

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO**  
Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali  
Corso di Laurea in Analisi e gestione degli ambienti naturali



**ANALISI DELLE CARATTERISTICHE AMBIENTALI  
DEI SITI DI SVERNAMENTO DELL'ORSO BRUNO  
(*Ursus arctos L.*) NEL TRENTINO OCCIDENTALE**

Relatore: **Prof. Fiorenza De Bernardi**  
Correlatori: **Dott. Andrea Mustoni**  
**Dott. Damiano Preatoni**

Tesi di Laurea di:  
**BRUNELLA VISAGGI**  
Matricola:  
**704101**

**Anno Accademico 2006-2007**

...*"Noi siam nello spirito  
silvestre"...*

# INDICE

RIASSUNTO	5
<b>1. INTRODUZIONE</b>	8
<b>2. L'ORSO BRUNO</b>	11
<b>2.1 FILOGENESI DEGLI ORSI</b>	11
2.1.1 INQUADRAMENTO SISTEMATICO	15
<b>2.2 BIOLOGIA DELL'ORSO</b>	19
2.2.1 CARATTERISTICHE GENERALI	19
2.2.2 ALIMENTAZIONE	22
2.2.3 CICLO DI VITA ANNUALE	27
<b>2.3 ECOLOGIA</b>	35
2.3.1 <i>HABITAT</i>	35
2.3.2 SELEZIONE DELLE TANE	37
2.3.3. <i>HOME RANGE</i>	40
2.3.4 DINAMICA E STRUTTURA DI POPOLAZIONE	41
<b>2.4 L'ORSO BRUNO SULLE ALPI</b>	46
2.4.1 LA STORIA PASSATA	46
2.4.2 IL PROGETTO <i>LIFE URSUS</i>	47
2.4.3 LO STATO ATTUALE	
DELLA POPOLAZIONE DI ORSI DEL TRENTINO	51
2.4.4 <i>STATUS</i> LEGISLATIVO DELLA SPECIE	53
<b>3. L'AREA DI STUDIO</b>	55
<b>3.1 GENERALITÀ ED INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</b>	55
<b>3.2. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA</b>	58
<b>3.3 CARATTERISTICHE CLIMATICHE</b>	62
<b>3.4 ASPETTI VEGETAZIONALI</b>	65
<b>3.5 LINEAMENTI FAUNISTICI</b>	68
<b>4. MATERIALI E METODI</b>	72
<b>4.1 PROGETTO MONITORAGGIO TANE</b>	72
<b>4.2 METODOLOGIA DI INDAGINE</b>	74
4.2.1 STAGIONE 2006	78
4.2.2 STAGIONE 2007	80

<b>4.3 SISTEMI INFORMATIVI TERRITORIALI</b>	85
4.3.1 DATI CARTOGRAFICI	88
<b>4.4 ANALISI STATISTICA DEI DATI</b>	90
<b>4.5 MODELLO DI VALUTAZIONE AMBIENTALE</b>	91
<b>4.6 ANALISI DI REGRESSIONE LOGISTICA</b>	92
<b>4.7 ANALISI DELLA CURVA ROC</b>	94
4.7.1 SAMPLING PER LA REGRESSIONE LOGISTICA	95
<b>5. RISULTATI E DISCUSSIONE</b>	100
<b>5.1 DESCRIZIONE DELLE CAVITÀ</b>	100
5.1.1 TIPOLOGIA E DIMENSIONI	101
5.1.2 CARATTERISTICHE AMBIENTALI	106
<b>5.2 CONFRONTO TRA TANE E CAVITÀ NON USATE</b>	109
<b>5.3 ANALISI DI REGRESSIONE LOGISTICA</b>	116
5.3.1 IL MODELLO DI VALUTAZIONE AMBIENTALE	122
5.3.2 CARTA DELLE   DI PRESENZA	
DEI SITI DI SVERNAMENTO	124
<b>6. CONCLUSIONI</b>	127
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	130

## RIASSUNTO

Nel Parco Naturale Adamello Brenta e nei territori ad esso circostanti, grazie al successo di un progetto di reintroduzione (*Life Ursus*) realizzato a partire dal 1996, è attualmente presente l'unica popolazione di orso bruno (*Ursus arctos L.*) delle Alpi Centrali.

Nel tentativo di individuare le migliori misure di conservazione per la neopopolazione, da qualche anno è stato avviato un progetto di ricerca, denominato "Monitoraggio tane", volto alla caratterizzazione e alla scoperta dei siti di svernamento di orso bruno presenti sul territorio della Provincia Autonoma di Trento. Il presente lavoro di tesi si inserisce, a partire dalla primavera del 2006, in questo progetto con lo scopo di compiere un'analisi delle caratteristiche ambientali dei siti di svernamento di orso bruno. L'area indagata per il presente studio corrisponde ai gruppi montuosi delle Dolomiti di Brenta e della dorsale Gazza-Paganella, i quali rappresentano l'area che la popolazione di orsi trentina ha stabilmente occupato negli ultimi decenni.

All'interno di quest'area sono state condotte numerose campagne di esplorazione del territorio che, nell'arco di diciannove anni, hanno portato all'individuazione di 59 tane di orso bruno. Fino alla primavera del 2006 erano state individuate 45 tane, con le successive due stagioni di campo sono state scoperte altre 14 tane. L'identificazione dei siti di svernamento è avvenuta grazie al rilevamento di particolari indici di presenza. L'esistenza di un giaciglio, all'interno di una cavità testimonia, infatti, l'utilizzo della stessa come rifugio invernale, da parte del plantigrado. Allo stesso tempo, durante le ultime due campagne di esplorazione (2006 e 2007), sono stati rilevate e monitorate 72 cavità potenzialmente fruibili come tane, ma mai utilizzate, per poter confrontare le caratteristiche dei diversi siti in funzione del fatto che siano stati utilizzati dall'orso o non ancora utilizzati. Per la caratterizzazione dei siti di svernamento e delle cavità potenziali, sono sta-

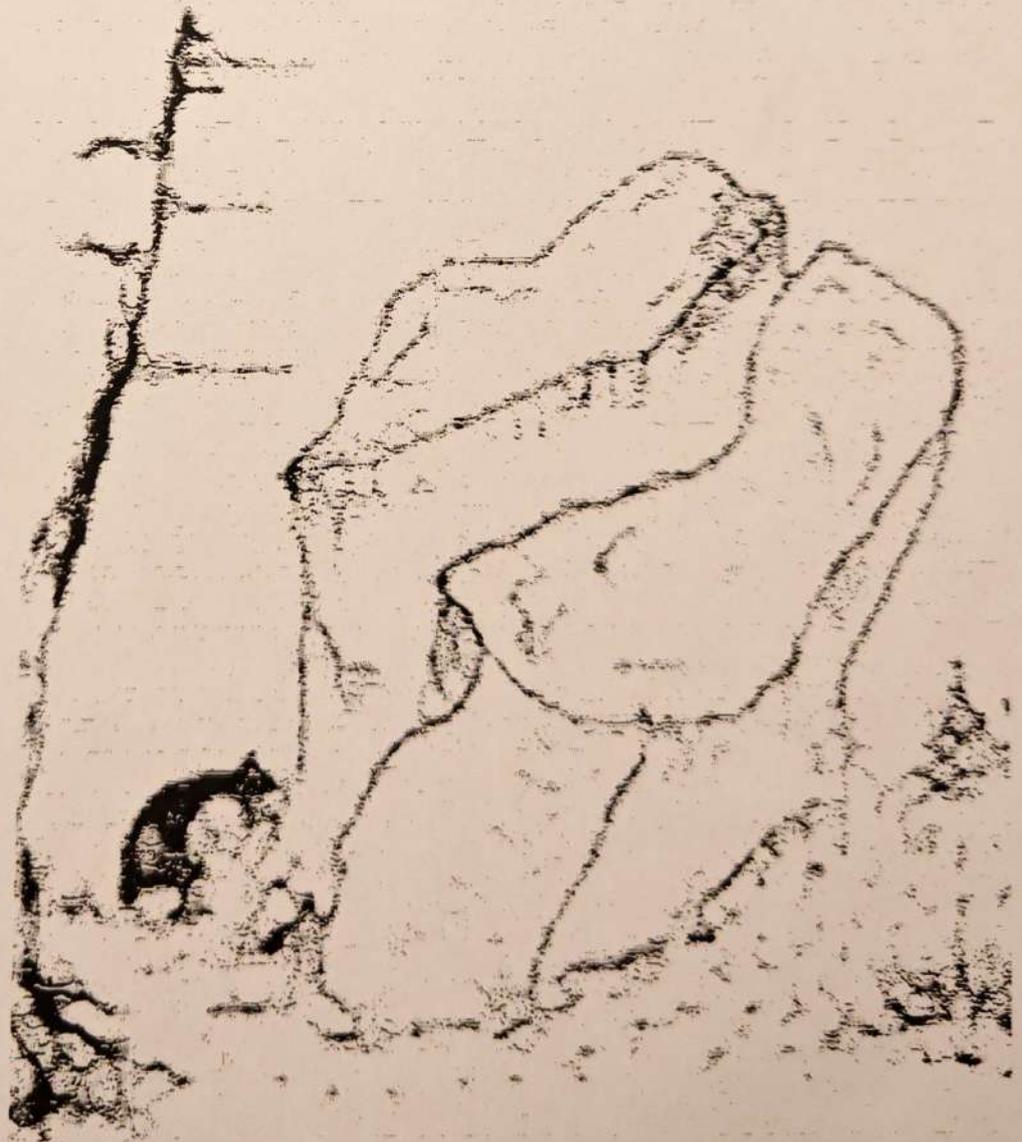
---

ti rilevati sul campo vari parametri geografici ed ambientali, come l'esposizione dei versanti e degli ingressi delle cavità, la pendenza del terreno circostante. le dimensioni della cavità: altezza e larghezza ingresso, lunghezza massima interna, altezza massima e minima interna, larghezza massima e minima interna e le dimensioni del giaciglio (quest'ultimo solo per le tane). Inoltre, mediante l'ausilio di un Sistema Informativo Territoriale, sono state determinate: l'esposizione e la pendenza del versante, la classe vegetazionale, la radiazione solare diretta, le temperature medie notturne e diurne di febbraio e gennaio, le precipitazioni medie annue e le distanze dalle possibili fonti di disturbo (strade forestali, strade principali, impianti sciistici) e dai corpi idrici.

Una prima analisi dei dati, a livello esplorativo, ha previsto il calcolo, per le variabili dimensionali delle 59 tane e delle 72 cavità, dei parametri statistici di base (media e deviazione standard), per avere un quadro descrittivo medio di tutte le tane conosciute e delle cavità potenziali.

Per tutti i parametri dimensionali e ambientali è stata effettuata un'analisi della varianza (ANOVA o Watson  $U_2$  test) per determinare quali parametri siano significativamente differenti nei confronti delle due diverse classi di cavità (usata, non usata). Sono risultati significativamente differenti l'altezza dell'ingresso, l'esposizione del versante, la pendenza e l'inaccessibilità dei versanti, la radiazione solare e le temperature medie notturne di gennaio. Attraverso un'analisi di regressione logistica si è cercato di individuare quale sia la relazione esistente tra l'uso-non uso della cavità e le caratteristiche ambientali del territorio e costruire, in questo modo, un modello di valutazione ambientale capace di individuare all'interno del territorio del Trentino occidentale quali siano le aree in cui è più alta la probabilità di presenza di un sito utilizzato dall'orso per il periodo di svernamento.

# 1. INTRODUZIONE





## 1. INTRODUZIONE

L'orso bruno (*Ursus arctos*), nell'ambito della fauna alpina, rappresenta un elemento di indiscutibile importanza naturalistica e di notevole interesse sociale. Esso è parte della cultura e delle tradizioni delle popolazioni locali, ma purtroppo è stato protagonista di un lento ed inesorabile processo di rarefazione che ha condotto la specie sull'orlo dell'estinzione. La causa primaria della scomparsa dell'orso dalle Alpi italiane è stata la persecuzione diretta da parte dell'uomo, causa alla quale si è affiancato un rilevante sfruttamento dell'ambiente montano, con conseguente alterazione e riduzione delle aree tipiche per la sopravvivenza della specie.

Da un punto di vista conservazionistico sono numerosi i motivi che avvalorano la scelta di concentrare su questa specie studi di ricerca ed azioni di tutela.

