERI M., (cfr. n. 1), 1989; FRIGERIO D., (cfr.n. 1), 1992-93.

per le colonie preesistenti; nel restante territorio è stato valutato se le preferenze ambientali sono le medesime e in che modo influiscono i cinque parametri sulla diffusione in aree meno sfruttate; nelle 32 aree ripercorse a distanza di sette anni è stata analizzata la tendenza.

In ultimo è stata effettuata un'analisi statistica dei dati basata sull'analisi della varianza ad un criterio. Essa consiste in un test F (di Snedecor), per mezzo del quale è possibile valutare e quantificare la significatività dei dati.

VIII. RISULTATI E DISCUSSIONE

Le aree campione esaminate sono 148, ciascuna di 4 ettari, per un totale di 592 ettari esaminati nel dettaglio su una superficie complessiva di 16322,5 ettari. In alcune aree non è stato possibile misurare completamente i parametri quota, esposizione, inclinazione ed assolazione, in quanto occupate in parte da specchi d'acqua (8,625 ha) o perché cartografate come rocciose (93,6 ha). Questo problema non si è posto nella valutazione delle caratteristiche fisionomiche, in quanto esse sono state classificate come lago, le prime, e come roccia, le seconde. Infine 3,3 ettari sono stati esclusi poiché non facenti parte del bacino idrografico del Brembo (territorio non bergamasco, ad ovest e a nord, o Valle Seriana, ad est). L'area occupata da superficie coloniale è di 39,825 ettari nel 1996 e di 41,125 ettari nel 2003.

La superficie rilevata durante l'estate del 2003 è tale da dare delle indicazioni sommarie sulla tendenza nelle preferenze delle marmotte ma non sufficiente a determinare nello specifico i diversi parametri. Il confronto è stato fatto tra i dati ottenuti nei due diversi periodi sulle medesime aree.

VIII.1. Altitudine

Di seguito sono riportati la tabella riassuntiva dei dati ottenuti ed il grafico (fig. 29) da essi risultante.

Fasce altitudinali	Disponibilità	Utilizzo '96	% '96	Utilizzo '03	% '03
1300	7500	0	0	0	0
1400	104250	0	0	500	0,48
1500	310500	4500	1,45	4750	1,53
1600	662250	30750	4,64	24250	3,66
1700	432750	33500	7,74	37500	8,66
1800	765000	74750	9,77	79250	10,36
1900	874250	103500	11,84	108000	12,35
2000	574000	64750	11,28	66750	11,63
2100	593000	71000	11,97	73750	12,44
2200	322250	13000	4,03	14000	4,34
2300	138750	2500	1,80	2500	1,80
2400	64500	0	0	0	0
2500	15750	0	0	0	0
non definibile	936000	0	0	0	0
totale	5800750	398250	6,86	411250	7,09

Si nota che la curva che rappresenta la percentuale di utilizzo mostra una crescita abbastanza regolare dai 1500 ai 1900 metri, dai 1900 ai 2100 metri la percentuale di utilizzo resta pressoché costante, mentre dai 2100 ai 2200 c'è una brusca caduta della curva che poi continua a scendere in modo più regolare. Dalla lettura del grafico si evidenzia inoltre una scelta preferenziale delle quote comprese tra i 1600 e i 2200 metri (range percentuale compreso tra 4,64 e

11,97) con un picco tra i 1800 e i 2100 metri (range percentuale compreso tra 9,77 e 11,97). Mancano colonie sotto i 1500 metri e sopra i 2400 metri. Alcune colonie al di fuori delle aree campione sono state osservate a quote superiori: a sud-est del monte Masoni a 2550 metri (cartina Pizzo del Diavolo).

Il grafico seguente (fig. 30) riporta l'andamento percentuale delle superfici utilizzate rispetto alle diverse fasce altitudinali relativamente al totale (curva 1) e all'area di controllo (curva 2). Una terza curva (curva 3) rappresenta i risultati ottenuti durante il lavoro svolto nell'estate del 1992 da Frigerio¹¹⁸ nella zona compresa tra il Passo San Marco ed il Passo del Gandazzo (area di controllo); in questo caso i dati sono stati ottenuti non utilizzando il metodo delle aree campione ma con l'osservazione dell'intero territorio. Si consideri che nel lavoro di Frigerio¹¹⁹ il dato è espresso come densità di colonie per ettaro.

Il confronto tra la curva 1 e la curva 2 mostra che l'area di controllo è mediamente più sfruttata rispetto al resto della Valle. Inoltre la curva 2 mostra due brusche cadute in corrispondenza delle quote 1700 e 2000 metri (0,00% e 8,72%, contro un valore medio, nella fascia compresa tra i 1600 e i 2100 metri, del 16,02%). Il confronto tra la curva 2 e la curva 3 denota che, nonostante i valori assoluti siano differenti, l'andamento complessivo sembra essere il medesimo, comprese le due cadute in corrispondenza dei 1700 e dei 2000 metri.

E' probabile che la forte pressione antropica presente nell'area di controllo in corrispondenza della fascia dei 1700 metri determini una densità di colonie minore rispetto all'atteso. In effetti la presenza di alpeggi è particolarmente frequente in questa zona. Inoltre esistono due strade carrozzabili che arrivano a quote elevate, la prima conduce al Passo San Marco e la seconda conduce ai Piani dell'Avaro.

E' utile ricordare che nell'area di controllo le quote massime si attestano intorno ai 2100 metri con l'unica eccezione del Pizzo Tre Signori (2554 metri).

¹¹⁸ FRIGERIO D., (cfr.n. 1), 1992-93.

¹¹⁹ FRIGERIO D., (cfr.n. 1), 1992-93.

Nel resto della Valle Brembana le quote aumentano progressivamente culminando con il Pizzo del Diavolo (2914 m); da qui verso est le quote delle vette si attestano intorno ai 2900 metri per l'intera Valle Seriana.

L'andamento della curva relativa al 2003 rispecchia la situazione registrata nel 1996 (fig. 31). Si può notare un incremento maggiore nell'utilizzo delle fasce altitudinali tra i 1700 e i 2200 metri. All'opposto si rileva una diminuzione in corrispondenza dei 1600 metri. Quest'ultima è attribuibile alla scomparsa di una sola colonia collocata in una radura della Val Pianella a 1560 metri che presentava caratteristiche fisionomiche peculiari, come verrà meglio precisato in seguito. Il dato più interessante osservato durante l'estate del 2003 è la comparsa di una colonia collocata a 1480 metri, in Val Taleggio nelle vicinanze del sentiero che conduce al rifugio "Gherardi". Si tratta infatti della colonia rilevata alla quota più bassa nell'intera Valle Brembana.

La relazione della distribuzione altitudinale di marmotte con la topografia e con le varietà dei biotopi del territorio è evidenziata in numerosi lavori. In una ricerca effettuata in Valle d'Aosta, la marmotta colonizza in prevalenza le zone comprese tra i 2100 ed i 2500 metri, collocandosi alle quote che, dato il carattere tipicamente alpino della regione, ne costituiscono la fascia altitudinale media.¹²⁰ Le stesse osservazioni sono state fatte nelle Alpi Occidentali italiane (Parco Naturale Orsiera-Rocciavré, provincia di Torino): la maggior parte dei sistemi di tana è risultata essere localizzata a quote comprese tra i 2200 ed i 2600 metri, che corrisponde nuovamente alla zona altitudinale media per quel territorio.¹²¹ Valori medi (1700-2100 m) rispetto alla disponibilità del territorio sono chiaramente preferiti anche nel bellunese.¹²² Per l'Appennino si trovano dati analoghi, con una distribuzione legata alla limitata disponibilità ambientale locale.¹²³ Lo stesso risultato è stato ottenuto nei Pirenei, nella Riserva di Mont Valier, la cui quota media si colloca a 1750 metri; in questa zona le colonie si

¹²⁰ BASSANO B., GRIMOD L., PERACINO V., (cfr. n. 98), 1992..

¹²¹ MACCHI E., BASSANO B., DURIO P., TARANTOLA M., VILA A., (cfr. n. 105), 1992.

¹²² CHIESURA CORONA M., (cfr. n. 73), 1992.

¹²³ FERRI M., PIGOZZI G., SALA L., SOLA C., SPAMPANATO A., TARANTINO J., TONGIORGI P., TOSI L., (cfr. n. 80), 1988.

situano per la maggior parte al di sotto dei 2000 metri.¹²⁴

Nel presente lavoro la colonia individuata alla quota più elevata (2550 m) si colloca proprio dove le vette si attestano sui valori più alti, nella zona orientale della valle. D'altro canto in molte ricerche, basate sul metodo delle aree campione il parametro altitudine è risultato ininfluente.¹²⁵

Questa tendenza trova una spiegazione pressoché unanime. Da un lato il limite della vegetazione arborea, dall'altro la scarsità di risorse alimentari e la rigidità delle temperature possono influenzare le scelte della marmotta rispetto all'altitudine. Si spiegherebbe così l'insediamento delle colonie nella fascia altitudinale intermedia che offre un territorio aperto ma collocato a quote in cui l'asprezza del clima non comporta ancora condizioni estreme. L'analisi statistica conferma la significatività dei dati per questo parametro.

VIII.2. Inclinazione

Di seguito sono riportati una tabella riassuntiva delle osservazioni condotte ed il grafico (fig. 32) da essa risultante.

	Disponibilità	Utilizzo '96	% '96	Utilizzo '03	% '03
bassa	268000	31000	11,57	27000	10,07
media	3014000	282000	9,36	292500	9,70
alta	1582750	85250	5,39	91750	5,80
non definibile	936000	0	0	0	0
totale	5800750	398250	6,86	411250	7,09

La pendenza risulta apparentemente un parametro determinante nella localizzazione della colonia: il valore più alto si riferisce alla pendenza bassa

¹²⁴ RAMOUSSE R., LE BERRE M., NEBEL D., LE GUELTE L., (cfr. n. 105), 1993.

¹²⁵ RODRIGUE I., ALLAIN D., RAMOUSSE R., LE BERRE M., (cfr. n. 104), 1992; ALLAIN D., RODRIGUE I., LAFRONT C., (cfr. n. 104), 1992; HUETTMEIR U., "Habitat selection of Alpine Marmots

(11,57%), seguito dalla media (9,36%) e quindi dalla alta (5,39%), con un range di oltre 6 punti percentuali.

L'analisi statistica attribuisce a questo parametro una certa significatività, sebbene sia necessario alzare il livello di significatività teorica del test, χ^2 , da 0,05 a 0,10.

La differenza più sostanziale con i dati dei lavori precedenti¹²⁶ (fig. 33) consiste nella percentuale della pendenza bassa. Nel presente lavoro essa risulta preferita rispetto all'inclinazione media e a quella alta, sebbene in nessun caso sia stata osservata una superficie coloniale interamente compresa in territori con pendenza bassa. Nel lavoro di Frigerio¹²⁷ i terreni con pendenza bassa rappresentano ambienti non particolarmente ambiti. Anche nel caso dell'inclinazione il confronto tra la curva che rappresenta l'area di controllo e quella relativa ai dati del '92¹²⁸ mostra una sostanziale analogia nell'andamento, sebbene con dati assoluti parzialmente differenti.

I dati raccolti nel 2003 (fig. 34) evidenziano un utilizzo marcatamente inferiore di terreni ad inclinazione bassa ed un moderato incremento nelle superfici coloniali su terreni ad inclinazione media ed elevata.

Buona parte della letteratura evidenzia una scelta attiva della marmotta verso le pendenze medie.¹²⁹ Gli autori sottolineano che in zone pianeggianti lo scioglimento della neve è spesso ritardato riducendo così il periodo di attività.¹³⁰ Inoltre in tali terreni esistono rischi di allagamento. Infine nelle zone con pendenza bassa si riduce la velocità di fuga da un predatore.¹³¹

(*Marmota marmota*) in the Hohe Tauern (Central Alps, Austria)", *Holarctic Marmots as a factor of Biodiversity*, Rumiantsev V.Yu., Nikol'skii A.A. & Brandler O.V. eds., ABF, Moscow, 1997.

¹²⁶ PANSERI M., (cfr. n. 1), 1989; FRIGERIO D., (cfr.n. 1), 1992-93.

¹²⁷ FRIGERIO D., (cfr.n. 1), 1992-93.

¹²⁸ FRIGERIO D., (cfr.n. 1), 1992-93.

¹²⁹ HUETTMEIR U., (cfr. n. 125), 1997.; CHIESURA CORONA M., (cfr. n. 73), 1992; FRIGERIO D., PANSERI M., FERRARIO E., "La marmotte alpine dans les Alpes Orobienues. Analyse des paramètres écologiques", *Biodiversité chez la marmotte*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996; RODRIGUE I., ALLAIN D., RAMOUSSE R., LE BERRE M., (cfr. n. 104), 1992; FERRI M., PIGOZZI G., SALA L., SOLA C., SPAMPANATO A., TARANTINO J., TONGIORGI P., TOSI L., (cfr. n. 80), 1988; MACCHI E., BASSANO B., DURIO P., TARANTOLA M., VILA A., (cfr. n. 105), 1992.

¹³⁰ ZELENIKA G., (cfr. n. 8), 1965.

¹³¹ RODRIGUE I., ALLAIN D., RAMOUSSE R., LE BERRE M., (cfr. n. 104), 1992.

Nebel¹³² osserva che ad essere preferite sono le pendenze basse e medie. Io concordo con Allaine, Rodrigue e Lafront¹³³ che, nel loro lavoro in tre diverse località delle Alpi francesi, ridimensionano il valore da attribuire al parametro pendenza. In effetti in una delle tre località la pendenza risulta essere l'unico parametro ininfluyente, mentre nelle altre due zone essa acquista importanza se correlata ad altri parametri, in particolare all'esposizione ed alla copertura vegetale. Anche nel presente lavoro, come si vedrà in seguito, esiste una simile correlazione.

Il mio lavoro, così come tutta la letteratura, indica che la marmotta evita di colonizzare terreni con inclinazione alta. Questa scelta sembra legata ai notevoli costi energetici per gli spostamenti; inoltre una forte pendenza implica spesso in zone geologicamente giovani, come le Alpi, un'energia di versante elevata con conseguenti fenomeni erosivi che rendono il terreno molto instabile.¹³⁴

VIII.3. Esposizione

Di seguito sono riportati una tabella riassuntiva delle osservazioni condotte ed il grafico (fig. 35) da essa risultante

¹³² NEBEL D., (cfr. n. 106), 1996.

¹³³ ALLAINÉ D., RODRIGUE I., LAFRONT C., (cfr. n. 104), 1992.

¹³⁴ RODRIGUE I., ALLAINÉ D., RAMOUSSE R., LE BERRE M., (cfr. n. 104), 1992.

	Disponibilità	Utilizzo '96	% '96	Utilizzo '03	% '03
NO	616750	35000	5,67	35000	5,67
N	310500	25250	8,13	25250	8,13
NE	365000	26500	7,26	24000	6,57
E	483500	34000	7,03	25250	5,22
SE	1003250	95250	9,49	106000	10,57
S	739000	71250	9,64	83250	11,26
SO	977500	92000	9,41	95750	9,79
O	369250	19000	5,15	16750	4,54
non definibile	936000	0	0	0	0
totale	5800750	398250	6,86	411250	7,09

La preferenza per quanto riguarda l'esposizione non è così evidente come quella per l'inclinazione anche se si registrano percentuali più alte nelle esposizioni SE, S, SO (media 9,51%) rispetto alle esposizioni E, O, N, NE e NO (media 6,65%). Il valore più basso è quello relativo all'esposizione O (5,15%).

E' stato verificato che, a partire dalla fascia dei 2200 metri, le uniche esposizioni utilizzate sono quella a SE a quella a SO. D'altra parte non sembra esistere correlazione tra l'utilizzo di esposizioni N, NO, e NE e la scelta delle fasce altitudinali: nell'ambito di queste esposizioni le colonie si distribuiscono in modo casuale dai 1500 ai 2100 metri.

Esiste una certa differenza sia nell'andamento che nei valori assoluti tra la curva relativa all'area di controllo e quella che rappresenta i dati del '92¹³⁵, in particolare per le esposizioni NO ed O (fig. 36). Ciascuno di questi due valori è attribuibile ad una sola colonia e quindi probabilmente il dato non è significativo dal punto di vista statistico. Rispetto alle due curve parziali comunque, la curva che rappresenta il totale mostra un andamento più continuo.

La superficie di studio selezionata in fase preliminare presenta una testata della valle complessivamente esposta verso S; le uniche zone che presentano un

¹³⁵ FRIGERIO D., (cfr.n. 1), 1992-93.

versante esposto a N sono quelle in corrispondenza dello spartiacque Valle Brembana/Valle Seriana e nello specifico la zona a SE di Carona (cartine Pizzo del Diavolo, Valgoglio, Isola di Fondra) e la zona a S di Roncobello (cartina Roncobello), che individuano due diversi bacini idrografici.

La zona del Pizzo del Diavolo presenta una percentuale di colonizzazione a N nettamente superiore alla percentuale media di tutte le esposizioni per la stessa zona (10,8% contro 4,9%).

Per quanto riguarda Roncobello la percentuale di esposizione a N si limita al 2,7% mentre molto più alta risulta quella a NO con il 14,9%. La mancata presenza di colonie è qui giustificata dal fatto che questa zona è pressoché completamente coperta da bosco fino almeno a quota 1600 metri, inoltre a partire dai 1700 metri esistono ripide pareti rocciose: la zona è quindi largamente inospitale per l'insediamento di marmotte; tanto più che la stessa catena offre un versante esposto a S con caratteristiche decisamente più invitanti (la percentuale d'utilizzo su quest ultimo versante è, infatti, del 9,5%).

A distanza di sette anni (fig. 37) si osserva un forte incremento nell'utilizzo delle esposizioni S, SE e SO. Si può notare inoltre una diminuzione nell'occupazione di terreni ad esposizione E, NE ed O. Gli altri valori restano immutati.

Per il parametro esposizione non esiste un'interpretazione univoca. In alcuni lavori viene evidenziata una scelta preferenziale per le esposizioni S, SE e SO; sembra inoltre che l'esposizione E venga privilegiata, in particolare in rapporto a quella O, che viene per lo più disertata.¹³⁶

L'analisi statistica non attribuisce alcuna significatività ai dati relativi a questo parametro. Come per l'inclinazione, ritengo che una migliore valutazione possa essere effettuata soltanto considerando le relazioni che esso ha con gli altri parametri, particolarmente con l'inclinazione.

¹³⁶ CHIESURA CORONA M., (cfr. n. 73), 1992; MACCHI E., BASSANO B., DURIO P., TARANTOLA M., VILA A., (cfr. n. 105), 1992.

VIII.4. Assolazione

Di seguito sono riportati una tabella riassuntiva delle osservazioni condotte ed il grafico (fig. 38) da essa risultante.

	Disponibilità	Utilizzo '96	% '96	Utilizzo '03	% '03
bassa	1199500	69500	5,79	67000	5,59
media	1138750	84250	7,40	73250	6,43
alta	2526500	244500	9,68	271000	10,73
non definibile	936000	0	0	0	0
totale	5800750	398250	6,86	411250	7,09

L'assolazione sembra essere un parametro notevolmente importante: le percentuali evidenziano un progressivo aumento dalla bassa alla alta (da 5,79% a 9,68%). Si deve tener conto che si tratta di un parametro indiretto ottenuto integrando i dati clivometrici con quelli dell'esposizione. La classe di assolazione alta si ottiene sovrapponendo le zone con esposizioni S, SE e SO a pendenze medie ed elevate. Osservando nel dettaglio queste esposizioni si può constatare che terreni con pendenza media sono utilizzati per l'11,00%, mentre terreni con pendenza elevata solo per il 7,61%. I terreni con esposizioni NO, N, NE sono per il 92,82% con pendenza media o alta (assolazione bassa) e per il restante 7,08% con pendenza bassa (assolazione media): i primi sono colonizzati per il 5,79%, mentre i restanti hanno colonie per il 9,02% della superficie; si noti che la media di utilizzo in queste esposizioni è del 6,71%. Queste osservazioni avvalorano l'ipotesi di una scelta attiva della marmotta per quanto riguarda il parametro assolazione. Le condizioni ottimali sembrano essere quindi un'assolazione alta dovuta a esposizioni S con pendenza media¹³⁷

¹³⁷ RODRIGUE I., ALLAIN D., RAMOUSSE R., LEBERRE M., (cfr. n. 104), 1992.