Prima di tutto, l'orso rappresenta un'importante componente a livello ecosistemico e, nonostante i benefici della sua presenza non siano quantificabili, è ipotizzabile che la sua sopravvivenza rappresenti un fattore cardine per la conservazione di alcuni meccanismi ecologici. Il plantigrado può essere considerato una "specie indicatrice" del funzionamento, della composizione e dell'integrità di interi ecosistemi.

In secondo luogo, l'orso è definito come una "specie ombrello", cioè una specie che necessitando di ampi spazi per sopravvivere può garantire la conservazione di altre forme di vita che vivono "accolte" sotto il suo ombrello protettivo. La conservazione dell'orso, infine, riveste una notevole importanza culturale ed educativa; infatti, l'orso è una delle specie selvatiche di maggior impatto emotivo sull'uomo, è fortemente presente nell'immaginario collettivo ed è stato oggetto di attenzione in letteratura e nelle arti figurative. L'orso rappresenta quindi un simbolo, una "specie bandiera", attorno al quale è possibile creare consenso e sensibilizzazione tra l'opinione pubblica nei confronti della tematica ambientale. La rilevanza naturalistica di questa specie è ampiamente riconosciuta nel mondo



scientifico ed è confermata dal quadro normativo della Comunità Europea, che pone l'orso bruno tra le specie prioritarie su cui concentrare gli interventi e gli sforzi di recupero nell'ambito della direttiva Habitat (92/43/CEE).

Il Parco Naturale Adamello-Brenta, nato con lo scopo di tutelare l'habitat idoneo all'orso bruno e presentando al suo interno l'area in cui ha trovato rifugio l'antica popolazione di plantigradi del Brenta, nel 1996 ha promosso il Progetto Life *Ursus*. La finalità di questo progetto è quella di ricostituire una minima popolazione vitale (MPV) di orsi sulle Alpi centrali, attraverso la reintroduzione di individui "fondatori" provenienti dalla vicina Slovenia. Per mettere in atto adeguate strategie di conservazione di una specie sono necessarie conoscenze dettagliate sulle esigenze ecologiche e sulla selezione degli habitat. Per questo motivo il Parco Naturale Adamello Brenta è promotore di diversi studi di ricerca finalizzati ad ampliare le conoscenze relative alle abitudini alimentari e agli ambienti utilizzati dagli orsi, per poter così individuare le migliori strategie gestionali che consentano di preservare la neopolazione.

Le caratteristiche ambientali dei siti di svernamento sono una componente fondamentale all'interno dell'habitat dei plantigradi. Le tane rappresentano il luogo dove l'orso si rifugia per affrontare le condizioni ambientali sfavorevoli durante la stagione invernale e preservare così le proprie riserve vitali. Questo luogo è, inoltre, fondamentale per la femmina nel periodo del parto.

In questo contesto si inserisce il presente lavoro di tesi, avente come obiettivo l'individuazione, la descrizione e l'analisi delle caratteristiche ambientale dei siti di svernamento di orso bruno presenti nel Trentino occidentale.

Data la rilevanza di questi siti, un'adeguata tutela della specie non può prescindere dalla conoscenza delle aree utilizzabili dall'orso per lo svernamento: la loro individuazione e la determinazione dei fattori che influenzano l'orso nella scelta del rifugio invernale consentirebbe di avere indicazioni su come indirizzare le politiche di sviluppo territoriale e di minimizzare le possibilità che si creino conflitti tra le attività antropiche e le esigenze ecologiche della specie.

## 2. L'ORSO BRUNO





## 2. L'ORSO BRUNO

### 2.1 FILOGENESI DEGLI ORSI

Allo stato attuale permangono ancora alcuni interrogativi sull'evoluzione degli Ursidi, ed in particolare del genere *Ursus*, in quanto i fossili ritrovati non sono così abbondanti da permettere una conoscenza approfondita delle fluttuazioni morfologiche che sono intervenute all'interno delle varie specie; considerato, inoltre, che di molti reperti non si conosce l'esatto livello stratigrafico da cui provengono, risulta difficile dare un quadro filético definitivo per questa famiglia, come testimoniano i numerosi schemi evoluti proposti dai vari autori nell'ultimo secolo (Boule, 1910; Dubois & Stehlin, 1932; Dal Piaz, 1935; Erdbrink, 1953; Kurtén, 1968; Ficarelli, 1979; Martin, 1989; Mazza & Rustioni, 1994), alcuni dei quali in stridente contrasto tra loro. La famiglia degli Ursidi, secondo Dal Piaz, ha avuto probabilmente origine in Eurasia, da qui migrarono le varie forme che vissero e che tuttora vivono negli altri continenti, fatta eccezione per l'Oceania e l'Antartide (Dal Piaz, 1935).

Secondo Martin (1989), i primi rappresentanti degli Ursidi appartenenti al genere *Ursavus* sarebbero derivati dal genere *Cephalogale*, nel corso del Miocene (intorno a 20 milioni di anni fa). Si tratta di orsi primitivi, di piccole dimensioni, ma con una dentatura già adattata ad un'alimentazione onnivora. Essi si diffondono progressivamente nel continente asiatico, in Nord America ed infine anche in Europa, dove solo nel Pliocene inferiore (intorno a 4-5 milioni di anni fa dal presente) compare in modo definitivo il genere *Ursus* (Fig. 2.1). Questo genere è stato inizialmente rappresentato dalla specie *Ursus minimus* (Devèz & Bouillet, 1827) (sinonimi: *Ursus arvernensis* Croizet & Jobert, 1828 e *Ursus rusciniensis* Depéret, 1890); di questa specie si perde ogni traccia alla fine del Pliocene (circa 2 milioni di anni fa) e con l'inizio del Quaternario subentra l'*Ursus etruscus* (Cuvier, 1825): diffuso in tutta l'Eurasia dagli inizi del Pleistocene (1,8 milioni di anni



fa) fino alla glaciazione di Günz (intorno a 600.000 anni fa).

Secondo Ficcarelli (1979) i successori dell'*Ursus etruscus* si dividono in due rami: il primo, europeo, porta all'*Ursus spelaeus* (Rosenmüller & Heinroth, 1784), attraverso l'*Ursus deningeri* (Reichenau, 1906); il secondo, asiatico-americano, attraverso forme intermedie finora sconosciute, conduce all'*Ursus thibetanus*, all'*Ursus americanus* e all'*Ursus arctos*.

L'*Ursus deningeri*, descritto sulla base di pochi resti fossili, è un orso di grossa taglia che ha raggiunto il massimo della sua diffusione nell'interglaciale Günz-Mindel (Daldoss, 1981).

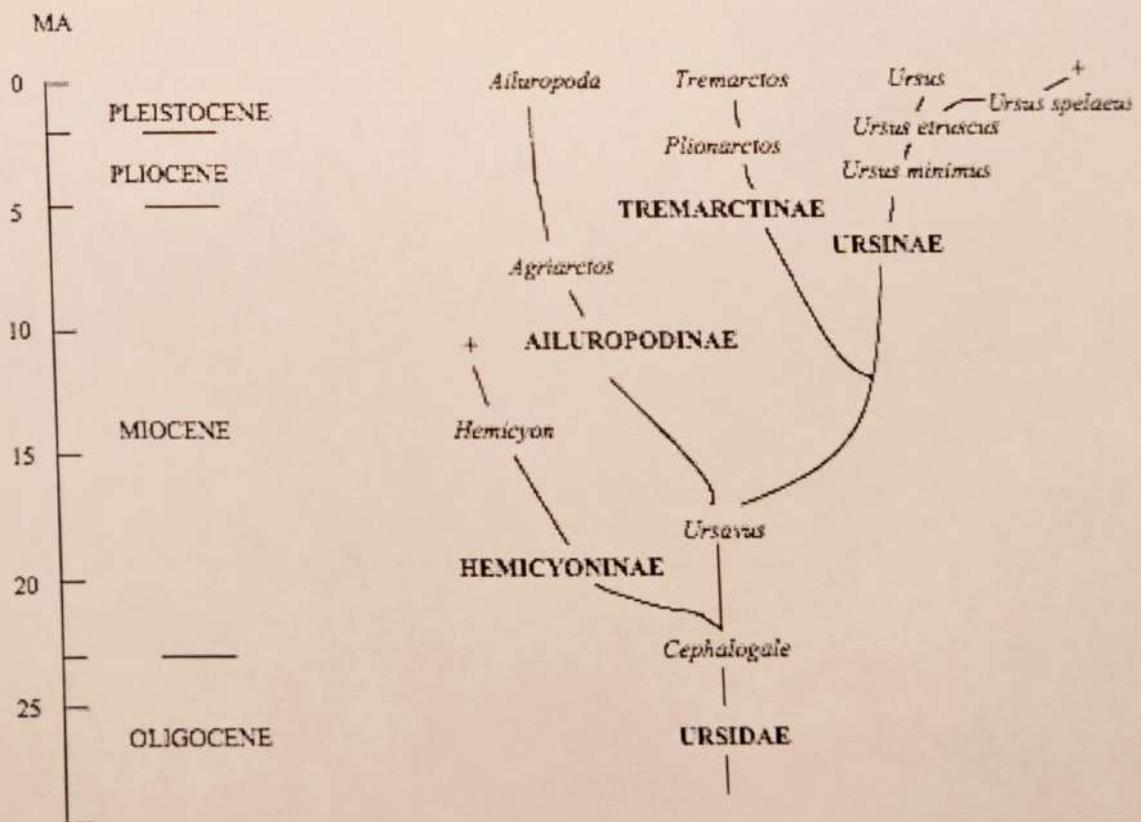


Figura 2.1. Schema evolutivo degli Ursidi (da Kitchener, 1994 modificato).

L'*Ursus spelaeus* (noto come orso delle caverne) è il plantigrado fossile europeo più diffuso del Quaternario: compare nella sua forma primitiva al termine della glaciazione Mindel (tra 500.000 e 400.000 anni fa), raggiunge il massimo del-



la sua espansione e differenziazione durante l'interglaciale Riss-Würm, per poi estinguersi nel corso degli stadi postglaciali del Pleistocene superiore (Maddaleniano, oltre 10.000 anni fa) (Daldoss, 1981; Müller & Stecher, 1997). Nell'*Ursus spelaeus* il grado di evoluzione è già molto avanzato, soprattutto se si osserva la dentatura, la quale mostra tipici adattamenti per una dieta prevalentemente erbivora: generalmente mancano i piccoli premolari, (Daldoss, 1981).

Non è stata ancora trovata una risposta valida alle cause di estinzione dell'orso delle caverne: probabilmente l'evento è legato ad un insieme di fattori che hanno reso impossibile la sopravvivenza della specie alla fine dell'ultima glaciazione. Alcuni Autori (Dal Piaz, 1935; Müller & Stecher, 1997) avanzano l'ipotesi che l'estinzione potrebbe essere legata alla perdita di habitat originario a causa dei cambiamenti climatici sopraggiunti alla fine del Pleistocene: infatti questa fase vede la scomparsa di altri grandi mammiferi, quali il cervo gigante (*Cervus megaloceros*) e il leone delle caverne (*Panthera spelaea*).

L'orso bruno non è un diretto discendente dell'*Ursus spelaeus*, infatti sin dall'inizio del Quaternario sarebbero comparse, accanto ai predecessori dell'orso delle caverne, le forme più modeste e meno specializzate del gruppo arctoide (Dal Piaz, 1935; Ficarelli, 1979; Daldoss, 1981).

Pertanto gli orsi bruni europei devono essere considerati come i discendenti delle locali forme pleistoceniche di *Ursus arctos*, a loro volta derivate da antenati finora sconosciuti provenienti dall'Asia. Quest'ipotesi sarebbe suffragata dal fatto che le forme attuali di questo gruppo presentano una distribuzione extraeuropea molto estesa. *Ursus arctos* si incontra durante tutto il Pleistocene europeo, ma in genere non è mai molto frequente:

solo al termine dell'ultimo periodo glaciale riesce a prendere il sopravvento sull'*Ursus spelaeus* che progressivamente va scomparendo (Dal Piaz, 1935; Daldoss, 1981).

Le relazioni evolutive e filogenetiche tra le otto specie di orso sono state ricostruite non solo sulla base dei dati paleontologici, ma anche grazie ad indagini



molecolari, tra cui ibridazione del DNA e tecniche di elettroforesi. È risultato che il panda gigante (*Ailuropoda melanoleuca*) è la specie di origine più antica: il suo antenato, *Agriarctos* (derivato da una delle prime forme del genere *Ursavus*), si è distaccato dalla linea evolutiva degli Ursidi intorno a 20 milioni di anni fa.