La significatività dei dati relativi all'assolazione si evidenzia allorché si considerino solo due classi di assolazione: bassa e medio-alta; mentre nessuna significatività è stata rilevata nel caso delle classi alta e medio-bassa o delle tre classi originariamente considerate. Si potrebbero interpretare queste osservazioni ipotizzando che gli animali disertino attivamente terreni ad assolazione bassa, più di quanto selezionino tra zone ad assolazione media ed assolazione alta.

Nel lavoro di Frigerio¹³⁸ questo parametro non è significativo. L'osservazione del grafico (fig. 39) mostra che il valore dell'assolazione bassa, riferita ai dati complessivi, si discosta decisamente da quello riferito esclusivamente alla zona di controllo.

In base al confronto tra la densità nell'88¹³⁹ e quella del '92¹⁴⁰ si nota che l'aumento delle colonie è del 142,86% per l'assolazione bassa, del 94,74% per quella media e del 93,02% per l'assolazione alta; anche nel '96 si verifica un forte incremento nelle zone di assolazione bassa, per la stessa area. Considerando che la percentuale d'utilizzo dei territori con assolazione bassa in questa zona è del 28,29%, mentre per l'intero territorio è del 5,79% si può supporre che le nuove colonie rilevate nel '92¹⁴¹ e nel '96 rispetto all'88¹⁴² siano state costrette a ripiegare su territori con assolazione bassa per problemi di sovraffollamento; tale limite pare non sussistere ancora nelle nuove zone di studio e quindi non condiziona le preferenze ambientali della marmotta.

I dati ottenuti nel 2003 (fig. 40) sembrano confermare le ipotesi formulate a proposito della scelta attiva di territori la cui pendenza ed esposizione creino le condizioni necessarie all'ottenimento di assolazioni elevate. Proprio la classe di assolazione alta infatti registra un incremento di utilizzo, mentre le altre due classi mostrano una diminuzione nell'estensione delle superfici coloniali. Viene confermata la scelta di assolazioni alte dovute ad esposizioni S, SE e SO con pendenza media (23,96%), piuttosto che elevata (10,78%).

¹³⁸ FRIGERIO D., (cfr.n. 1), 1992-93.

¹³⁹ PANSERI M., (cfr. n. 1), 1989.

¹⁴⁰ FRIGERIO D., (cfr.n. 1), 1992-93.

¹⁴¹ FRIGERIO D., (cfr.n. 1), 1992-93.

¹⁴² PANSERI M., (cfr. n. 1), 1989.

Il ruolo dell'assolazione nelle scelte della marmotta è direttamente legato alla durata del periodo di attività che influenza la possibilità di crescita ponderale dell'animale. Come già ampiamente spiegato nella parte generale, la fase letargica è di fondamentale importanza nel determinare il tasso di sopravvivenza di questa specie. Affrontare l'ibernazione con una buona riserva di grasso può significare la sopravvivenza.

VIII.5. Caratteristiche fisionomiche

Il parametro ambientale era stato osservato nei precedenti studi¹⁴³ solo in relazione all'area coloniale, mentre nel presente lavoro l'analisi si estende a tutto il territorio disponibile.

Di seguito sono riportati una tabella riassuntiva delle osservazioni condotte ed il grafico (fig. 41) risultante dai valori medi di ciascuna tipologia ambientale.

¹⁴³ PANSERI M., (cfr. n. 1), 1989; FRIGERIO D., (cfr.n. 1), 1992-93.

	Disponibilità	Utilizzo '96	% '96	Utilizzo '03	% '03
E	1872750	177000	9,45	189500	10,12
E/R	485000	11250	2,32	11000	2,27
E/P	294750	55000	18,66	53500	18,15
E/bA	606750	88250	14,54	88500	14,59
E/Arb	178500	500	0,28	500	0,28
P	177750	11500	6,45	12250	6,89
P/E	130250	19000	14,59	19750	15,16
P/R	16000	0	0	0	0
P/bA	3750	1250	33,33	1500	40,00
P/Arb	8500	5000	58,82	5000	58,82
bA	25250	1250	4,95	1250	4,95
bA/E	74750	15500	20,74	15500	20,74
bA/R	48250	3750	7,77	3750	7,77
bA/Arb	14000	0	0	0	0
R	1031500	500	0,05	500	0,05
R/E	355500	7750	2,18	9250	2,60
R/P	6000	0	0	0	0
R/bA	30750	500	1,63	500	1,63
aA	118750	0	0	0	0
aA/bA	17250	250	1,45	250	1,45
aA/E	19250	0	0	0	0
aA/Arb	32500	0	0	0	0
aA/R	4750	0	0	0	0
Arb	205500	0	0	0	0
Arb/E	19500	0	0	0	0
Arb/E/bA	23250	0	0	0	0
Totale	5800750	398250	6,86	4112500	7,09
Acquit.	48500	500	1,03	500	1,03

Si notano picchi percentuali in corrispondenza degli ambienti basso arbustivo (12,63%), pietroso (10,93%) ed erbaceo (9,66%); di contro gli ambienti roccioso (0,61%) ed alto arbustivo (0,13%) risultano nettamente poco colonizzati. Non sono state trovate colonie in ambiente arborato.

Un'osservazione dei dati nello specifico di ciascun ambiente maggiormente colonizzato chiarisce meglio le preferenze (fig. 42a, 42b, 42c).

La prima osservazione relativa al dettaglio dei tre ambienti apparentemente preferiti si riferisce alla percentuale di copertura di ciascuno di essi. Si può notare infatti che l'unico ad avere un'alta percentuale di utilizzo nella classe di copertura dal 75% al 100% è quello erbaceo (9,45%), mentre quello pietroso viene utilizzato nella stessa classe per il 6,45% e quello basso-arbustivo per il 4,95%; i valori si alzano nella classe di copertura dal 50% al 75%, ovvero allorché gli ambienti cominciano a mescolarsi; si ha: pietroso/basso-arbustivo 33,3%, basso-arbustivo/erbaceo 20,74%, erbaceo/pietroso 18,66%, pietroso/erbaceo 14,59% e erbaceo/basso-arbustivo 14,54%. Il valore molto alto della percentuale di utilizzo dell'ambiente pietroso/arborato (58,82%) è sicuramente imputabile alla scarsissima disponibilità ambientale e comunque in quell'area il tipo di copertura arborea era fortemente discontinuo (rilevamento n° 45 in Val Sambuzza).

L'analisi statistica dimostra che questo parametro è di gran lunga il più significativo nella scelta ambientale della marmotta.

Nell'ambito della superficie coloniale sono stati valutati i parametri assolazione e caratteristiche fisionomiche in modo integrato. Per ciascuna classe di assolazione sono state calcolate le percentuali delle diverse tipologie ambientali. Una sola osservazione è risultata interessante: nella classe di assolazione bassa la percentuale di utilizzo dell'ambiente pietroso, sia puro che misto ad erba, è significativamente più alta rispetto a quanto rilevato nelle altre due classi di assolazione, con un valore del 22,40% sul totale della superficie coloniale ad assolazione bassa, contro l'11,51 dell'assolazione media e l'8,27% di quella alta. E' possibile che la scelta di ambienti pietrosi possa svolgere un

ruolo nella termoregolazione¹⁴⁴ in ambienti altrimenti inospitali quali appunto quelli ad assolazione bassa.

L'andamento quasi sovrapponibile tra la curva relativa al totale e quella riguardante l'area di controllo (fig. 43) offre una chiave di lettura delle scelte ambientali operate dalla marmotta durante la fase di espansione. In effetti nessun altro grafico di confronto mostra tale caratteristica. Nell'area di controllo si evidenzia, infatti, un tipo di selezione dell'habitat che si discosta nettamente da quanto riscontrato nel resto della valle per i parametri altitudine, inclinazione, esposizione ed assolazione. Ritengo che il fenomeno possa trovare una spiegazione attendibile nel ruolo prioritario che le caratteristiche fisionomiche svolgono nelle preferenze ambientali della marmotta. Infatti la maggiore percentuale di utilizzo dell'area di controllo, rispetto alla media della valle, costringe gli animali ad occupare ambienti via via meno attraenti. La tendenza è evidenziata in tutti i parametri analizzati eccetto, appunto, le caratteristiche fisionomiche. Esse rappresenterebbero quindi il fattore limitante nell'insediamento delle colonie.

Lo sviluppo delle curve relative ai dati del 1996 e del 2003 (fig. 44) mostra una notevole corrispondenza. Si può notare una moderata tendenza alla colonizzazione di zone pietrose ed erbacee. Si puntualizza che anche nei rilevamenti più recenti la copertura pietrosa preferita è quella in cui la presenza di vegetazione erbacea risulta abbondante.

Per quanto poco confrontabili i dati del mio lavoro sembrano rispecchiare quelli ottenuti nel lavoro di Frigerio.¹⁴⁵ La scelta di ambienti pietrosi potrebbe essere spiegata come scelta difensiva contro gli attacchi dell'aquila: è molto più facile trovare riparo in una pietraia piuttosto che in una prateria alpina.

Le marmotte prediligono quindi spazi aperti in particolare la prateria alpina pura o mista; il bosco viene pressoché sistematicamente evitato.¹⁴⁶

¹⁴⁴ TÜRK A., ARNOLD W., "Thermoregulation as a limit to habitat use in alpine marmots (*Marmota marmota*)", *Oecologia*, 1988.

¹⁴⁵ FRIGERIO D., (cfr.n. 1), 1992-93.

¹⁴⁶ HUETTMEIR U., (cfr. n. 125), 1997; BASSANO B., GRIMOD I., PERACINO V., (cfr. n. 98), 1992; FRIGERIO D., PANSERI M., FERRARIO E., (cfr. n. 129), 1996.

Una copertura vegetale media é una situazione propizia e sembra essere un buon compromesso tra una buona disponibilità di cibo ed il bisogno di un ampio campo di visione a scopo difensivo, garantito dalla presenza di pietre, che vengono utilizzate dalle marmotte come posti di avvistamento oltre che come potenziale rifugio;¹⁴⁷ inoltre le rocce giocano un importante ruolo nella termoregolazione.^{148 149}

La vegetazione basso-arbustiva, che nella zona esaminata è costituita in prevalenza da rododendri, ginepri e mirtili, non rappresenta un limite soprattutto se presente in percentuale inferiore al 50%. Essa infatti non costituisce un ostacolo alla visuale.