La separazione tra le altre specie di orso, incluse da alcuni autori nella sottofamiglia Ursinae, sarebbe avvenuta in tempi più recenti, indicativamente 4-8 milioni di anni fa; da recenti analisi genetiche basate sull'ibridazione del DNA e sulle sequenze di mtDNA, è emerso che l'orso polare (*Ursus maritimus*) si sarebbe differenziato da qualche popolazione costiera di *Ursus arctos* intorno a 2-3 milioni di anni fa (a conferma di quanto ipotizzato da Kurtén (1968) sulla base di resti fossili) (Goldman *et al.*, 1989; Waits *et al.*, 1999).



### 2.1.1 INQUADRAMENTO SISTEMATICO

CLASSE	Mammalia (Linnaeus, 1758)
SOTTOCLASSE	Theria (Parker et Haswell, 1897)
INFRACLASSE	Eutheria (Gill, 1872)
COHORTE	Ferungulata (Simpson, 1945)
SUPERORDINE	Ferae (Linnaeus, 1758)
ORDINE	Carnivora (Bowdich, 1821)
SOTTORDINE	Fissipeda (Blumenbach, 1791)
SUPERFAMIGLIA	Canoidea (Simpson, 1931)
FAMIGLIA	Ursidae (Gray, 1825)
GENERE	<i>Ursus</i> (Linnaeus, 1758)
SPECIE	<i>Ursus arctos</i> (Linnaeus, 1758)

L'orso bruno (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758) è un mammifero carnivoro appartenente alla famiglia degli Ursidi. I parenti più prossimi di questa famiglia sono i Procionidi e i Mustelidi i quali, insieme ai Canidi, formano la superfamiglia Canoidea, sottordine dei Fissipedi. (Couturier, 1954; Daldoss, 1981).

La classificazione degli Ursidi è da sempre in discussione, soprattutto per quanto riguarda la suddivisione in generi ed il numero di specie; attualmente la maggior parte degli studiosi (Servheen, 1990) sono in accordo nel suddividere la famiglia in cinque generi e otto specie.



Tabella 2.1. Generi e specie di Ursidi (Mustoni, 2004)

GENERE	SPECIE	NOME COMUNE
<i>Ursus</i>	<i>Ursus arctos</i> (Linnaeus, 1758) <i>Ursus americanus</i> (Pallas, 1780) <i>Ursus maritimus</i> (Phipps, 1774) <i>Ursus thibetanus</i> (G.Cuvier, 1825)	orso bruno orso nero americano orso polare o bianco orso tibetano
<i>Melursus</i>	<i>Melursus ursinus</i> (Shaw, 1791)	orso labiato
<i>Helarctos</i>	<i>Helarctos malayanus</i> (Raffles, 1882)	orso malese
<i>Tremarctos</i>	<i>Tremarctos ornatus</i> (F.Cuvier, 1825)	orso dagli occhiali
<i>Ailuropoda</i>	<i>Ailuropoda melanoleuca</i> (David, 1869)	panda gigante

La suddivisione sopra esposta (tab. 2.1) appare al momento la più attendibile (Mustoni, 2004). Questa sistematica è stata progressivamente semplificata a partire dagli anni cinquanta, grazie all'analisi critica effettuata dallo studioso Cou-turier (1954), il quale è stato il primo a sostenere che sulla Terra esiste un'unica specie di orso bruno che si estende in tutto l'emisfero Nord; in particolare, tutti gli orsi europei, eccetto quelli caucasici, appartengono alla sottospecie *Ursus arctos arctos* L. (Daldoss, 1981).

In epoca preistorica la specie era distribuita in tutto il continente europeo, con l'eccezione delle isole maggiori: Irlanda, Islanda, Corsica e Sardegna. La sua progressiva scomparsa da gran parte dell'areale originario è avvenuta in concomitanza con la parallela crescita della popolazione umana. Da un lato gli habitat maggiormente idonei alla presenza della specie si sono ridotti e frammentati, a causa delle opere di deforestazione e di trasformazione agricola del territorio, dall'altro la specie ha conosciuto una forte persecuzione diretta attraverso la cac-

cia e, successivamente, gli abbattimenti illegali (Duprè *et al.*, 2000).

Attualmente in Europa si stima la presenza di circa 50.000 orsi, di cui 37.000 in Russia, all'interno di un areale di oltre 2,5 milioni di km<sup>2</sup>. Complessivamente sono state individuate 12 popolazioni distinte e demograficamente isolate, delle quali 5 molto piccole con una consistenza inferiore a 100 individui (Swenson *et al.*, 2000); considerata l'esiguità di alcune di queste, sarebbe più corretto parlare di nuclei anziché di popolazioni (Fig. 2.2).



Figura 2.2. Distribuzione dell'orso bruno in Europa. Le localizzazioni delle popolazioni più piccole sono segnate con delle virgolette. CAN = popolazioni cantabriche (occidentale e orientale), PYR = popolazioni francesi (occidentale e centrale), SA = Alpi meridionali, APP = Appennini, DEA = Alpi Dinariche orientali, RR = Monti di Rila e Rodope, SP = Monti di Stara-Planina (da Linnell *et al.*, 2002).



### Considerazioni in merito alla genetica delle popolazioni europee

Molte delle popolazioni europee di orso bruno hanno già raggiunto il livello critico del pericolo di estinzione (Mace & Lande, 1991) e, affinché sia assicurata la loro sopravvivenza, sono necessarie eccezionali misure di conservazione. Il loro attuale trend negativo può essere considerato come la conseguenza sia di cause demografiche che genetiche (Lande, 1988): le dimensioni ridotte, la bassa variabilità genetica e la depressione da inbreeding sono fattori negativi che interagiscono tra loro e che possono essere contrastati probabilmente solo attraverso progetti di reintroduzione o ripopolamento. L'immissione di orsi appartenenti ad altre popolazioni potrebbe far aumentare le possibilità di accoppiamenti, introdurre variabilità genetica e ridurre gli effetti della depressione da inbreeding (Allendorf & Servheen, 1986). Tuttavia la realizzazione di questi progetti richiede una dettagliata conoscenza della struttura genetica delle popolazioni coinvolte. Una misura della diversità genetica all'interno della popolazione permette una stima indiretta sia delle sue effettive dimensioni, sia del possibile aumento ad ogni generazione del rischio di inincrocio (Awise *et al.*, 1984). La ricostruzione delle relazioni filogeografiche tra le popolazioni potrebbe consentire l'identificazione di distinte linee microevolutive, che costituisce un elemento fondamentale per una corretta strategia di conservazione basata sul ripopolamento (Awise, 1989).

Ad esempio, indagini genetiche, realizzate tramite l'analisi dell' mtDNA estratto da campioni di orsi provenienti da diverse popolazioni dell'Europa occidentale, hanno evidenziato che il nucleo autoctono delle Alpi trentine condivideva il suo mtDNA con gli orsi croati (Randi *et al.*, 1994); pertanto esso va considerato come il nucleo residuo di un'originaria popolazione continua il cui areale andava dalle Alpi ai Balcani. Tali risultati indicano che gli orsi presenti nell'area compresa tra le Alpi, la Croazia e, probabilmente, Slovenia e Bosnia-Erzegovina, costituiscono un'unica unità filogeografica. In seguito verrà posta particolare attenzione alla popolazione di orsi del Trentino.



## 2.2 BIOLOGIA DELL'ORSO

### 2.2.1 CARATTERISTICHE GENERALI

L'orso bruno è il più grande mammifero terrestre dell'Europa continentale, è un animale caratterizzato da forme robuste, una corporatura pesante e da un mantello bruno scuro a volte con riflessi rossicci (Mustoni, 2004).

Il muso è arrotondato e allungato, la testa presenta un occipitale molto largo e due piccole orecchie ricoperte da peli fittissimi; gli occhi sono piccoli, con pupille rotonde. Il collo si inserisce al tronco massiccio caratterizzato da una vistosa gibbosità dorsale dovuta alle ossa scapolari che sporgono dalla colonna vertebrale.

La coda è breve e scarsamente visibile tra il lungo pelo; gli arti, piuttosto corti ma robusti, terminano con una zampa (anteriore e posteriore) munita di cinque dita, con ampi cuscinetti plantari e dotata di unghioni acuti e non retrattili.

Le misure relative alle zampe possono essere direttamente raccolte sul terreno. Le orme rappresentano un chiaro indice di presenza dell'orso e, per la loro dimensione e forma, difficilmente si possono confondere con quelle degli altri animali.

Nella zampa anteriore (Fig. 2.3) si possono distinguere alcuni elementi: partendo dal margine posteriore si osserva innanzi tutto una callosità laterale, nerastra, che appoggia su uno spesso cuscinetto adiposo di forma arrotondata, la quale non lascia impronta, poiché non tocca il terreno durante il cammino; segue un palmo perfettamente liscio, anch'esso nerastro, poggiante su uno spesso pannicolo adiposo (Couturier, 1954).

La zampa posteriore (Fig. 2.4) è più lunga e stretta di quella anteriore: il tallone e la pianta propriamente detta costituiscono una grande callosità continua che poggia su uno spesso strato di grasso (Couturier, 1954); l'orma posteriore assomiglia vagamente a quella del piede umano, sebbene si riscontri una differenza essenziale legata al fatto che nell'uomo il dito più grosso è il primo (quello interno),



Figura 2.3. Zampa anteriore destra



Figura 2.4. Zampa posteriore sinistra

mentre nell'orso il più grosso risulta il quinto, cioè quello più esterno (Frapporti & Roth, 1999).

L'orso viene comunemente definito un tipico plantigrado, in quanto si sposta sul terreno appoggiando tutta la pianta dei piedi.

Couturier (1954) mette in dubbio l'esattezza di questa affermazione sostenendo che, in riferimento alla zampa posteriore, l'orso non appoggi tutta la pianta del piede al suolo, in quanto la parte posteriore dei metatarsi e il tarso, compreso il calcagno, restano leggermente sollevati dal terreno.

Ciò sarebbe ancora più evidente per l'arto anteriore, poiché solo le falangi e le teste metacarpali prendono contatto con il substrato, mentre i metacarpi e il carpo formano con l'orizzontale un angolo di circa  $50^\circ$ . Sulla base di queste considerazioni l'Autore conclude nel definire l'orso un animale digitigrado per l'arto anteriore. Daldoss (1981) ha notato questa particolarità solo in alcuni esemplari che però vengono considerati come dei semiplantigradi.

Spesso l'orso mostra un'andatura "dondolante" dovuta al quasi contemporaneo spostamento dei due arti del medesimo lato del corpo. Più di rado si muove cor-



rendo o galoppando, ma in caso di necessità, per brevi distanze, può raggiungere i 40-50 km/h. L'orso può assumere per breve tempo una posizione eretta in appoggio sugli arti posteriori: tale atteggiamento denota il più delle volte sospetto e/o curiosità.

Tutto il corpo è interamente coperto da una folta pelliccia la cui colorazione può essere fortemente variabile; un collare di pelo bianco è tipico nei cuccioli e viene perso con l'età adulta. Il sesso così come l'habitat non influenzano in alcun modo la colorazione della pelliccia. Le uniche zone glabre del corpo sono le labbra, la superficie interna dei padiglioni auricolari e la pianta dei piedi.

I peli del mantello possono essere distinti in 3 gruppi principali, sulla base della loro lunghezza. Al primo gruppo appartengono i peli di giarra che formano la pelliccia superficiale, sono peli lunghi e grossi con lunghezza variabile tra i 5 e 15 cm. Nel secondo gruppo rientrano i peli corti e morbidi che formano la così detta lanuggine, si tratta di peli molto sottili e chiari con lunghezza variabile tra 1 e 5 cm. Questo pelo forma una strato soffice che funge da rivestimento e protezione termica. Il terzo tipo di pelo ha caratteristiche intermedie tra i due ed è perciò detto di transizione. L'orso cambia il pelo una sola volta all'anno, con una muta unica e totale in quanto tutti i peli vengono persi e sostituiti. Il ricambio ha inizio verso la metà di giugno per concludersi verso la fine di luglio (Couturier, 1954; Daldoss, 1981).