VIII.6. Presenza di barriere

I dati ottenuti nel presente lavoro non sono sufficienti a stabilire quantitativamente l'influenza che elementi paesaggistici tipicamente alpini come le pareti rocciose, i corsi d'acqua ed il limite del bosco hanno sul modellamento del perimetro coloniale. E' comunque possibile fare delle considerazioni generali fondate su osservazioni di tipo qualitativo.

Per quanto riguarda le pareti rocciose sembrano costituire un elemento di difesa dall'attacco radente dell'aquila più che una barriera. Ben 20 colonie sono situate in vicinanza di pareti rocciose: nella maggior parte dei casi (13 colonie) la parete ne costituisce il limite superiore e spesso anche uno dei due laterali. Inoltre anche le colonie i cui territori non sembrano modellati dalle pareti sono spesso situate in prossimità di esse. La possibilità di attribuire alle pareti rocciose anche una funzione come elemento di protezione dalle correnti d'aria fredda proveniente da nord richiederebbe un'analisi dello sfruttamento in base alla disponibilità sul modello di quelle già fatte per i parametri considerati in questo

¹⁴⁷ MANN C., JANEAU C.S., "Occupation de l'espace, structure sociale et dynamique d'une population de marmottes des Alpes (*Marmota marmota* L.)", *Gibier Faune Sauvage*, 1988.

¹⁴⁸ TÜRK A., ARNOLD W., (cfr. n. 144), 1988.

¹⁴⁹ RODRIGUE I., ALLAIN D., RAMOUSSE R., LE BERRE M., (cfr. n. 104), 1992.

lavoro; tuttavia sembra plausibile che anche questa funzione possa contribuire alla scelta.

La possibilità che un corso d'acqua costituisca una barriera per il territorio coloniale è fortemente legata alla sua portata e alla dimensione del letto. E' verosimile che corsi d'acqua a carattere torrentizio possano rappresentare una barriera e ciò è tanto più vero in condizioni di pendenza elevata. Sono state osservate 12 colonie il cui perimetro appare modellato dalla disposizione dei torrenti circostanti. Se la dimensione e il regime sono più ridotti il corso d'acqua non risulta determinante nell'estensione della superficie coloniale tanto che ben 5 colonie osservate presentavano aperture da entrambi i lati nei rilevamenti effettuati nel 1996. L'unica colonia con queste caratteristiche situata nell'area di controllo ha subito un'evoluzione nel corso degli anni: la zona alla destra del torrente, esposta a sud, s'è estesa notevolmente; la superficie a sinistra del torrente, esposta ad ovest, s'è ridotta considerevolmente e dalle osservazioni sulle aperture sembra probabile che si tratti soltanto di unità di fuga.

Il terreno acquitrinoso, legato spesso a condizioni di pendenza ridotta, costituisce invece una forte limitazione. Il perimetro delle 3 colonie osservate nelle vicinanze di acquitrini ne risulta fortemente influenzato.

Diverso è il discorso per gli specchi d'acqua che costituiscono sempre una barriera. Sono state osservate 2 colonie il cui limite inferiore corrisponde alla costa del lago (in prossimità del Lago dei Frati e del Lago Rotondo).

Sembra indicativo che l'unica colonia rilevata nel 1996 in una zona semiboschiva a quota 1560 (ril. n° 79 in Val Pianella, cartina Pizzo dei Tre Signori) non fosse più presente nell'estate del 2003. Una seconda colonia rilevata nel 1996 a quota 1650 (ril. n° 37 ad ovest del Lago di Valmora, cartina Mezzoldo) presentava caratteristiche fisionomiche peculiari collocandosi in una pietraia con rari alberi; anch'essa risulta scomparsa nel 2003. Questo dato sembra confermare l'ipotesi secondo cui il bosco rappresenta per la marmotta un ostacolo all'avvistamento tempestivo dei predatori di terra, in particolare della volpe.

VIII.7. Pressione antropica

In base alle osservazioni fatte, il pascolo non costituisce un elemento di disturbo determinante per le marmotte. Le colonie il cui territorio è interessato da pascolo ovino, caprino o bovino sono quasi tutte localizzate nella zona compresa tra il Pizzo dei Tre Signori ed il Passo San Marco, per la quale la percentuale di sfruttamento a pascolo è molto più alta della media per l'intera Valle Brembana. La competizione con il bestiame non è, comunque, di tipo alimentare, riguarda piuttosto lo spazio fisico. Sembra che in alcune situazioni una forte presenza di bestiame possa limitare la capacità riproduttiva della marmotta. La sua presenza–assenza può costituire quindi un indicatore ambientale dell'equilibrio ecologico delle praterie alpine.¹⁵⁰ In base a questo criterio la situazione della Valle Brembana risulta equilibrata.

Nel territorio di quattro colonie sono comprese costruzioni in disuso, come baite, malghe, muri a secco; altre 5 colonie sono situate a meno di 20 metri da esse. Nel caso d'insediamenti attualmente in uso viene mantenuta dalle colonie una distanza di sicurezza.

Delle colonie osservate, 18 sono attraversate da sentieri. Quelli del C.A.I. (16) sono di tipo escursionistico e spesso molto frequentati anche se da turismo di passaggio; i restanti 2 sentieri sono sicuramente poco utilizzati perché di collegamento a baite. Se però si considerano sentieri nel raggio di 25 metri si osservano altre 12 colonie, e altre 10 nel raggio di 100 metri (25-50 metri: 6 colonie; 50-100 metri: 4 colonie). Appare evidente che questo genere di turismo non costituisce, nella valle, una minaccia per l'insediamento di marmotte.

¹⁵⁰ VITA A., (cfr. n. 76), 1992.

La letteratura mostra che il disturbo provocato dagli escursionisti si riflette più sui tempi e i modi del foraggiamento che sulla dislocazione delle tane. In particolare la pressione antropica induce la marmotta a limitare gli spostamenti dal suo dominio vitale e quindi a ridurre la selettività alimentare.¹⁵¹ Inoltre gli animali possono anticipare o ritardare i periodi di foraggiamento durante la giornata in relazione ai momenti di minore o maggiore afflusso turistico.¹⁵² Anche il comportamento di sorveglianza, indicato dal numero di interruzioni del foraggiamento, aumenta in misura proporzionale alla pressione antropica e si mantiene accresciuto anche nei momenti in cui gli escursionisti non sono visibili.¹⁵³ D'altra parte è stato osservato che la distanza di fuga viene ridotta da una costante presenza di escursionisti. Sembra probabile che la marmotta possieda una certa capacità di memorizzazione del rischio.¹⁵⁴ E' stato osservato che alcune popolazioni di marmotte, sotto la spinta di un'eccessivo disturbo antropico, compiono il loro ciclo annuale in tre diverse tane localizzate in territori che minimizzano il disagio.¹⁵⁵ Più frequentemente la pressione antropica può condizionare l'utilizzo di tane diverse per l'ibernazione e per il periodo estivo.¹⁵⁶ Da osservazioni di locali questo comportamento sembra presente anche in una colonia sui Piani dell'Avaro.

In generale è possibile affermare che nel territorio esaminato, il disturbo antropico è per ora ben tollerato.

VIII.8. Consistenza numerica

¹⁵¹ GIBAUT C., RAMOUSSE R., LE BERRE M., "Effets de la pression anthropique sur le comportement alimentaire de la marmotte alpine", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996.

¹⁵² FRANCESCHINA-ZIMMERLI R., INGOLD P., "Comportement des marmottes alpines *Marmota m. marmota* face à différentes pressions de randonneurs", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996.

¹⁵³ RENARD M. A., (cfr. n. 61), 1997.

¹⁵⁴ LOUIS S., "Plasticité comportementale chez les marmottes alpines (*Marmota marmota*): effet de la pression anthropique", *D.E.A. Adaptation et Survie en Environnements Extrêmes*, Université Claude Bernard-Lyon 1, Université Aix-Marseille II & Université Jean Monnet-St Etienne, 1995.

¹⁵⁵ DA ROS M., CHAZEL L., "Inventaire des marmottes du Massif du Madres-Coronat et description des sites de sa partie sud", *4ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1997.

Stabilire la consistenza numerica delle marmotte basandosi sul presente lavoro è possibile in modo solo approssimativo giacché esso non fornisce censimenti né delle colonie, né degli individui, ma offre piuttosto una valutazione della superficie occupata da colonie all'interno di aree campione. E' peraltro possibile, grazie ad alcuni dati della bibliografia, risalire ad un valore numerico indicativo considerando il numero di colonie presenti nelle aree campione.

Nel 1996 erano presenti 57 colonie in 148 aree. Il territorio rilevato è di 592 ha su un totale di 16322,5 ha. Se l'intero territorio fosse stato diviso in aree di 4 ha ciascuna esso risulterebbe composto da 4080 aree. Applicando un proporzione si ottiene un valore di 1571 colonie nell'intera Valle Brembana. Frigerio¹⁵⁷ su un territorio di 2024,7 ettari ha censito 137 colonie di diverse dimensioni, con un numero medio di 10 individui per colonia. Ora utilizzando un valore minimo di 4 individui ibernanti nella stessa tana¹⁵⁸ ed un numero massimo di 6,1 individui per nucleo familiare¹⁵⁹, si ottengono due cifre indicative del minimo e del massimo numero possibile di individui: 6284, nel primo caso, e 9583, nel secondo caso.

Il numero di colonie rilevate durante la seconda fase di raccolta dei dati nel 2003 non si modifica: le due nuove colonie osservate in Val Taleggio sostituiscono numericamente quelle scomparse nell'area di controllo. Dal punto di vista dell'estensione invece si nota un incremento in molte delle colonie rilevate.

L'estensione della superficie coloniale è estremamente variabile in quanto legata a molteplici fattori. Nelle aree rilevate le colonie si sviluppano su superfici molto diverse, alcune occupano quasi interamente l'area (4 ettari), altre solo una sua parte.

¹⁵⁶ LE BERRE M., ALLAINÉ D., RAMOUSSE R., "Effects of ecological factors on the settlement of alpine marmots in different alpine landscapes", *Abstr. Sixth Intern. Theriological Cong.*, ed. M.L. Augée, 1993.

¹⁵⁷ FRIGERIO D., (cfr. n. 1), 1992-93.

¹⁵⁸ PERACINO V., BASSANO B., (cfr. n. 22), 1987.