Nell'orso bruno le dimensioni generali (peso, lunghezza, altezza ecc.) sono significativamente variabili da individuo ad individuo e nei due sessi, con le femmine notevolmente più piccole dei maschi. Nell'ambito dell'Europa si può genericamente osservare che le dimensioni degli orsi vanno aumentando dai distretti occidentali e meridionali verso nord e verso est. Nella Russia europea, nei paesi baltici e in Scandinavia gli orsi hanno dimensioni maggiori rispetto a quelli dell'Europa centrale e meridionale.

Secondo misure biometriche rilevate su esemplari adulti appartenenti alle popolazioni dell'Europa Centro Meridionale (Couturier, 1954; Daldoss, 1981; Boscagli,



1988; Osti, 1999; Kaczensky, 2000; Mustoni *et al.*, 2000), un orso bruno può raggiungere un'altezza al garrese variabile tra i 75 e 120 cm ed una lunghezza totale compresa fra 130 e 250 cm; la circonferenza toracica può variare tra i 105 ed i 135 cm, mentre quella addominale va da 120 a 160 cm. Per quanto riguarda il peso corporeo in un maschio adulto si aggira intorno ai 150 kg (variabile tra i 75 e i 250 kg), mentre le femmine sono più leggere con un peso medio di 90 kg (variabile tra i 70 e 160 kg) (Mustoni, 2004).

La misura del peso corporeo, data la natura ibernante dell'orso, subisce significative variazioni stagionali. In autunno si registra il valore massimo, quando l'animale ha accumulato tutto il grasso necessario per affrontare il letargo, mentre in primavera si registra il valore minimo a causa del lungo digiuno durante il periodo di ibernazione (l'orso è soggetto ad una perdita del 20-25% di peso rispetto a quello autunnale).

Nell'orso, tra i cinque sensi, quello particolarmente sviluppato è l'olfatto, dotato di un'acuta sensibilità; anche l'udito è eccellente, a differenza della vista che è poco usata poichè scarsamente efficace (Couturier, 1954). Essendo un animale forestale e principalmente notturno la vista non risulta importante, attraverso gli odori invece l'orso si orienta di notte, avverte nell'aria la presenza di estranei e distingue le fonti alimentari (Daldoss, 1981).

### **2.2.2 ALIMENTAZIONE**

L'orso bruno, nonostante da un punto di vista sistematico appartenga all'ordine dei Carnivori, ha abitudini alimentari di tipo onnivore, con una spiccata preferenza per gli alimenti di tipo vegetale (erbe, foglie, germogli, bacche, frutta, tuberi) con una presenza negli escrementi superiore al 70% per peso e maggiore del 60% per volume. La componente animale occupa un ruolo secondario nell'alimentazione di questa specie (Mustoni, 2004). Nei diversi studi effettuati sull'alimentazione delle popolazioni ursine europee (Fabbri, 1988; Clevenger, 1992; Frassoni, 2002) è stata evidenziata la grande capacità degli orsi di adattarsi alle



situazioni alimentari locali: in altri termini, questa specie è capace di modificare la propria dieta, anche in modo significativo, in rapporto alle disponibilità ambientali dell'area in cui si trova e delle stagioni. Esiste probabilmente anche una notevole variabilità individuale nella selezione del cibo, forse condizionata anche dal sesso e dall'età degli individui. In questo senso l'orso può forse essere considerato un opportunista ecologico "intelligente", in quanto nell'ampio spettro alimentare disponibile sceglie il cibo seguendo criteri precisi (Herrero, 1978; Fabbri, 1988, AA.VV., 2002; Mustoni, 2004).

Uno studio effettuato sulla neopopolazione trentina (Frassoni, 2002) ha evidenziato una variazione stagionale nello spettro trofico, con una diversa frequenza delle categorie alimentari nei diversi periodi dell'anno.

Il periodo primaverile è caratterizzato da una dieta ricca di germogli, foglie di arbusti, gemme di latifoglie e più in generale da tutte le parti vegetative delle piante, che sono ricche di sostanze nutritive e più assimilabili. In questa fase può risultare importante anche l'apporto nutritivo di fonti trofiche come carcasse di animali selvatici, morti durante la stagione invernale e ritrovati al momento del disgelo. In alcune popolazioni europee di orso bruno, gli insetti già nei mesi primaverili possono iniziare a costituire un'importante fonte proteica, con particolare riferimento a vespe e formiche (Elgmork *et al.*, 1978; Berducou *et al.*, 1983; Clevenger *et al.*, 1992b; Frackowiak & Gula, 1992; Frassoni, 2002).

Nello spettro trofico estivo si ha sempre un consumo maggiore di vegetali con particolare preferenza per i frutti rispetto alle piante erbacee. L'orso può cibarsi di diverse varietà di frutta selvatica, tra cui mirtilli (*Vaccinium sp.*), lamponi (*Rubus idaeus*), frutti di rovo (*Rubus ulmifolius*), susine (*Prunus domestica*), ciliegie (*Prunus avium*), drupe di ramno (*Rhamnus alpinus*) o sorbo (*Sorbus sp.*) (Couturier, 1954; Osti, 1975; Garzon *et al.*, 1980; Berducou *et al.*, 1983). La dieta estiva prevede anche un abbondante apporto di proteine animali che è determinato dall'utilizzo di insetti: in questi mesi dell'anno è facile imbattersi in vecchie ceppe distrutte dagli orsi in cerca di larve di lepidotteri e xilofagi, oppure in formicai



e vespai scavati e devastati. Le formiche hanno un notevole apporto proteico ed energetico e, al tempo stesso, forniscono alcuni aminoacidi essenziali non disponibili negli altri alimenti estivi (Swenson *et al.*, 1999). Esclusivamente in questa stagione, a causa di una maggiore affluenza turistica estiva e di un conseguente aumento di disponibilità di rifiuti sul territorio, nella dieta del plantigrado compaiono i "rifiuti" (Frassoni, 2002).

Durante la stagione autunnale, che precede lo stato di ibernazione, la dieta dell'orso bruno è ancora più varia e ricca che negli altri periodi: è composta ancora da frutta selvatica e, quando possibile, da mele (*Malus domestica*) e pere (*Pyrus communis*) rinvenute nei frutteti posti ai margini dei boschi. (Mustoni, 2004). Oltre alle bacche appetite nella stagione estiva, può risultare particolarmente abbondante l'utilizzo dei frutti del faggio (*Fagus sylvatica*), della quercia (*Quercus sp.*), del nocciolo (*Corylus avellana*) e del corniolo (*Cornus mas*) (Couturier, 1954; Berducou *et al.*, 1983; Cicnjak *et al.*, 1987; Ohadachi & Aoi, 1987; Clevenger *et al.*, 1992b; Frassoni, 2002).

In questo periodo per aumentare le proprie riserve di grasso, in preparazione del riposo invernale, gli orsi aumentano il consumo di alimenti ricchi di carboidrati.

In particolare, fagge e ghiande sono cibi ad alto contenuto calorico, pari rispettivamente a 7.000 cal/g di peso secco e 7.894 cal/g di peso secco (Grodzinski & Sawicka-Kapusta, 1970). Sempre in questa stagione, gli orsi possono cibarsi anche nei campi coltivati ad orzo, avena, grano, barbabietole e mais, soprattutto se facilmente disponibili (Frackowiak & Gula, 1992).

Nella dieta autunnale si ha un minore utilizzo di insetti, i quali con il diminuire delle temperature diventano in generale meno disponibili (Swenson *et al.*, 1999; Frassoni, 2002)

La componente animale generalmente presente nella dieta di questa stagione può essere rappresentata da piccoli mammiferi, da ungulati selvatici e da animali domestici, la cui incidenza varia in relazione alle diverse situazioni locali.

In alcuni distretti dell'Europa centro-orientale (ad esempio, Polonia e Slovenia),



l'alimentazione primaverile e autunnale dell'orso può essere condizionata da siti di alimentazione artificiali, predisposti dall'uomo con finalità di tipo venatorio; oppure, come si osserva in diverse riserve di caccia, gli orsi stessi vengono regolarmente foraggiati in siti fissi di alimentazione, allo scopo di facilitarne i censimenti annuali e l'abbattimento selettivo (Kaczensky, 2000 non pubbl.). In queste zone vengono messe a disposizione carcasse animali ed altri alimenti di origine vegetale, quali il mais (*Zea mays*), l'avena (*Avena sativa*) e scarti di lavorazione della frutta (frutta di seconda scelta, spremitura di mele ecc.). È indiscutibile che i siti di alimentazione influenzino in modo significativo la dieta degli orsi, soprattutto nei periodi dell'anno in cui le risorse trofiche "naturali" diventano carenti (Frackowiak & Gula, 1992; Ionescu, 1997; Kaczensky, 2000).

Il tempo dedicato all'alimentazione varia stagionalmente ed è messo in relazione con le drastiche variazioni di peso cui l'animale è sottoposto nel corso dell'anno: l'orso è particolarmente vorace in tarda estate ed in autunno (fase di iperfagia), quando l'aumento di peso e la quantità di grasso accumulato risultano critici per la fase di svernamento e per la riproduzione.

L'attività alimentare diminuisce progressivamente all'avvicinarsi del periodo di ibernazione, quando il metabolismo è ridotto e l'orso attraversa una lunga fase di digiuno.

La disponibilità di alimenti adeguati durante l'autunno è molto importante per le femmine gravide, che saranno impegnate durante l'inverno nell'allattamento dei cuccioli, la cui sopravvivenza e crescita è strettamente legata allo stato nutrizionale della madre (Dahle *et al.*, 2006).

L'orso non può essere considerato un predatore tra i più efficienti a causa della sua struttura fisica particolarmente massiccia (Landers *et al.*, 1979). L'orso uccide le sue prede in modo molto caratteristico. Generalmente gli animali vengono uccisi con una o più zampate sul naso, sul collo o sulla schiena; le parti muscolari colpite sono maciullate e presentano forti ematomi. Le tracce lasciate dalle



grosse unghie sono ben visibili. Animali più grandi come vitelli e puledri vengono uccisi anche con morsi nella schiena, nel collo o nella nuca; gli orsi preferiscono le viscere che raggiungono aprendo la parte ventrale o toracica e, in un secondo tempo, viene consumata anche la muscolatura; pelle e ossa non vengono mangiate e, in alcuni casi, la preda può essere letteralmente scuoiata (Molinari *et al.*, 2000). In gran parte del suo areale distributivo sono segnalati numerosi casi di attacchi nei confronti di grandi mammiferi erbivori.

Bisogna inoltre considerare che spesso buona parte degli ungulati selvatici componenti la dieta sono costituiti da carogne di individui morti per altre cause piuttosto che da animali predati attivamente (Clevenger *et al.*, 1992b; Frackowiak & Gula, 1992). In tal senso, l'orso può essere considerato non come predatore, bensì come carnivoro necrofago (Osti, 1999). Sembra comunque certa una distinzione tra il comportamento dell'orso bruno europeo e del grizzly nordamericano, per il quale sono documentati numerosi casi di inseguimento e predazione, anche nei confronti di grosse prede quali alci, bisonti (*Bison bison*) e cervi canadesi (*Cervus canadensis*) (Craighead & Craighead 1972; Ballard, 1981; Mattson, 1997). In Alaska è stato osservato che il grizzly è in grado di limitare l'accrescimento delle popolazioni di alci (Gasaway *et al.*, 1992).

Anche per quanto riguarda la predazione nei confronti della fauna ittica (in particolare, salmoni e trote), il comportamento dell'orso europeo sembra discostarsi notevolmente da quello della sottospecie nordamericana, per la quale diversi studi (Clark, 1959; Gard, 1971; Mealey, 1980) hanno dimostrato come i salmonidi rappresentino una componente importante nel regime alimentare.

La pressione predatoria nei confronti degli ungulati domestici, seppur rara, può rappresentare una parte importante nella dieta dell'orso (Purroy *et al.*, 1988; Clevenger *et al.*, 1992b). In generale, i periodi dell'anno durante i quali le predazioni sembrano avere una maggiore incidenza sono la primavera e il tardo autunno, quando la dieta necessita di elevati apporti proteici (Haglund, 1968).



### 2.2.3 CICLO DI VITA ANNUALE

Il ciclo annuale dell'orso bruno è caratterizzato da un periodo di attività, che va da aprile a novembre, ed un periodo di inattività, ibernazione, di circa 4-5 mesi tra novembre e marzo.