¹⁵⁹ LENTI BOERO D., (cfr. n. 22), 1988.

Anche in letteratura si trovano valori molto diversi tra loro: 1,40-2 ha;¹⁶⁰ 0,8 - 1,5 ha;¹⁶¹ 0,90 - 2,8 ha;¹⁶² 3,7 ha¹⁶³.

Raramente sono stati avvistati individui, probabilmente anche a causa delle modalità di rilevamento che prevedono l'invasione del dominio vitale al fine di osservare le aperture della tana per poter determinare il perimetro coloniale. Molto più spesso è stato possibile udire i fischi di allarme.

VIII.9. Considerazioni sul metodo utilizzato

Il metodo di monitoraggio per campionamento è un utilissimo strumento di valutazione in aree molto estese. Le 148 aree campione rilevate coprono oltre il 27% di tutto il territorio della Valle Brembana selezionato nella fase cartografica preliminare. La distribuzione delle aree è tale da offrire una copertura abbastanza omogenea di tutte le zone. Il confronto con i dati ottenuti in una zona precedentemente analizzata nella sua totalità (area di controllo) ha permesso di confermare la bontà del metodo.

In parcelle di territorio ristrette, come la zona del Monte Alben, il metodo per campionamento può invece risultare fuorviante. E' stato osservato che in tali zone è possibile avere una discrepanza tra il dato rilevato e quello oggettivo, soprattutto in relazione alla presenza di animali. Per questo si suggerisce la scelta di un dimensionamento inferiore delle aree in zone limitate. Nel caso di aree campione con dimensioni più limitate sarebbe anche più agevole valutare il dato medio per ciascun parametro, così da poter applicare successivamente un'analisi multivariata dei dati.

Per quanto riguarda l'analisi dei parametri è stato verificato che un'analisi dell'utilizzo in base alle disponibilità fornisce dati più precisi rispetto allo studio

¹⁶⁰ ZELENKA G., (cfr. n. 8), 1965.

¹⁶¹ MANN C., JANEAU C. S., (cfr. n. 147), 1988.

¹⁶² PERRIN C., ALLAINÉ D., (cfr. n. 25), 1991.

¹⁶³ CAYATTE M.L., "Etude d'une population de marmottes alpines dans les Pyrénées Orientales", *4ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1997.

degli stessi parametri limitatamente all'area coloniale. In particolare è stato analizzato nello specifico il dato relativo all'assolazione alta, che, come ricordato, si ottiene sovrapponendo esposizioni S, SE e SO a pendenze medie ed elevate. Una valutazione che tenga conto anche della disponibilità ha portato a percentuali dell'11,00% per pendenze medie e del 7,61% per pendenze elevate (quindi il 59,1% media ed il 40,9% elevata). Analizzando esclusivamente la superficie coloniale si ottengono dati abbastanza diversi: il 68,75% con pendenza media ed il 31,25% con pendenza elevata.

CONCLUSIONI

Il presente lavoro si inserisce nel gruppo ormai folto di studi ecologici sulla marmotta alpina e in particolare indaga le preferenze ecologiche del roditore rispetto alle effettive disponibilità ambientali.

I dati ottenuti in Valle Brembana indicano che il parametro prioritario nella distribuzione di marmotte è quello relativo alle caratteristiche fisionomiche. Esso costituisce un fattore limitante evidenziabile soprattutto nelle zone in cui gli animali siano in fase di espansione. Si osservano scelte che corrispondono alle esigenze ecologiche del roditore: aree di pascolo per l'alimentazione, terreno che consenta lo scavo, ambienti che facilitino la difesa grazie ad un campo visivo ampio e alla presenza di numerosi rifugi. Le percentuali più alte sono state riscontrate nei seguenti ambienti nell'ordine: pietroso/basso-arbustivo, basso-arbustivo/erbaceo, erbaceo/pietroso, pietroso/erbaceo e erbaceo/basso-arbustivo. La scelta da parte della Marmotta alpina di terreni aperti di alta quota è legata alla maggior visibilità che essi offrono nei confronti dell'approccio dei predatori di aria e di terra. L'insediamento di marmotte nelle pietraie è legato ad una maggior disponibilità di rifugi in caso di pericolo oltre al ruolo svolto da questo ambiente nella termoregolazione. Inoltre la presenza di pietre di grandi dimensioni, così come di microrilievi, favorisce il comportamento antipredatorio degli animali, grazie al loro utilizzo come punti d'osservazione rialzati. L'ambiente basso arbustivo, se puro, limita le risorse alimentari. Gli ambienti alto-arbustivo e arborato sono evitati poiché riducono il campo visivo rendendo attaccabili le marmotte. In nessuno degli ambienti citati compare la morfologia rocciosa che contrasta con la vita semifossoria delle marmotte. Quando presente essa è rappresentata da limitati affioramenti.

L'analisi statistica conferma una buona significatività nella selezione dell'habitat del roditore anche per l'assolazione, ricavata dalla sovrapposizione di inclinazione ed esposizione. In particolare è stato possibile riscontrare una scelta attiva orientata verso terreni ad assolazione media e alta. Al contrario zone ad assolazione bassa sono per lo più evitate. In generale, le marmotte prediligono

territori che per le loro caratteristiche ambientali offrano un elevato numero di giorni d'attività nel periodo estivo. La preferenza per assolazioni alte e medie è evidenziata soprattutto nelle zone non ancora intensamente popolate (Valle Taleggio e zona compresa tra il Passo San Marco ed il Pizzo del Diavolo); al contrario zone sature come quelle precedentemente studiate da Panseri e Frigerio¹⁶⁴ (dal gruppo dei Campelli al Passo San Marco) evidenziano come, in assenza di terreni con tali caratteristiche, le marmotte ripieghino su zone ad assolazione bassa.

Il parametro inclinazione risulta determinante solo se valutato in modo integrato con i parametri esposizione e caratteristiche fisionomiche. Le osservazioni condotte evidenziano una scelta preferenziale verso pendenze basse e medie. Questo dato trova un riscontro solo parziale nella bibliografia precedente. È, invece, confermata l'osservazione per quanto riguarda la pendenza elevata, che viene disertata per gli elevati costi energetici che impone e per la frequente instabilità dei versanti. La significatività solo parziale dei dati relativi a questo parametro sembra confermare la necessità di una sua valutazione in modo integrato.

L'esposizione non rappresenta un parametro significativo e probabilmente le scelte operate sono legate alla situazione topografica della Valle. Ciò nonostante, l'importanza dell'assolazione chiarisce che, in seconda battuta, una moderata selezione viene attuata anche in relazione alle esposizioni. Le zone esposte a S, SE e SO sono preferite alle altre; terreni esposti a N, NO e NE sono colonizzate quasi esclusivamente nel caso in cui la pendenza del terreno sia bassa (assolazione media).

Le zone più intensamente popolate dalle marmotte si trovano a quote che vanno dai 1800 ai 2100 metri. Come già ampiamente esposto, a quote inferiori nella zona esaminata è presente una copertura boschiva che riduce notevolmente il campo visivo del roditore, inoltre spesso il disturbo antropico diventa più evidente; al di sopra dei 2100 metri invece la morfologia montana bergamasca assume contorni difficilmente sfruttabili da roditori semifossori quali

¹⁶⁴ PANSERI M., (cfr. n. 1), 1989; FRIGERIO D., (cfr. n. 1), 1992-93.

le marmotte. Inoltre a quote elevate anche la termoregolazione può diventare un fattore limitante. I dati ottenuti s'inseriscono perfettamente nella situazione, altimetrica della Valle Brembana confermando che la preferenza di questo roditore è in relazione alla topografia del luogo esaminato.

La presenza di corsi d'acqua è rilevante subordinatamente alla dimensione e alla portata degli stessi. Infine la pressione antropica, sia essa dovuta a turismo o ad allevamento, non sembra ancora costituire un elemento di disturbo determinante.

In conclusione credo di poter affermare che la localizzazione ideale di una colonia di marmotte sia in terreni con presenza di vegetazione bassa e discontinua, sia erba che basso arbustivo, e contemporanea assolazione media o alta.

In base a questi dati è possibile dedurre che nella zona più occidentale della Valle Brembana (dal gruppo dei Campelli fino al passo San Marco) le popolazioni di marmotte sono in fase di espansione, mentre nel restante territorio possono essere considerate ancora in fase di colonizzazione. Le scelte ambientali nel primo caso sono condizionate dall'occupazione quasi completa delle aree elettive da parte delle prime colonie insediate; la fase di colonizzazione è invece caratterizzata da una densità di popolazione più bassa e quindi da una maggiore disponibilità di ambienti ottimali. Studi condotti nelle Alpi Orientali mostrano che questa tendenza è comune nei territori in cui la marmotta, scomparsa nel secolo scorso, è stata reintrodotta solo recentemente.¹⁶⁵

Attraverso il metodo adottato nel presente lavoro è possibile una valutazione solo approssimativa della consistenza numerica delle marmotte nella valle. Ciò nonostante, utilizzando delle proiezioni del dato coloniale sull'intero territorio, si ipotizza un valore compreso tra i 6200 ed i 9500 individui.

Un'ultima osservazione riguarda il metodo utilizzato. Esso trova una buona applicazione in territori estesi in cui la presenza di marmotte risulti continua. I dati ottenuti mostrano che attraverso questo strumento è possibile indagare ampie

¹⁶⁵ BORGIO A., MATTEDI S., "Réintroduire la marmotte alpine (*Marmota marmota*) l'exemple du Parc Naturel des Dolomites Frioulanes (Alpes Orientale, Italie)", *Stratégies adaptatives et diversité chez les marmottes*, Ramousse R., Allainé D. & Le berre M. eds., IMN, Lyon, 2003.

zone ricavando indicazioni significative delle scelte ambientali operate. Il dimensionamento delle aree campione e la collocazione, per lo più solo parziale, delle colonie all'interno dell'area stessa rende invece approssimativa una valutazione della consistenza numerica degli animali. Per questo genere di indagine sono, quindi, preferibili censimenti che rilevino il territorio nella sua interezza.

X RIASSUNTO

Il presente lavoro è finalizzato all'acquisizione di informazioni relative all'influenza di alcuni parametri ecologici sullo stanziamento della marmotta alpina nell'intera Valle Brembana (Alpi Orobie e Prealpi Bergamasche). I dati ottenuti forniscono la base per comprendere la vocazionalità e conseguentemente la capacità di carico del territorio esaminato per la specie, informazioni necessarie per una sua corretta gestione.

In base alla bibliografia ed alla possibilità di confronto con lavori precedenti¹⁶⁶ relativi alla stessa zona sono stati scelti i parametri altitudine, inclinazione, esposizione, assolazione e caratteristiche fisionomiche. Per essi è stata operata una valutazione quantitativa, attraverso l'osservazione del territorio utilizzato in rapporto alle disponibilità ambientali. Sono stati inoltre considerati qualitativamente anche l'impatto antropico e la presenza di barriere.

La fase preliminare del lavoro è stata l'individuazione del territorio vocazionale, delimitato inferiormente dall'isoipsa dei 1300 metri o, se collocato a quote superiori, dal limite inferiore del bosco. Dal territorio sono stati esclusi anche i laghi e le aree urbane. Nessun limite superiore è stato fissato. All'interno della zona così definita sono state scelte delle aree campione che per numero, dimensione e collocazione fossero rappresentative dell'intero territorio. La raccolta di dati sul terreno è stata finalizzata da un lato a cartografare le caratteristiche fisionomiche di ciascuna area campione, dall'altro ad individuare l'eventuale presenza di marmotte, indicata sulla carta come superficie coloniale. La fase successiva è stata la misurazione, per ciascuna area rilevata, dei cinque parametri. Anche la superficie coloniale, quando presente, è stata quindi caratterizzata dagli stessi parametri. I dati ottenuti sono stati successivamente elaborati in modo da consentire una valutazione complessiva delle scelte ambientali operate dalla marmotta.

¹⁶⁶ PANSERI M., (cfr. n. 1), 1989; FRIGERIO D., (cfr.n. 1), 1992-93.

Dei cinque parametri rilevati soltanto due sono risultati importanti nell'influenzare lo stanziamento degli animali: le caratteristiche fisionomiche, e, solo secondariamente, l'assolazione. In particolare le caratteristiche fisionomiche sembrano costituire il fattore limitante.

Le colonie sono localizzate esclusivamente in ambienti aperti, con copertura prevalentemente erbacea o moderata presenza di vegetazione basso-arbustiva. Anche le pietraie costituiscono un ambiente favorevole all'insediamento delle marmotte, ma soltanto se la presenza di vegetazione erbacea ne costituisce una parte consistente. La vegetazione più alta rappresenta, invece, un limite e viene pressoché sempre disertata. Gli ambienti rocciosi vengono per lo più evitati, sebbene la presenza di rari affioramenti non costituisca un ostacolo. La marmotta sembra prediligere territori con assolazione media ed elevata. In quest'ultimo caso le scelte cadono, in particolare, su terreni ad esposizione sud, sud-ovest e sud-est ed inclinazione media. Essa rifugge invece, dove possibile, le zone ad assolazione bassa. E' stato inoltre osservato che col crescere della quota le esposizioni nord, nord-ovest e nord-est vengono evitate. La distribuzione altitudinale degli insediamenti dimostra che questo parametro ha un valore solo su scala locale. Numerose colonie sono protette a monte da pareti rocciose. I corsi d'acqua non sembrano costituire una barriera. L'impatto antropico, rappresentato principalmente dalla pastorizia e dall'escursionismo, non costituisce ancora un limite alla diffusione delle colonie.

In base ai dati raccolti è possibile dedurre che nella zona più occidentale della Valle Brembana le colonie sono in fase di espansione, mentre nel resto del territorio esaminato esse sono ancora in fase di colonizzazione.

La raccolta dati è stata effettuata in due fasi con un intervallo di sette anni. La tendenza osservata durante la seconda fase conferma le ipotesi formulate in base ai dati precedentemente ottenuti.

La metodologia utilizzata non consente una valutazione precisa della consistenza numerica della marmotta, ma può fornirne un'indicazione approssimativa. Attraverso proiezioni a partire dai dati ottenuti, è stato possibile ipotizzare un valore che va dai 6200 ai 9500 individui nell'intera Valle Brembana.

Rispetto ai lavori precedenti relativi ad una parte del territorio, è stato rilevato un incremento sia del numero di colonie che della superficie delle stesse.

L'analisi dei dati ed il confronto con i lavori¹⁶⁷ precedentemente svolti sul territorio ha confermato la bontà del metodo per campionamento. Il dimensionamento delle aree campione è risultato efficace su ampia scala, non altrettanto in territori limitati.

¹⁶⁷ PANSERI M., (cfr. n. 1), 1989; FRIGERIO D., (cfr.n. 1), 1992-93.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ALLAINÉ D., BRONDEX F., GRAZIANI L., COULON J., TILL-BOTTRAUD I., "Male-biased sex ratio in litters of alpine marmots supports the helper repayment hypothesis", *Behavioral Ecology*, 2000, pp. 11(5): 507-514.

ALLAINE D., RODRIGUE I., LAFRONT C., "Rôle des facteurs écologiques sur la stratégie d'installation des marmottes", *1ère Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1992, pp. 53-58.

APOLLONIO M., "I modelli di valutazione ambientale per gli Ungulati con particolare riferimento allo Stambecco", *Atti Conv. Int. "Lo Stambecco delle Alpi"*, Valdieri-Cuneo, 1987, pp. 93-97.

ARMITAGE K. B., "Struttura sociale e strategia di fitness nelle marmotte", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., 1992, pp. 89-94.

ARMITAGE K.B., "Dynamique sociale, parentèle et dynamique des populations chez les marmottes", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte eds. L., 1996a, pp. 113-128.

ARMITAGE K.B., "Evolution of sociality in marmots", *Journal of Mammalogy*, 1999, pp. 80(1): 1-10.

ARMITAGE K.B., BLUMSTEIN D.T., "Body-mass diversity in marmots ", *Holarctic marmot as a factor of biodiversity*, Rumiantsev V.Yu., Nikol'skii A.A. & Brandler O.V. eds., ABF, Moscow, 1997, pp. 118-119.

ARNOLD W., "Socioecology of alpine marmots", *Abst. 19th International Ethological Conference*, Université P. Sabatier, Toulouse 261, 1985.

ARNOLD W., "Social thermoregulation during hibernation in alpine marmots (*Marmota marmota*)", *J. Comp. Physiol.*, 1988a, pp. B 158: 151-156.

ARNOLD W., "The evolution of marmot sociality: I. Why disperse late?", *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 1990a, pp. 27: 229-237.

ARNOLD W., "The evolution of marmot sociality: II. Costs and benefits of joint hibernation", *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 1990b, pp. 27: 239-246.

ARNOLD W., HELDMAIER G., ORTMANN S., POHL H., RUF T., STEINLECHNER S., "Ambient temperatures in hibernacula and their energetic consequences for alpine marmots (*Marmota marmota*)", *J. therm. Biol.*, 1991, pp. 16(4): 223-226.

BARASH D.P., *Marmots. Social behavior and ecology*, Stanford University Press, Stanford, 1989, p. 361.

BASSANO B., GRIMOD L., PERACINO V., "Distribuzione di marmotta alpina in Valle d'Aosta e analisi di vocazionalità", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992, pp. 111-116.

BASSANO B., PERACINO V., PERACINO V., MONTACCHINI F., "Composition du régime alimentaire et habitudes alimentaires dans un groupe familial de marmotte alpine (*Marmota marmota*) - Données préliminaires", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996, pp. 135-140.

BASSANO B., SABATIER B., ROSSI L., MACCHI E. 1992. "Parassiti gastro-intestinali di *Marmota marmota* nell'arco alpino occidentale", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992, pp. 13-24.

BEL M.C., COULON J., "Le marquage olfactif chez la marmotte alpine: bilan des connaissances sur le message chimique", *4^{ème} Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1997, pp. 47-52.

BEL M.C., COULON J., "Le marquage chez la marmotte alpine: aspects comportementaux", *5^{ème} Journée d'Étude sur la Marmotte alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1999, pp. 27-34.

BEL M.C., PORTERET C., COULON J., "Scent deposition by cheek rubbing in the alpine marmot (*Marmota marmota*) in the French Alps", *Can. J. Zool.*, 1995, pp. 73: 2065-2071.

BESSON J.P., "Introduction de la marmotte dans les Pyrénées Occidentales", *C.R. du 96ème Congrès des Sociétés Savantes*, Toulouse, 1971, pp. 3: 397-399.

BIBIKOV D.I., RUMIANTSEV V.YU., "Relations passées et actuelles entre l'homme et les marmottes en ex-Union Soviétique", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996, pp. 9-22.

BLUMSTEIN D.T., "The evolution of situationally specific marmot communication", *Holarctic marmot as a factor of biodiversity*, Rumiantsev V.Yu., Nikol'skii A.A. & Brandler O.V. eds, ABF, Moscow, 1997a, p. 128.

BLUMSTEIN D.T., ARMITAGE K.B., "Cooperative breeding in marmots", *Holarctic Marmots as a factor of Biodiversity*, Rumiantsev V.Yu., Nikol'skii A.A. & Brandler O.V. eds., ABF, Moscow, 1997, pp. 216: 128-129.

BLUMSTEIN D.T., ARNOLD W., "Situational-specificity in alpine-marmot alarm communication", *Ethology*, 1995, pp. 100: 1-13.

BONESI L., LAPINI L., GREGORI G., "Temporal analysis of activities in alpine marmot (*Marmota marmota* L.)", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996, pp. 149-156.

BONZANO A. G., "Oltre duemila le marmotte presenti sulle nostre montagne", *Bergamo caccia e pesca*, pp. 8: 3-4, 1992; "La presenza delle marmotte sulle montagne bergamasche", *Bergamo caccia e pesca*, 1992, p. 9: 5.

BOPP P., "Zur topographie der Murmeltierterritorien", *Revue Suisse Zool.*, 1954, pp. 61(12): 374-380.

BORGIO A., MATTEDI S., "Réintroduire la marmotte alpine *Marmota marmota* l'exemple du Parc Naturel des Dolomites Frioulanes (Alpes Orientale, Italie)", *Stratégies adaptatives et diversité chez les marmottes*, Ramousse R., Allainé D. & Le Berre M. eds., IMN, Lyon, 2003, pp. 223-226.

BRISSONI C., *Il sentiero dei fiori*, Riv. Istituzioni e Territorio, Ed. Provincia di Bergamo, n. 6, 1987.