#### Riproduzione e sviluppo

In ambiente alpino, la stagione degli amori cade generalmente tra la primavera inoltrata e l'inizio dell'estate, mentre la maggior parte degli accoppiamenti ha inizio solo verso la metà di giugno. Durante la primavera le femmine adulte senza prole e i maschi maturi sessualmente sono impegnati a riprodursi, mentre le femmine che hanno partorito l'inverno precedente sono occupate ad accudire la nuova prole. I maschi, in risposta allo stimolo sessuale, cercano attivamente le femmine con cui accoppiarsi seguendo le tracce odorose lasciate da queste ultime sul terreno. La ricerca della compagna può portarli ad effettuare spostamenti anche di notevole entità, mentre nelle femmine l'attività esplorativa del territorio sembra aumentare in modo meno evidente (Daldoss, 1981). La femmina non si concede immediatamente al maschio, ma aspetta di essere in estro, ed è solo in questo momento, che dura circa 10 giorni all'anno, che hanno inizio gli accoppiamenti. Questi sono generalmente ripetuti e prolungati, per poter garantire un maggior successo riproduttivo (Mustoni, 2004). L'orso può essere definito una specie poligama, in quanto più maschi possono accoppiarsi con la stessa femmina ed ogni maschio può unirsi con femmine diverse; questo può spiegare alcuni casi di figliate con paternità multipla (Craighead *et al.*, 1995). Gli accoppiamenti avvengono tra la metà di giugno e l'inizio di agosto a seconda del luogo, dello stato di nutrizione e delle condizioni climatiche. Al termine del periodo riproduttivo, maschio e femmina si separano e riprendono la loro vita. Infatti, nel resto dell'anno, l'orso bruno è un animale dall'indole solitaria, i maschi e le femmine vivono separati evitando gli incontri con i conspecifici.

Tra tutti i mammiferi terrestri, l'orso bruno ha uno dei più bassi tassi di riproduzione-



ne, ciò impedisce che la specie possa raggiungere un'elevata densità numerica. I fattori che influenzano il tasso di riproduttività sono essenzialmente tre: il tardivo raggiungimento della maturità sessuale, il lungo periodo che intercorre fra figliate successive e le dimensioni delle cucciolate (Bunnell & Tait, 1981). Se da un lato gli orsi sono caratterizzati da un tasso riproduttivo alquanto ridotto, dall'altro esistono alcuni fattori che tendono a favorire il buon esito degli accoppiamenti (Bunnell & Tait, 1981). La riproduzione degli orsi è caratterizzata dal fenomeno dell'impianto della blastocisti differito nel tempo ("*delayed implantation*"). Ciò significa che la segmentazione dell'ovulo fecondato procede solo fino allo stadio di blastocisti (circa 300 cellule), dopodiché si arresta e lo zigote rimane quiescente nella cavità uterina fino a quando la femmina entra in ibernazione (fine di novembre, primi di dicembre). Solo in quel momento l'embrione si impianta nella parete uterina ed inizia a svilupparsi. Il periodo di gestazione effettiva dura 6-8 settimane che, aggiunte ai mesi di quiescenza, danno un totale di 7-8 mesi di permanenza media dell'embrione nell'utero (Wimsatt, 1963; Hellgren 1998). I cuccioli nascono tra gennaio e febbraio dentro la tana di svernamento insieme alla madre: a causa della breve durata di gestazione effettiva i neonati hanno dimensioni ridotte, pesano appena 300-400 grammi (Daldoss, 1981; Hissa, 1997) circa 500 volte meno della madre. Il fatto che le nascite avvengono durante l'inverno, all'interno delle tane, favorisce la conservazione della specie. All'interno della tana i piccoli sono protetti dai pericoli e dalle intemperie, restando a contatto con la madre hanno inoltre pochi problemi di termoregolazione (Mustoni, 2004). Il fenomeno dell'impianto differito dell'ovulo assicura ai piccoli un tempo sufficiente per svilupparsi prima dell'arrivo dell'inverno successivo. I neonati, ciechi e sordi, hanno la pelle ricoperta da peli sottili, chiari e piuttosto radi che molto rapidamente tendono ad allungarsi ed ispessirsi. Nel corso del primo mese di vita, i piccoli iniziano ad aprire gli occhi e a coprirsi progressivamente di un lungo pelo brunastro; dall'età di 2 mesi fino ai 5-6 mesi, il mantello può mostrare un caratteristico collare bianco (Couturier, 1954).

Il periodo dell'allattamento è relativamente lungo: per circa tre mesi e mezzo dopo la nascita, i cuccioli hanno come unico sostentamento il latte materno e, solo all'abbandono della tana (nella tarda primavera), inizieranno progressivamente ad utilizzare gli alimenti tipici della dieta degli adulti. Le madri conti-



Figura 2.5 Cuccioli appena nati

nueranno poi ad allattare i propri piccoli fino ad estate inoltrata, anche se presumibilmente l'importanza alimentare del latte sarà sempre più trascurabile con il passare delle settimane (Tumanov, 1998).

Con l'arrivo della primavera, intorno al quarto mese di vita, quando iniziano ad allontanarsi significativamente dalla tana, i piccoli crescono più rapidamente, arrivando a pesare 7-9 kg in piena estate.

I cuccioli rimangono con la madre fino all'età di 15-17 mesi, quando hanno ormai raggiunto discrete dimensioni (circa 22-25 kg).

Di conseguenza, l'orsa e i suoi piccoli rimangono insieme anche durante il primo letargo, che trascorrono in una tana comune, restando vicini, in modo da limitare la dispersione del calore. Questa strategia è utile sia ai piccoli, che hanno accumulato poco grasso durante la loro prima fase letargica, sia alla madre come fonte di calore (Perrotta, 2002; Couturier, 1954). Durante tutto questo tempo i piccoli apprendono tutti i comportamenti necessari alla loro sopravvivenza, come la ricerca del cibo, la difesa dalla avversità dell'ambiente naturale, il timore nei confronti dell'uomo, la conoscenza del territorio, della disponibilità trofica e dei possibili siti di svernamento (Daldoss, 1981).

L'orsa difende la propria prole da tutti i pericoli, tra i quali anche la presenza di



maschi adulti che potrebbero uccidere i cuccioli, per spingere la femmina a tornare anzitempo in estro. Questo fenomeno, conosciuto anche per altre specie animali, tra cui il leone africano (*Panthera leo*), può rappresentare una forma di autoregolazione nelle popolazioni caratterizzate da eccessiva densità (Nowak, 1991).

Con l'arrivo della primavera successiva i giovani orsi di ormai 15-17 mesi abbandonano la madre e si dirigono verso nuovi territori. La madre vive una nuova stagione degli amori e ciò la porta ad avere fisiologicamente un calo di interesse nei confronti della prole. Raramente può verificarsi che la madre trattenga con sé la cucciolata o solo un figlio dell'anno precedente (Castelli, 1953) oppure può accadere che i cuccioli rimangano insieme fino al letargo successivo (Perrotta, 2002).

### **Ibernazione**

Con il sopraggiungere della stagione invernale, l'orso si trova ad affrontare condizioni ambientali piuttosto critiche, dovute alle temperature alquanto rigide, ma soprattutto alla carenza di vegetali alla base della sua dieta (Kaczensky, 2000). Perciò gli orsi hanno evoluto una strategia comportamentale estremamente utile che consiste nel trascorrere questo difficile periodo dell'anno al riparo in una tana, in uno stato di inattività più o meno completo (Folk *et al.*, 1976; Nelson *et al.*, 1983).

Non si tratta di un letargo vero e proprio, perchè l'animale non perde completamente l'attività fisica e può riprenderla momentaneamente, uscire dalla tana, allontanarsi e poi ritornarci o utilizzarne una nuova. Perciò è più corretto parlare di ibernazione, intesa come una riduzione stagionale del metabolismo legata alle basse temperature e alla scarsa disponibilità di cibo (Watts *et al.*, 1981).

Il periodo trascorso nella tana invernale è molto variabile, può dipendere dalla latitudine, dalle condizioni climatiche e dalle caratteristiche individuali. In ambiente alpino l'orso bruno entra in tana verso la metà di novembre o i primi di dicembre e



vi esce nel mese di marzo. Questo intervallo temporale è stato confermato anche dagli studi recentemente effettuati in Trentino sugli orsi reintrodotti dal progetto *Life Ursus*. Lo stato di ibernazione non è però una fase biologica obbligatoria per gli orsi bruni: in certe zone dell'Europa meridionale, tra cui Spagna, Croazia, Slovenia, Trentino ed Abruzzo, alcuni individui possono rimanere attivi per tutta la stagione invernale (Clevenger *et al.*, 1992a; Huber & Roth, 1996).

E' stato osservato che le femmine gravide tendono ad anticipare l'ingresso e a posticipare l'uscita dalle tane rispetto alle altre femmine solitarie o con i piccoli già di un anno. Variazioni si registrano anche con l'età: i subadulti (meno di 3 anni di vita) trascorrono meno tempo nei loro ricoveri invernali rispetto agli orsi adulti, quindi la durata dell'ibernazione si allunga con l'età (Friebe *et al.*, 2001). Il riposo invernale degli orsi è preceduto da un periodo di progressiva perdita dell'attività e degli spostamenti. I ritmi di vita sono ridotti anche nei giorni immediatamente successivi al risveglio primaverile. In questo periodo gli orsi tendono a spostarsi poco sul territorio avendo ancora scarse necessità alimentari (Elgmork *et al.*, 1992).

Questo stato di letargia dell'orso è molto differente da quello di altri mammiferi come il criceto (*Cricetus cricetus*), la marmotta (*Marmota sp.*) o il citello (*Spermophilus sp.*). Infatti l'ibernazione, nella sua forma tipica, prevede una riduzione della frequenza cardiaca, del metabolismo, ma soprattutto un drastico abbassamento della temperatura corporea (anche fino a 4°C); questo implica che di fronte ad un pericolo improvviso, l'animale debba riscaldarsi prima di poter reagire rapidamente. Inoltre, nella fase di svernamento, questi mammiferi vanno incontro ad un risveglio regolare ogni 4-10 giorni, durante il quale la temperatura corporea risale ai valori normali, così che essi possano riprendere ad alimentarsi, urinare e defecare (Folk *et al.*, 1972).

Negli orsi in ibernazione si registrano caratteristiche fisiologiche diverse per alcuni aspetti: innanzi tutto, la temperatura corporea diminuisce di soli 4-5 °C rispetto ai valori normali di 37,5-38,3 °C (Jonkel, 1993; Hissa, 1997; Hellgren, 1998). Ciò permette all'animale di mantenere un buon livello di reattività anche durante



il sonno invernale: infatti, un orso disturbato nella tana di svernamento tende a reagire quasi immediatamente, per lo più allontanandosi ed eventualmente cercando un altro rifugio (Boscagli, 1988; Linnell *et al.*, 2000).

Poco prima di entrare nel proprio ricovero invernale, l'orso smette di alimentarsi e svuota il contenuto dello stomaco e dell'intestino. Per tutta la durata dell'ibernazione, lo stato di digiuno è completo, manca l'assunzione di acqua e cessano le emissioni di urine e feci, che infatti non sono mai state rilevate nelle tane (Hissa, 1997). Oltre all'immobilità e al digiuno completo si verifica un notevole rallentamento del ritmo cardiaco e un decrescere della frequenza respiratoria (Perrotta, 2002).

Il grasso è l'unico substrato utilizzato per soddisfare le richieste energetiche durante il lungo semiletargo; la perdita di peso, dovuta principalmente al consumo delle riserve adipose, varia da 250 a 500 grammi al giorno, in relazione alle dimensioni dell'animale, alla temperatura ambientale e ad un eventuale stato di gravidanza nel caso delle femmine. Esistono ancora poche informazioni sui fattori ormonali e neurali che negli orsi regolano l'accumulo dei grassi e il loro metabolismo. Recentemente è stata scoperta una proteina, la leptina: sembra che essa sia coinvolta nel controllo della massa corporea, almeno nei roditori e negli uomini (Campfield *et al.*, 1995; Halaas *et al.*, 1995; Ormseth *et al.*, 1996). Questa sostanza, infatti, agisce a livello ipotalamico, in corrispondenza dei centri nervosi che controllano la sensazione della fame, determinando una riduzione dell'appetito e una conseguente perdita di peso corporeo.

Di conseguenza, è probabile che, verso la fine dell'estate, siano proprio i bassi livelli di leptina nel plasma a determinare un aumento dell'appetito negli orsi. Dall'altro lato, poco prima di entrare in ibernazione, nel momento in cui l'animale ha accumulato notevoli quantità di grasso, la concentrazione della leptina raggiunge valori molto alti, tali da far diminuire la sensazione della fame. Tuttavia, si ritiene che esistano anche altre variabili, non ancora conosciute, associate con i meccanismi di regolazione dell'adiposità (Hissa *et al.*, 1998a). Il grasso accumulato



serve anche da isolante termico necessario al mantenimento della temperatura corporea. Per questo lo strato adiposo tende ad accumularsi soprattutto nell'area del garrese e della schiena, con uno spessore di circa 4 cm, proteggendo così le zone del corpo più esposte al freddo (Daldoss, 1981; Boscagli, 1988) Un importante adattamento fisiologico e biochimico degli orsi al lungo periodo invernale di digiuno riguarda il controllo del metabolismo dell'urea, tanto che l'animale non ha problemi né di uremia né di disidratazione. Nella fase di svernamento, si osserva una riduzione della concentrazione di urea nel sangue, parallela ad un aumento dei livelli di creatinina; siccome i valori di creatinina nel sangue sono indice della funzionalità renale, una diminuzione del rapporto urea/creatinina potrebbe essere il risultato di una ridotta attività di questi organi (Nelson *et al.*, 1973). Inoltre, poiché gli orsi non urinano durante il semiletargo, si pone il problema che l'urea derivante dal metabolismo dei grassi possa accumularsi in quantità tali da causare la morte dell'animale per azotemia renale. Questo non si verifica, in quanto gli orsi sono in grado di riassorbire l'urina e di riciclarla nella sintesi di aminoacidi e proteine. Innanzi tutto, si osserva un riassorbimento passivo dell'urea dalla vescica e un suo trasferimento verso il lume intestinale tramite la circolazione sanguigna; l'ammoniaca, liberata grazie all'azione idrolitica dei batteri, viene trasportata nel fegato dove l'azoto in essa contenuto verrà utilizzato, insieme al glicerolo, come precursore per la sintesi di aminoacidi non essenziali, tra cui l'alanina, l'istidina e la cisteina. Di conseguenza, la riduzione invernale del livello di urea è parzialmente correlata ad un maggior utilizzo degli aminoacidi per la sintesi di ormoni, neurotrasmettitori e proteine (Nelson 1989; Hissa *et al.*, 1998b).

Quale sia il possibile meccanismo che induce in questi animali quest' importante strategia vitale non è ancora del tutto chiaro. Diverse ipotesi sono state fatte; alcuni autori, tra cui Folk (1967) e Craighead & Craighead (1972), secondo quanto osservato per i grizzly americani, ritengono che solo i fattori climatici come l'abbassamento delle temperature e le precipitazioni nevose, inducano l'ibernazione. Secondo altri (Jonkel & Cowan, 1971; Kolenosky & Stratheam, 1987) è la dispo-



nibilità alimentare la causa principale in grado di stimolare lo stato di ibernazione degli orsi. Verrebbe quindi da pensare che negli autunni in cui il cibo non viene a mancare l'entrata in tana possa essere posticipata o addirittura non avvenire. Per Schwartz *et al.*(1987), l'entrata in tana nel periodo autunnale e il risveglio primaverile sarebbero condizionati principalmente dal fotoperiodo e solo in modo secondario dalle condizioni meteorologiche e trofiche. Musiani (1997), infine, sostiene che lo stimolo al sonno invernale dell'orso sia da individuare nel raggiungimento di un peso sufficientemente elevato e da uno stato lipidico adeguato. Per quanto riguarda possibili meccanismi interni in grado di indurre lo stato di ibernazione nell'orso bruno, non è stato ancora individuato alcun agente chimico specifico, così come avviene per l'orso nero e l'orso polare. Si ritiene quindi più probabile che questo fenomeno sia regolato da più fattori e/o sostanze chimiche, in grado di agire sull'animale secondo meccanismi complessi ed elaborati (Hissa, 1997)



## 2.3 ECOLOGIA

### 2.3.1 HABITAT

La distribuzione storica dell'orso in Europa dimostra l'adattabilità della specie a differenti condizioni ambientali. In assenza di interferenze umane, il plantigrado non si limita ad occupare aree forestali, ma anche ambienti più aperti. Attualmente, buona parte dell'areale storico non sembra più idoneo a causa della presenza antropica e delle conseguenti alterazioni ambientali (Swenson *et al.*, 2000).

Nel descrivere gli habitat utilizzati dall'orso bruno, Mustoni (2004), sottolinea che il requisito ecologico più importante deve essere individuato nella disponibilità di vasti territori, caratterizzati da una notevole diversità ambientale, che permetta sia di avere un'ampia disponibilità trofica, sia la presenza di zone rifugio nelle quali ripararsi per sottrarsi ad eventuali incontri con l'uomo. Si può quindi in generale affermare che ciascun singolo habitat non risulta essenziale, ma che un ecosistema complesso e ricco sia necessario per la sopravvivenza e la vitalità di una popolazione (Duprè *et al.*, 2000).

Nell'arco alpino l'orso sembra preferire gli ambienti boschivi collocati nella fascia altitudinale compresa tra i 300 e i 1.400 m. In Trentino gli orsi mostrano una maggior frequentazione dei boschi di latifoglie e misti rispetto a quelli di conifere; le aree aperte vengono sfruttate in misura generalmente minore, sebbene alcuni segni di presenza possano essere rinvenuti nei pascoli di alta quota e negli ambienti agricoli (Daldoss, 1981; Osti, 1999).

In base alle condizioni ambientali e stagionali l'orso può utilizzare svariati habitat situati a diverse quote. Durante i mesi estivi infatti, quando è molto alta la disponibilità di specie vegetali appetibili (Ombrellifere, Graminacee, Ericacee, Rosacee, ecc.), l'orso tende a frequentare le zone poste alle quote più elevate del proprio areale; in autunno, al contrario, è facile incontrarlo nelle zone di fondovalle, dove può scendere nelle aree agricole alla ricerca di cibo (Zunino, 1976; Osti, 1999).



Notevole è la varietà di associazioni vegetali che caratterizzano le zone frequentate dall'orso nel corso delle diverse stagioni. Si può pertanto supporre che la selezione dell'habitat avvenga più per il tipo di vegetazione che per la quota (Duprè *et al.*, 2000).

In letteratura non sono disponibili indicazioni sulle pendenze selezionate positivamente dall'orso, tuttavia è noto che esso si muove agilmente anche su pendii scoscesi e tormentati. È probabile che in zone con forte presenza antropica l'orso possa prediligere le zone più ripide, in quanto in genere sono meno frequentate dall'uomo e in grado di offrire rifugio in misura maggiore rispetto alle zone pianeggianti e quindi più accessibili (Duprè *et al.*, 2000; Swenson *et al.*, 2000).

Va peraltro considerato che gli aspetti geomorfologici delle zone attualmente occupate dall'orso sulle Alpi sono quelli tipici dei massicci calcarei, fortemente modellati dal carsismo, con piccole e grandi doline, forre, valloni, rocce affioranti, grotte e cavità naturali, queste ultime molto importanti per il periodo di svernamento (Boscagli, 1988).

Tutti questi elementi diversificano l'ambiente naturale in termini di clima e disponibilità vegetazionali, creando inoltre la possibilità di reperire le essenze vegetali predilette durante una stagione vegetativa prolungata nel tempo, proprio a causa della presenza di diversi microclimi (Perrotta, 2002).



### 2.3.2 SELEZIONE DELLE TANE

Gli orsi per superare l'inverno nello stato di ibernazione prima descritto, scelgono un rifugio protetto e nascosto che gli possa assicurare un adeguato isolamento termico e un ottimale mimetismo. Sono di diverse tipologie le tane utilizzate, variano in funzione sia di fattori abiotici, tra cui il clima e la geomorfologia, sia di fattori biotici, quali il sesso, l'età, lo stato riproduttivo e le preferenze individuali. Il rifugio invernale permette ad un orso di conservare le proprie energie vitali e fornisce sicurezza per la riproduzione, dal momento che le femmine partoriscono nella tana proprio durante la stagione invernale (Kaczensky, 2000).

In ambito europeo, sono stati effettuati alcuni studi riguardanti le caratteristiche delle tane e i possibili fattori che possano influenzare la selezione del sito di svernamento (Couturier, 1954; Zunino, 1976; Camarra, 1987; Caliarì *et al.*, 1996; Groff *et al.*, 1998; Osti, 1999; Linnell *et al.*, 2000; Kaczensky, 2000; Petram *et al.*, 2004). Da questi studi è emerso che gli orsi per il proprio ricovero invernale tendono solitamente a sfruttare le disponibilità ambientali: cavità naturali poste lungo cenge o pareti poco accessibili, a volte ampliate e adattate con un'attività di scavo. Solo più raramente le tane vengono ricavate interamente dagli orsi, scavando buchi profondi in punti particolarmente favorevoli (sotto un masso o sfruttando l'apparato radicale di qualche pianta). Questi ricoveri sono caratterizzati da un'entrata bassa di dimensioni ridotte, l'ultimo studio svolto in Trentino su 51 tane di orso bruno ha evidenziato un'altezza media dell'ingresso di 0,76 cm e una larghezza di 2,02 m (Ghirardi, 2006), mentre il volume della camera varia tra i 0,50 m<sup>3</sup> e i 9,9 m<sup>3</sup> secondo Petram (2004).

In Nord America i grizzly manifestano un comportamento opposto nella scelta dei rifugi invernali: questi orsi tendono a scavare la propria tana al di sotto della parte radicale di grandi alberi o anche alla base di formicai; essi, inoltre, difficilmente riescono a riutilizzare la stessa tana, in quanto il più delle volte viene distrutta dalle intemperie primaverili ed estive, non essendo protetta da rupi (Craighead & Craighead, 1972).



Nell'Europa meridionale, sembra che il riutilizzo degli stessi ricoveri invernali non sia un fenomeno frequente, aspetto che può essere interpretato secondo due diverse chiavi di lettura: il cambiamento sistematico della tana potrebbe essere indice di una buona disponibilità di zone ideali per lo svernamento (Duprè *et al.*, 2000; Linnell *et al.*, 2000), ma al tempo stesso potrebbe essere correlato ad un incremento del disturbo antropico in corrispondenza di questi siti (Camarra, 1987).

Nella parte più interna e più asciutta della tana si può osservare un vero e proprio giaciglio formato da un cumulo di foglie e ramoscelli secchi e, in qualche caso, anche di licheni e muschi frammisti a materiale legnoso grossolano. La comparazione con le fitocenosi presenti all'esterno delle tane conferma la stretta relazione esistente tra i materiali di cui sono costituiti i giacigli e le disponibilità ambientali del luogo, facendo dunque supporre che non esistano piante per le quali l'orso esprima una marcata preferenza (Groff *et al.*, 1998). Il giaciglio può anche essere costituito da un cumulo di foglie a lettiera oppure da una piccola buca priva di vegetali, denominata "giaciglio a scavo" (Caliari *et al.*, 1996).

Per quanto concerne la dislocazione altimetrica delle tane, si nota una selezione positiva per le medie altitudini, con la tendenza ad evitare il fondovalle e le quote più elevate (Linnell *et al.*, 2000). Lo studio effettuato nel 2006 sulle 51 tane del Trentino ha evidenziato una collocazione dei siti di svernamento che varia tra i 520m e i 1960m con un valore medio pari a 1420m (Ghirardi, 2006). Inoltre sembra che gli orsi preferiscano i versanti esposti verso est, sud e in particolare verso sud-est con una pendenza del versante che varia tra i 20° e i 55° (Ghirardi, 2006). I versanti ripidi permettono alla neve di accumularsi e di bloccare l'entrata così aumentando l'isolamento termico. La scelta di questi pendii sarebbe giustificata anche dalla quiete che essi offrono, in quanto solitamente accidentati, di scomodo accesso e di scarso interesse per le attività umane, nonché dal fatto che sono i primi a liberarsi dalla neve nella stagione primaverile (Groff *et al.*, 1998).