CALLAIT M-P., GAUTHIER D., PRUD'HOMME C., SABATIER B., "Rôle du parasitisme digestif de la marmotte alpine (*Marmota marmota*) dans la dynamique de ses populations", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996, pp. 97-104.

CAYATTE M.L., "Etude d'une population de marmottes alpines dans les Pyrénées Orientales", *4ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1997, pp. 31-36.

CHIESURA CORONA M., "Osservazioni sulla distribuzione e l'abbondanza della marmotta alpina (*Marmota marmota* L.) nel territorio bellunese (Alpi Sud-Orientali)", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992, pp. 117-121.

COCHET N., LE BERRE M., LE GUELTE L., "Ritmi circadiani e comportamento di un gruppo di marmotte alpine (*Marmota marmota*) in ibernazione", *Proceedings 1st Inter. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992, pp. 55-61.

CORBET G.B., HILL., *A world list of Mammalian Species*, British Museum (Nat. Hist.), University Printing House, Oxford, 1986.

COUTURIER M.A.J., "La marmotte des Alpes", *Le gibier des montagnes françaises*, Arthaud, Grenoble, 1964, pp. 135-190.

DA ROS M., CHAZEL L., "Inventaire des marmottes du Massif du Madres-Coronat et description des sites de sa partie sud", *4ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1997, pp. 37-42.

DEL MORAL R., "The impact of the olympic marmot on subalpine vegetation structure", *Am. j. bot.*, 1984, pp. 71 (9): 1228-1236.

DUBOIS R., *Physiologie comparée de la marmotte*, Masson, Paris, 1896.

EXNER C., TREUDE A., VALLBRACHT S., EHRHARDT N., "Accouplement, naissance et développement précoce des marmottons", *Stratégies adaptatives et diversité chez les marmottes*, Ramousse R., Allainé D. & Le Berre M., eds., 2003, pp. 99-102.

FACELLO C., MACCHI E., PANZERA M., PIAZZA R., TESIO E., "Some phonetic parameters of the alarm calls in *Marmota marmota* L.: differences between the first and the secondary whistles related to the silhouettes", *Holarctic marmot as a factor of biodiversity*, Rumiantsev V.Yu., Nikol'skii A.A. & Brandler O.V. eds, ABF, Moscow, 1997, pp. 141-142.

FARAND E., ALLAINÉ D., "Grosse souris ou petite baleine? Variations des taux de survie chez la marmotte alpine", *5ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1999, pp. 35-42.

FERRI M., PIGOZZI G., SALA L., SOLA C., SPAMPANATO A., TARANTINO J., TONGIORGI P., TOSI L., "Primi risultati di una ricerca sulla popolazione di *Marmota marmota* del crinale appenninico Tosco-Emiliano", *Atti del I Convegno Nazionale dei Biologi della Selvaggina*, Suppl. alle Ricerche di Biologia della Selvaggina, 1988, pp. XIV: 339-349.

FERROGLIO E., DURIO P., "Utilizzo delle tane in una colonia di marmotte in Val di Viù", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E eds., Torino, 1992.

FRANCESCHINA-ZIMMERLI R., INGOLD P., "Comportement des marmottes alpines *Marmota m. marmota* face à différentes pressions de randonneurs", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996, pp. 73-74.

FRIGERIO D., *Analisi dei parametri ecologici della popolazione di marmotta (Marmota marmota) in alta Valle Brembana (Alpi Orobie)*, tesi di laurea in Scienze Biologiche, Università Statale di Milano, 1992-93.

FRIGERIO D., PANSERI M., FERRARIO E., "La marmotte alpine dans les Alpes Orobienues. Analyse des paramètres écologiques", *Biodiversité chez la marmotte*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996, pp. 169-174.

GAILLARD J.M., PONTIER D., ALLAINÉ D., LEBRETON J.D., TROUVILLIEZ J., CLOBERT J., "An analysis of demographic tactics in birds and mammals", *Oikos*, 1989, pp. 56: 59-76.

GEAY J.M., LAMBRECH M., JAMIN J., "Contribution à une charte de réintroduction de la marmotte alpine (*Marmota marmota*) en France", *3ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1996, pp. 37-40.

GHIGI A., "Ricerche faunistiche e sistematiche sui Mammiferi d'Italia che formano oggetto di caccia", *Natura*, 1911, pp. 2: 289-337.

GIACOBINI G., "Analisi tafonomica di resti di marmotta presenti in depositi preistorici. Aspetti metodologici e problemi interpretativi", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992, pp. 1-5.

GIBAUT C., "Comportement et régime alimentaire de la marmotte alpine. Influence de la pression anthropique", *2ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1994, pp. 75-80.

GIBAULT C., RAMOUSSE R., LE BERRE M., "Effets de la pression anthropique sur le comportement alimentaire de la marmotte alpine", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996, pp. 233-234.

GIBOULET O., "Dynamique de la colonisation spatiale dans une population non protégée de marmotte alpine (*Marmota marmota*)", *5ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1999, pp. 35-42.

GISOTTI G., *Principi di geopedologia*, Calderini, 1990.

GOOSSENS B., GRAZIANI L., ALLAIN D., WAITS LP., COULON J., TABERLET P., BOUVET J., "Paternity exclusion and mating system in Alpine Marmot: microsatellite and behavioural analysis", *Holarctic Marmots as a factor of Biodiversity*, Rumiantsev V.Yu., Nikol'skii A.A. & Brandler O.V. eds., ABF, Moscow, 1997, p. 146.

GRAZIANI L., ALLAIN D., "Analyse des tactiques comportementales chez la marmotte alpine (*Marmota marmota*) au cours de leur première année", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996, pp. 235-236.

GRIMOD I., BASSANO B., TARELLO V., "La marmotta (*Marmota marmota*) in Valle d'Aosta. Ecologia e distribuzione (1988-1989)", Regione Autonoma Valle d'Aosta, 1991.

HACKLÄNDER K., ARNOLD W., "Failure of reproduction in female alpine marmots after territory take-overs by males", *Reproduction in Domestic Animals Suppl.*, 1998a, p. 5: 66.

HACKLÄNDER K., ARNOLD W., "Reproductive suppression in female alpine marmots (*Marmota marmota*)", *Abstracts of the Euro-American Mammal Congress*, Ed. Reig, S. Santiago de Compostela (Spain): Universidad de Santiago de Compostela, 1998b.

HACKLÄNDER K., ARNOLD W., "Male-caused failure of female reproduction and its adaptative value in alpine marmots (*Marmota marmota*)", *Behavioral ecology*, 1999c, pp. 10(5): 592-597.

HACKLÄNDER K., BRUNS U., ARNOLD W., "Reproduktion und Paarungssystem bei Alpenmurmeltieren (*Marmota marmota*)", *Stapfia, Kataloge des OÖ Landesmuseums, NF*, 1999, pp. 6321-32.

HEREDIA R., HERRERO CORTES J., "Interazioni tra la marmotta alpina (*Marmota marmota*) ed il gipeto (*Gypaetus barbatus*) nei Pirenei Meridionali", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and on genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds, 1992, pp. 227-229.

HERRERO J., HIDALGO R., GONZALES R., "Colonization process of the alpine marmot (*Marmota marmota*) in Spanish Western Pyrenees", *Pirineos*, 1988, pp. 130: 87-94.

HODOR C., VALCU M., "Statut historique actuel de la marmotte alpine (*Marmota marmota marmota* L.) dans les Carpates roumaines", *Stratégies adaptatives et diversité chez les marmottes*, Ramousse R., Allainé D. & Le berre M. eds., IMN, Lyon, 2003, pp. 233-234.

HOFFER S., INGOLD P., "Die Pfiffe des Alpenmurmeltiers. Form und Auftreten im Zusammenhang mit der Feindvermeidung", *Rev. suisse Zool.*, 1984, pp. 91(4): 861-865.

HUBER. W., *La marmotte des Alpes*, O. N. C. , Paris, 1978.

HUETTMEIR U., "Habitat selection of alpine marmots (*Marmota marmota*) in the Hohe Tauern (Central Alps, Austria)", *Holarctic Marmots as a factor of Biodiversity*, Rumiantsev V.Yu., Nikol'skii A.A. & Brandler O.V. eds., ABF, Moscow, 1997.

JEAN O., *La marmotte (Marmota marmota L. 1758) dans les Pyrénées. Implantation - Développement - Répartition*. Thèse E.N.V. Toulouse, 1981, p. 101.

JANEAU G., MANN C. S., "Organization sociale et occupation de l'espace chez la marmotte des Alpes (*Marmota marmota* L.)", *Incontro di Studio sulla Marmotta Alpina*,. Ente Parco Nazionale Gran Paradiso, Servizio Sanitario, Torino, Collana Scientifica Parco Nazionale Gran Paradiso, 1990, pp. 177, 25-34.

LAPINI L. "La marmotta alpina *Marmota m. marmota* (Linnaeus, 1758) nella Regione Friuli-Venezia Giulia", *Fauna*, 5, 1993.

LE BERRE M., "Pour une gestion rationnelle de la marmotte alpine, ressource naturelle et élément du patrimoine naturel", *2ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1994, pp. 31-38.

LE BERRE M., ALLAINÉ D., RAMOUSSE R., "Effects of ecological factors on the settlement of alpine marmots in different alpine landscapes", *Abstr. Sixth Intern. Theriological Cong.*, ed. M.L. Augée, 1993, pp. 176-177.

LENTI BOERO D., "Distribuzione degli insediamenti e stima della densità di marmotta alpina (*Marmota marmota* L.): metodi di indagine per zone campione", *Atti del I Convegno dei Biologi della Selvaggina*, Suppl. Ric. Biol. Selvaggina, 1988, pp. 253-264.

LENTI BOERO D., "Alarm calling in alpine marmot (*Marmota marmota* L.): evidence for semantic communication", *Ethol. Ecol. and Evol*, 1992, pp. 4: 125-138.

LENTI BOERO D., "Interactions sociales dans une colonie de marmottes alpines (*Marmota marmota* L.)", *Stratégies adaptatives et diversité chez les marmottes*, Ramousse R., Allainé D. & Le berre M. eds., IMN, Lyon, 2003, pp. 47-50.

LOUIS S., "Plasticité comportementale chez les marmottes alpines (*Marmota marmota*): effet de la pression anthropique", *D.E.A. Adaptation et Survie en Environnements Extrêmes*, Université Claude Bernard-Lyon 1, Université Aix-Marseille II & Université Jean Monnet-St Etienne, 1995.

LYMAN C.P., WILLIS J.S., MALAN A., WANG L.C.H., *Hibernation and torpor in mammals and birds*, Academic Press, New York, 1982.

MACCHI E., BASSANO B., DURIO P., TARANTOLA M., VILA A., "Caratteristiche ecologiche degli insediamenti di marmotta alpina (*Marmota marmota*)", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992, pp. 123-127.

MAGNOLON S., "La dispersion natale chez la marmotte alpine (*Marmota marmota*). Modalités et effets de quelques facteurs proximaux", Résumé de thèse de doctorat d'Université, Lyon 1, *5^{ème} Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1999.

MANN C., JANEAU C.S., "Occupation de l'espace, structure sociale et dynamique d'une population de marmottes des Alpes (*Marmota marmota* L.)", *Gibier Faune Sauvage*, 1988, pp. 5: 427-445.

MARIÉ M.P., "Contribution à l'étude et à la recherche des Arthropodes commensaux de la marmotte des Alpes", *Ann. Sci. Nat., Zoologie* - 10^{ème} série, T, 1930, pp. XIII: 185-233.

MASSEMIN S., RAMOUSSE R., "Régime alimentaire d'un groupe de marmottes", *1^{ère} Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1992, pp. 75-80.

MEIN P., "Taxonomia", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992, pp. 6-12.

MUNCH H., *Zur ökologie und psychologie von Marmota m. marmota*, Zeit. Fur Säugetierkunde, 1958, pp. 23: 129-138.

NAEF-DAENZER B., "Alpenmurmeltier: Sozialverhalten und räumliche Verteilung", *Wildbiologie für die Praxis*, suppl. Wildtiere, 1985.

NEBEL D., "Occupation de l'espace en 1996 par la population de marmotte (*Marmota marmota*) de la Réserve Domaniale du Mont-Vallier", *4ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1997, pp. 43-46.

ORTMANN S., HELDMAIER G., "Bilancio energetico nella marmotta alpina durante l'ibernazione e in condizione di normotermia", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992, pp. 221-225.

OZENDA P., BOREL J.L. "Les conséquences écologiques possibles des changements climatiques dans l'arc alpin", *Rapport Futuralp*, ICALPE, 1991, pp. ndeg.1: 1-49.

PANSERI M., "La marmotta (*Marmota marmota marmota* L.1758) sulle Alpi Orobiche e sulle Prealpi Bergamasche: analisi della popolazione (1985-1987)", *Rivista del Museo Civico di Scienze Naturali "E. Caffi" di Bergamo*, 1989, pp. 14: 141-154.

PERACINO V., BASSANO B., "La marmotta (*Marmota marmota* L.) nel Parco Nazionale del Gran Paradiso: metodologie di censimento e valutazione della sua distribuzione (1986-1987)", *Incontro di studio sulla Marmotta Alpina*, Coll Scient. P.N. Gran Paradiso, Torino, 1987, pp. 13-24.

PERACINO V., BASSANO B., "La marmotta alpina (*Marmota marmota*) nel Parco Nazionale del Gran Paradiso: valutazione della densità e distribuzione", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992.

PERRIN C., LE GUELTE L., LE BERRE M., "Distribuzione temporale e spaziale delle attività della marmotta alpina durante l'estate", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., 1992, pp. 101-110.

PERRIN C., ALLAINÉ D., "Organisation sociale, utilisation de l'espace et répartition des activités chez la marmotte alpine dans la réserve de la Grande Sassièrre (parc National de la Vanoise)", *116° Congrès des Sociétés Savantes*, Chambéry, 1991, pp. 295-318.

PERRIN C., ALLAINÉ D., LE BERRE M., "Socio-spatial organisation and activity distribution of the alpine marmot *Marmota marmota*: Preliminary results", *Ethology*, 1993, pp. 93: 21-30.

PERRIN C., COULON J., LE BERRE M., "Comportement social des marmottes alpines (*Marmota marmota*): variations entre groupes et entre individus", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996, pp. 193-198.

PERRONE A., MACCHI E., DURIO P., "Un caso di predazione di astore (*Accipiter gentilis*) su Marmotta (*Marmota marmota*)", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., 1992, pp. 239-240.

PIGOZZI G. "The den system of the Alpine marmot (*Marmota marmota*) in the National Park of Stelvio, northern Italy", *Zeitsch f_r Säugetierkunde*, 1984, pp. 49(1): 13-21.

PIGOZZI G., "Predation on alpine marmot (*Marmota marmota*) by a golden eagle, *Aquila chrysaetos*", *Atti Soc. It. Sc. Nat. e del Museo Civ. St. Nat. Milano*, 1989, pp. 130(5): 93-96.

PRELEUTHNER M., GOSSOW H., GAMAUF A., RABEDER G., "Histoire récente de la colonisation des marmottes dans les Alpes Orientales", *Biodiversité chez*

les marmottes, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996, pp. 110-111.

PRELEUTHNER M., PINSKER W., GRINNER M., "L'analyse électrophorétique de quinze populations sauvages (*Marmota marmota*) révèle un ancien goulot d'étranglement.", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996, pp. 245-246.

PSENNER H., "Neues von Murmeltier", *Säugetierkunde Mitt.*, 1957, pp. 5: 4-10.

RAMOUSSE R., "Valeur récréative d'une espèce sauvage en France: la marmotte alpine", *4ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1997, pp. 13-20.

RAMOUSSE R., LE BERRE M., "Pour un projet de charte de réintroduction de la marmotte alpine en France", *3ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1996, pp. 57-58.

RAMOUSSE R., LE BERRE M., MASSEMIN S., "Selective foraging of alpine marmots in alpine meadows", *Abstr. Sixth Intern. Theriological Cong.*, ed. M.L. Augée, 1993b, pp. 250-251.

RAMOUSSE R., LE BERRE M., NEBEL D., LE GUELTE L., "Introduction de la marmotte alpine dans la réserve du Mont Valier: premier bilan", *2ème Journée d'Étude sur la Marmotte Alpine*, Ramousse R. & Le Berre M. eds., 1994, pp. 49-54.

RAMOUSSE R., MARTINOT J.P., LE BERRE M., "Vent'anni di politica di reintroduzione della marmotta alpina nel parco Nazionale della Vanoise (Alpi francesi)", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992, pp. 171-177.

RENARD M. A., "Le comportement de surveillance chez la marmotte alpine (*Marmota marmota*)", *D.E.A et formation doctorale, Analyse et Modélisation des Systèmes Biologiques*, Université Claude Bernard-Lyon 1, 1997.

RODRIGUE I., ALLAINE D., RAMOUSSE R., LE BERRE M., "Strategia di occupazione dello spazio della marmotta alpina (*Marmota marmota*) in relazione a fattori ecologici", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992;

RUMIANTSEV V.YU., BIBIKOV D.I., "Les marmottes d'Europe: histoire, conditions actuelle, perspectives", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996, pp. 51-58.

RYMALOV I.V., MAXIMOV A.Y., "L'ibernazione nella marmotta in cattività", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992, pp. 63-66.

SAGLIO S., CORTI A., CREDARO B., *Alpi Orobie*, C.A.I. e T.C.I., 1957.

SALA L., TONGIORGI P., GIANAROLI M., SOLA C., SPAMPANATO A., "Long-term monitoring of a population of marmots in the northern Apennines – Preliminary data", *Holarctic Marmots as a factor of Biodiversity*. Rumiantsev V.Yu., Nikol'skii A.A. & Brandler O.V. eds., ABF, Moscow, 1997, pp. 187-188.

SANESI G., *Guida alla descrizione del suolo*, C.N.R., Firenze, 1977.

SCARAVELLI D., GAZZANI V., "La marmotta (*Marmota marmota*) nel Parco Regionale della Lessinia (Vr-Vi)", *IV Convegno dei faunisti veneti*, 2003.

SEMOV Y., RAMOUSSE R., LE BERRE M., "Impact de la marmotte (*Marmota marmota*) sur la diversité floristique des prairies alpines", *Stratégies adaptatives et diversité chez les marmottes*, Ramousse R., Allainé D. & Le berre M. eds., IMN, Lyon, 2003, pp. 269-274.

TOSCHI A., "Sul popolamento della marmotta nelle Alpi Italiane", *Ricerca zoologica applicata alla caccia*, 1954, pp. 14:1-40.

TÜRK A., ARNOLD W., "Thermoregulation as a limit to habitat use in alpine marmots (*Marmota marmota*)", *Oecologia*, 1988, pp. 76, 544-548.

VANNINI E., *Zoologia dei Vertebrati*, UTET, Torino, 1982.

VENTURA LUINI P., "Indagine conoscitiva sulla marmotta alpina (*Marmota marmota* L.) nel Parco Naturale di Paneveggio-Pale di San Martino (Alpi Orientali)", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmot*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992, pp. 151-155.

VITA A., "La popolazione di marmotta (*Marmota marmota*) nel Parco Naturale Orsiera Rocciavré", *Proceedings of the 1st Int. Symp. on Alpine Marmot and genus Marmota*, Bassano B., Durio P., Gallo Orsi U., Macchi E. eds., Torino, 1992, pp. 265-268.

WILSON, *Sociobiologia*. Zanichelli, Bologna, 1979.

ZELENKA G., "Observation sur l'ecologie de la marmotte des Alpes", *Terre et Vie*, 1965, pp. 19: 238-256.

ZIMINA R.P., "Les marmottes et les transformations du paysage depuis le Pléistocène", *Biodiversité chez les marmottes*, Le Berre M., Ramousse R. & Le Guelte L. eds., 1996, pp. 59-62.

ZIMINA R.P., GERASIMOV I.P., "The periglacial expansion of marmots (*Marmota*) in middle Europe during late Pleistocene", *J. Mammal.*, 1973, pp. 54(2): 327-340.

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare Carlo, Lorenzo e Lisa, che con il loro affetto mi hanno sostenuta, Laura per l'incrollabile fiducia, Katy, mamma, papà e tutte le altre persone che hanno creduto in me, Annalisa per aver illuminato un cammino altrimenti oscuro, Maurizio per la costanza, quei professori che con la loro disponibilità hanno reso possibile l'avventura, Beatrice per l'ispirazione.