Anche in relazione agli aspetti vegetazionali sembra che gli orsi compiano una scelta, è stato infatti evidenziato nello studio di Ghirardi (2006) che tra le varie essenze vegetali nei dintorni delle tane spiccano le conifere, in particolare abetaie e peccete, seguono poi le latifoglie, rappresentate dalle faggete, mentre sono in netta minoranza le praterie e le zone rupestri. E' evidente una preferenza per gli ambienti boschivi che consentono all'orso un maggiore mimetismo durante la sua fase di letargo.

Il disturbo antropico rientra tra i principali fattori che influenzano in modo significativamente negativo la selezione del rifugio invernale: un'indagine condotta in Slovenia (Kaczensky, 2000) ha cercato di quantificare gli effetti della presenza umana nella scelta della tana, determinando la disponibilità di luoghi adatti per l'ibernazione. Nelle regioni poco accessibili gli orsi sembrano essere meno suscettibili al disturbo antropico e meno rigorosi nella scelta della tana, sebbene cerchino di svernare ad una distanza minima di 500 m dai villaggi più vicini, e pare che le strade forestali distanti più di 50 m non abbiano una particolare influenza negativa. Anche negli studi svolti in Trentino (Grof *et al*, 1998; Ghirardi, 2006) si è potuto constatare che la maggiore fonte antropica di disturbo per l'orso, durante il letargo, è rappresentata dalle aree urbanizzate costantemente e frequentemente utilizzate dalla popolazione umana (centri abitati, strade principali e malghe), confermando la necessità del plantigrado di disporre di siti di svernamento isolati e lontani da fonti di disturbo antropico. Non sono risultati significativamente determinanti le distanze dalle strade forestali e dai sentieri, poichè poco utilizzate nel periodo autunnale e invernale, e dagli impianti sciistici poichè il loro impatto è talmente elevato da indurre l'orso ad evitare l'intero versante sul quale sono collocati (Ghirardi, 2006).

### 2.3.3 HOME RANGE

L'orso bruno è un mammifero capace di grandi spostamenti che lo portano ad uti-



lizzare aree vitali (home ranges) molto estese, all'intero delle quali frequenta solo alcune porzioni di territorio, in base alle proprie esigenze, che possono essere anche di limitate dimensioni (Mustoni, 2004). Nonostante questo, l'orso non può essere definito un animale territoriale nel senso tradizionale del termine; infatti, a causa delle sue abitudini alimentari, che lo portano a ricercare le fonti trofiche in ampi spazi nei diversi periodi dell'anno, a questa specie non può essere applicato il concetto di possesso del territorio e di difesa dei confini (Lovari, 1987; Boscagli, 1988; Huber e Roth, 1993).

La forma e l'estensione degli home range individuali, variano notevolmente in funzione sia della zona geografica, sia della disponibilità e della distribuzione del cibo, sia del sesso e dell'età degli animali, sia dello stato riproduttivo delle femmine e della densità di popolazione (Duprè *et al.*, 2000; Swenson *et al.*, 2000).

Nei maschi adulti generalmente l'home range è di maggiori dimensioni rispetto alle femmine solitarie, che a loro volta utilizzano spazi vitali più ampi rispetto alle femmine con i piccoli (Dahle & Swenson, 2003).

Secondo Horner e Powell (1990) l'ampiezza del territorio utilizzato dal plantigrado sarebbe inversamente proporzionale alla disponibilità delle fonti trofiche; mentre Dahle & Swenson, (2003) credono che l'estensione degli home range sia negativamente correlata con la densità di popolazione. Bisogna inoltre aggiungere la forte dipendenza degli spostamenti degli individui in funzione delle stagioni: in primavera, con l'inizio della stagione degli amori, gli orsi maschi tendono a percorrere distanze molto ampie alla ricerca del partner; in estate, a causa dell'innalzamento delle temperature stagionali, si ha una diminuzione degli spostamenti; successivamente nella tarda estate e con l'inizio dell'autunno gli orsi effettuano lunghi tragitti per la ricerca di cibo e dei siti ideali per lo svernamento e solo nelle settimane immediatamente precedenti al letargo si osserva la tendenza a diminuire gli spostamenti giornalieri (Zunino, 1976; Daldoss, 1981).

Nell'ultimo studio di monitoraggio radiotelemetrico effettuato sulla popolazione di orsi reintrodotti in Trentino è emerso che l'estensione degli home range varia da



un minimo di 33 km<sup>2</sup> ad un massimo di 3184 km<sup>2</sup> (AA.VV., 2002), variazione che sottolinea la forte individualità comportamentale del plantigrado.

### 2.3.4 DINAMICA E STRUTTURA DI POPOLAZIONE

#### Durata della vita

L'orso è un animale potenzialmente longevo: l'età degli orsi vissuti in condizioni naturali può raggiungere generalmente i 15-20 anni (Daldoss, 1981; Osti, 1999), mentre gli individui cresciuti in cattività possono vivere anche fino ai 35-40 anni (Couturier, 1954).

#### Densità

La specie, nonostante sia priva di nemici naturali, ad esclusione dell'uomo, non riesce a raggiungere densità di popolazione elevate a causa di una serie di fattori, tra cui la notevole mole e le esigenze alimentari che determinano la necessità di muoversi su territori individuali molto vasti.

Le densità di popolazione rilevate in diversi contesti geografici ed ecologici variano notevolmente: da un minimo di 0,6 orsi/100 km<sup>2</sup> per il grizzly nelle Rocky Mountains in Nord America (Weaver *et al.*, 1996), o di 1 orso/100 km<sup>2</sup> in Trentino (Italia), nei Pirenei (Francia) e nei monti Cantabrici (Spagna) (Roth, 1997), fino a valori massimi di 7-10 individui/100 km<sup>2</sup> in Slovenia, Croazia e Romania (IRSNB, 1992). I valori di densità relativamente modesti osservati sulle Alpi e sui Pirenei si possono spiegare almeno in parte con la bassissima consistenza numerica della popolazione a cui fanno riferimento, per cui è lecito supporre che le stesse non raggiungano la capacità portante degli ambienti occupati. I valori più bassi si riferiscono in genere a regioni settentrionali, come la Scandinavia, l'Alaska o il Canada, in cui si hanno le condizioni ambientali meno favorevoli; al contrario, nella penisola Balcanica si rilevano le densità più elevate sia per la maggior produttività ambientale sia per la diffusa abitudine di foraggiare le popolazioni locali (Duprè *et al.*, 2000). In generale, da un confronto dei dati presenti in letteratura



risulta che i due terzi delle stime di densità sono comprese fra 1 e 10 orsi /100 km<sup>2</sup> e che il valore medio è di 3 orsi/100 km<sup>2</sup> (Roth, 1987). Gli incrementi annui registrati in popolazioni di orsi europei variano tra il 5% ed il 10%. In Romania l'accrescimento medio calcolato dagli anni '50 è del 7% con valori variabili tra il 3 e 15% (Duprè *et al.*, 2000). Diversi sono i fattori che influenzano in modo negativo il tasso di riproduzione, mantenendolo a bassi livelli; i principali sono: il raggiungimento tardivo della maturità sessuale, il lungo tempo che intercorre tra filiate successive e le dimensioni delle cucciolate (Brunnell & Tait, 1981).

### **Dinamica di popolazione**

In ambito europeo, gli individui di entrambi i sessi sono maturi sessualmente intorno ai tre anni e mezzo di vita, nonostante la loro attività riproduttiva inizi generalmente più tardi, intorno ai cinque anni (Couturier, 1954; Slobodyan, 1976; Daldoss, 1981; Swenson *et al.*, 1997). In analogia con altri mammiferi, è possibile ipotizzare che l'età in cui gli individui iniziano a partecipare attivamente agli amori sia influenzata dalla densità di popolazione. In questo senso popolazioni a bassa densità inducono gli individui a partecipare con anticipo alla riproduzione (Mustoni, 2004). Le femmine sono attive dal punto di vista riproduttivo per gran parte della loro vita: secondo i dati riportati in letteratura per l'orso bruno, l'età massima a cui una femmina si è riprodotta è stata di 24,5 anni (Pearson, 1975). Dai diversi dati raccolti, risulta che le femmine di orso bruno partoriscono in media ogni 2-2,4 anni (Daldoss, 1981, Swenson *et al.*, 1997). L'intervallo di tempo che intercorre tra due diversi eventi riproduttivi successivi è il fattore che, a lungo termine, incide maggiormente sul tasso di riproduzione. Il tasso medio di natalità, ossia il numero di nati ogni figliata, nelle popolazioni europee è di 2,4.

Va inoltre sottolineato che questi fattori demografici possono essere regolati anche dalle condizioni nutrizionali, ad esempio l'età della prima riproduzione coincide generalmente con l'età alla quale le femmine raggiungono il peso di un adulto, o leggermente più tardi. Femmine di maggiori dimensioni, e meglio nutrite,



tendono ad avere figliate più numerose e piccoli più vigorosi (Duprè *et al.*, 2000; Dahle *et al.*, 2006). A conferma dell'importanza nutrizionale è stato osservato che le femmine che iniziano l'ibernazione in uno stato nutrizionale insufficiente perdono con maggiori probabilità la prole prima del parto (Sterling *et al.*, 1976 in Clevenger & Purroy, 1990).

### Struttura della popolazione

Per l'orso può essere considerato ottimale un rapporto paritario tra i sessi di 1:1, con oscillazioni dovute alla maggiore longevità delle femmine (Mustoni, 2004).

In accordo con le fasi che l'animale attraversa durante la sua vita, una popolazione di orso bruno può essere suddivisa in cinque diverse classi di età (Tab.2.2):

I tassi di sopravvivenza, per l'orso bruno, seguono l'andamento tipico dei grandi mammiferi: essi presentano valori già relativamente alti alla nascita, e che ten-

Tabella 2.2 -Classi d'età nelle popolazioni di orso bruno (Mustoni, 2004)

CLASSI D'ETA'	DESCRIZIONE	ETA' INDICATIVA
Cucciolo	Individui che vivono sotto le cure protettive della madre	Fino a 1,5(2)anni di vita
Giovani	Individui ormai indipendenti dalla madre ma ancora sessualmente immaturi	Da 1,5(2) a 3 anni di vita
Subadulti	Individui sessualmente maturi, ma ancora incapaci di partecipare attivamente alla stagione degli amori	Dai 3 ai 5-6 anni di vita
Adulti	Individui capaci di riprodursi	Dai 5-6 anni fino ai 15 anni di vita
Vecchi	Individui vicini alla morte, che presentano evidenti segni di senilità	Oltre i 15 anni di vita

dono ad aumentare ulteriormente con l'età, fino a diminuire drasticamente con il sopraggiungere dell'età senile (15-20 anni di vita). In letteratura, relativamente ai cuccioli, sono riportati tassi di mortalità variabili, compresi tra il 18-20% (Boscagli, 1988) e il 50%. La malnutrizione sembra essere la principale causa di morte nei piccoli durante il loro primo anno di vita. Altre possibili cause sono l'abbandono, le malattie, gli incidenti e gli infanticidi da parte di maschi adulti. E' da sottolineare



che in Trentino nel 2003 si è verificata una predazione di un cucciolo da parte di un'aquila. I giovani subadulti (soprattutto i maschi) mostrano un comportamento di dispersione dalla popolazione di origine: gli esigui dati a disposizione stimano un tasso di mortalità annuale variabile dal 15 al 35%; per i soggetti adulti (> 4 anni) in genere vengono riportati valori più bassi (Bunnell & Tait, 1981). Spesso è difficile stimare il tasso di mortalità per i subadulti e gli adulti, a causa delle complicazioni legate all'impatto della caccia, soprattutto se illegale. Le cause di mortalità dell'orso bruno possono differire moltissimo da area ad area, ma molte ricerche indicano che i principali fattori sono generati, direttamente o indirettamente, dall'azione dell'uomo. La dinamica di popolazione degli orsi sembra essere influenzata anche da fattori di mortalità "naturale" densità-dipendenti, legati alle aggressioni intraspecifiche. I maschi adulti sono in grado di regolare la densità di popolazione uccidendo i maschi più giovani oppure obbligandoli alla dispersione: in questo modo essi aumentano la loro fitness individuale, riducendo il numero dei potenziali competitori per le fonti trofiche e per le femmine (Bunnell & Tait, 1981; McLellan, 1994).

### **Minima popolazione vitale**

Gli studi sulle dinamiche di popolazione, a fini conservazionistici, hanno avuto il loro maggiore successo ed applicazione con lo sviluppo delle tecniche di PVA (Population Viability Analysis), cioè analisi demografiche volte a determinare se una popolazione abbia ancora la capacità di persistere nel tempo in un certo determinato ambiente (Shaffer, 1991). Analizzando le necessità di una specie e le risorse ad essa necessarie ed ancora disponibili nell'ambiente, è possibile determinare la Minima Popolazione Vitale.

Shaffer nel 1981 definì per la prima volta la MVP, Minimum Viable Population, di una specie in un determinato habitat come la più piccola popolazione isolata avente una probabilità del 99% di preservarsi per 100 anni, tenendo conto anche di tutti gli effetti casuali prevedibili derivanti da effetti stocastici genetici, demogra-



fici e ambientali.

Questa definizione risultava poco applicabile a concreti progetti di conservazione e allora si semplificò il concetto. Una popolazione è vitale quando è in grado di autosostenersi attraverso una riproduzione naturale con probabilità del 95% di sopravvivenza per 100-200 anni.

Le numerose stime utilizzate per calcolare la MVP per gli orsi bruni concordano con l'affermare che  $70 \pm 20$  orsi è il numero minimo necessario a mantenere vitale una popolazione per un secolo (Schroder, 1992; Dupré *et al.*, 2000). Definita la MVP è possibile stimare la MDA (Minima Area Dinamica) che rappresenta la minima superficie di ambiente idoneo in grado di sostenere la MVP.

Nelle alpi centrali è stato evidenziato da Dupré *et al.* (2000), che ancora oggi sono presenti le condizioni ambientali idonee alle caratteristiche dell'orso, e che la presenza di corridoi ecologici tra i diversi gruppi montuosi consente agli animali di spostarsi su territori sufficientemente estesi per ospitare una popolazione vitale.



## 2.4 L'ORSO BRUNO SULLE ALPI

### 2.4.1 LA STORIA PASSATA

La presenza dell'orso bruno fino al XVII secolo poteva considerarsi abbondante e distribuita in tutte le zone di pianura e montagna di gran parte dell'Italia settentrionale e delle Alpi.

A partire dal XVIII secolo, la progressiva trasformazione del territorio e il crescente utilizzo delle risorse montane portarono ad una drastica riduzione dell'habitat idoneo all'orso. Di conseguenza ci fu una diminuzione della sua consistenza e una contrazione della sua distribuzione nelle zone montane. Nel XIX secolo le continue pressioni antropiche sul paesaggio e la persecuzione diretta nei confronti della specie portarono ad una frammentazione delle aree occupate dall'orso sulle Alpi Centrali e Orientali e alla formazione di nuclei di individui tra di loro disgiunti (Dupré *et al.*, 2000) (Fig.2.6). Nel 1850, incominciò una feroce persecuzione nei confronti dell'orso incentivata anche dal pagamento di taglie che le



Figura. 2.6 Evoluzione dell'areale di presenza storica dell'orso bruno sulle Alpi italiane dal 1700 al 1950 (Dupré *et al.*, 2000)



amministrazioni locali offrivano per ogni esemplare ucciso. Questo periodo di maggiori uccisioni è considerato il fattore principale che portò alla scomparsa dell'orso sull'arco alpino (AA.VV., 2002).

Nei primi vent'anni del XX secolo, l'areale della specie era ormai ridotto all'unica area di presenza certa e stabile del Trentino occidentale (Dolomiti di Brenta, Massiccio dell'Adamello-Presanella e Monte Cadria-Altissimo). Nel 1990 la presenza dell'orso era accertata solo all'interno delle Dolomiti di Brenta (Dupré *et al.*, 2000).

Il Parco Naturale Adamello Brenta, al fine di ottenere informazioni sulla consistenza numerica della popolazione residua di orsi, avviò un censimento genetico. L'indagine si è basata sulla raccolta di peli ed escrementi rinvenuti nelle zone di maggior frequentazione e sulla successiva estrazione del DNA dai campioni. Questi studi permisero di accertare la presenza di solo 3 orsi (3 distinti corredi genetici). La limitata consistenza stimata, l'assenza di riproduzioni accertate dal 1989 ed il probabile *trend* negativo, portarono a ritenere la popolazione di orsi del Brenta "biologicamente estinta". Poiché il principale fattore di scomparsa della specie era stato identificato nella persecuzione ossessiva da parte dell'uomo e poichè tale causa attualmente era stata rimossa, si iniziò a pensare alla possibilità di arrestare il declino della specie attraverso la reintroduzione di nuovi esemplari (Dupré *et al.*, 2000).

#### 2.4.2 IL PROGETTO *LIFE URSUS*

Nel 1996, il Parco Naturale Adamello Brenta in collaborazione con la Provincia Autonoma di Trento e l'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica (INFS) e grazie al co-finanziamento dell'Unione Europea, ha avviato un progetto di reintroduzione dell'orso bruno chiamato: *Life Ursus*.

Gli obiettivi del progetto erano: il mantenimento dell'ambiente di vita dell'ultimo nucleo di orsi autoctoni; la ricostruzione di una popolazione vitale sulle Alpi Centrali, mediante l'immissione di orsi provenienti dalla Slovenia. L'immissione



di una specie selvatica non si configura come un'operazione semplice: questo può essere confermato dai tre tentativi di ripopolamento di orso bruno, realizzati in passato nel Trentino, con l'utilizzo di esemplari cresciuti in cattività. I primi due tentativi (1959, 1969) si conclusero in modo negativo con la ricattura degli orsi rilasciati, a causa dell'eccessiva confidenza che gli animali avevano acquisito con l'uomo. Il terzo tentativo (1974) portò alla liberazione di due orsi non marcati, dei quali, dopo due mesi dal rilascio, non si ebbero più notizie certe e attendibili (Daldoss, 1976). Considerata la complessità dell'operazione, il PNAB ha incaricato l'INFS di realizzare uno Studio di Fattibilità (Duprè *et al.*, 2000), mediante il quale è stato analizzato l'insieme delle problematiche connesse al progetto, valutandone le possibilità finali di successo.

Due anni dopo (1998), l'INFS espresse parere positivo per l'attuazione del progetto e presentò la relazione definitiva dello Studio di Fattibilità. In accordo con le linee guida internazionali e nazionali riguardanti la reintroduzione di animali selvatici, l'obiettivo principale di questo progetto è quello di costituire sulle Alpi centrali una popolazione vitale di orsi, in grado cioè di autosostenersi e con adeguate probabilità di sopravvivere nel medio e lungo periodo.

In relazione alle caratteristiche ecologiche dell'orso, le analisi di fattibilità si sono concentrate su di un'area ben più vasta del PNAB, estesa su una superficie complessiva di 6.495 km<sup>2</sup>. Per valutare se questo territorio sia in grado di sostenere una popolazione di orsi, è stato elaborato un Modello di Valutazione Ambientale (MVA) nel quale sono stati presi in considerazione sia fattori strettamente ambientali (estensione dei boschi, parametri altimetrici, pendenza, esposizione, ecc.), sia le variabili di disturbo antropico (densità di popolazione, disturbo turistico, presenza di strade, ecc.) che sembrano influire in modo negativo sull'idoneità ambientale per la presenza del plantigrado. I risultati indicano che, in tutto il territorio considerato, l'area ancora idonea alla presenza dell'orso ha un'estensione di 1.705 km<sup>2</sup>, mentre le aree scarsamente vocate (con caratteristiche ambientali



idonee, ma con eccessivo disturbo antropico) coprono una superficie di 2.245 km<sup>2</sup>. Assumendo una densità di 2-3 orsi/100 km<sup>2</sup>, ne deriva che l'area di studio sarebbe in grado di mantenere una popolazione di 34-51 orsi, o di 79-118 orsi se si includono le aree scarsamente vocate. Lo Studio di Fattibilità ha inoltre valutato anche gli aspetti sanitari, socio-economici, amministrativi e normativi associati al progetto. Per questo motivo, prima di iniziare la fase dei rilasci, il PNAB ha affidato ad un'azienda specializzata in indagini demoscopiche (DOXA), l'incarico di realizzare un sondaggio, ai fini di valutare l'attitudine delle popolazioni locali, secondo distinti contesti geografici e categorie sociali, nei confronti della reintroduzione ed i possibili rischi connessi ai rapporti uomo-orso. Il risultato di tale indagine è stato positivo al di là delle previsioni, con l'80% degli abitanti favorevoli al rilascio degli orsi nel contesto di un progetto che comprenda anche il controllo degli animali immessi. Per l'immissione di orsi in Trentino è stato previsto l'utilizzo di individui catturati in Slovenia.

La scelta di utilizzare fondatori di provenienza slovena è giustificata da indagini genetiche, realizzate tramite l'analisi dell'mtDNA estratto da campioni di orsi provenienti da diverse popolazioni dell'Europa occidentale (Randi *et al.*, 1994); i risultati di tali indagini indicano che gli orsi presenti nell'area compresa tra le Alpi, la Croazia e, probabilmente, Slovenia e Bosnia-Erzegovina, costituiscono un'unica unità filogeografica. Il numero complessivo di fondatori che si prevedeva di rilasciare era di minimo nove individui, tre maschi e sei femmine, nell'arco di quattro anni (Tab. 2.4).

Tabella 2..4. Orsi reintrodotti durante il progetto *Life Ursus*.

Anno rilasci	1999		2000			2001		2002		
Nome	MASUN	KIRKA	DANIZA	JOZE	IRMA	JURKA	VIDA	GASPER	BRENTA	MAJA
Sesso	M	F	F	M	F	F	F	M	F	F
Età	3 anni	3 anni	5 anni	6 anni	5 anni	4 anni	3 anni	3 anni	3 anni	5 anni
Peso alla cattura	99 Kg	55 Kg	100 Kg	140 Kg	113 Kg	90 Kg	70 Kg	105 Kg	70 Kg	86 Kg
Data rilascio	26/05/99	30/05/99	18/05/00	22/05/00	23/05/02	03/05/01	04/05/01	07/05/02	09/05/02	12/05/02



La fase operativa del progetto è iniziata nel 1999 con la liberazione dei primi due orsi provenienti dalla Slovenia: un maschio Masun e una femmina Kirka. A questa fase sono seguite tre successive stagioni di rilasci che hanno portato alla liberazione di altri otto animali, per un totale di dieci rilasci, uno in più a quelli previsti, per compensare l'immediata morte di Irma, deceduta sotto una slavina nel primo inverno.

Le catture sono state effettuate nelle riserve statali di caccia di Jelen-Sneznik e di Medved-Kocevje, localizzate nella Slovenia meridionale, grazie all'utilizzo di siti di alimentazione e trappole (lacci di Aldrich). Una volta accertata la cattura, si valuta in modo sommario il peso dell'orso in modo che possa essere anestetizzato. Mediante un fucile lanciasiringhe, si spara la dose di anestetico necessaria per l'immobilizzazione chimica dell'animale. Dopo essersi attentamente accertati che l'animale sia addormentato, viene determinato il suo peso reale e lo stato di salute dell'orso.

Conclusa questa fase, una volta accertate le buone condizioni dell'orso e la sua idoneità al progetto, l'operazione procede con l'applicazione delle attrezzature radiotelemetriche che consentiranno un monitoraggio costante e preciso dell'animale una volta giunto a destinazione. Queste sono costituite da un radiocollare (MOD 505, Telonics Inc., USA) e da due marche auricolari (Ear Tags Model 5902, Advanced Telemetry System, USA). Gli individui dopo essere stati trasportati in una gabbia di contenimento fino in Italia, sono stati rilasciati nel settore nord-orientale del PNAB (Val di Tovel), all'interno dell'areale occupato dagli ultimi orsi autoctoni del Trentino. La scelta di tale area è stata dettata principalmente dalla considerazione che, avendo permesso la sopravvivenza del nucleo residuo di orsi del Brenta, sia tuttora una delle più idonee alla presenza della specie.

Nelle prime fasi successive al rilascio, è stato necessario verificare la posizione degli orsi in modo costante, soprattutto in rapporto alla possibilità che la loro presenza costituisca una fonte di pericolo per l'uomo o per le sue attività (Perrotta, 2000).



L'attività di monitoraggio radiotelemetrico ha permesso di approfondire le conoscenze sulla specie, come la definizione degli home range e l'individuazione di alcuni siti di svernamento, inoltre è stato reso valido il modello di Valutazione Ambientale applicato nel preliminare studio di fattibilità.

Dal 2003, dopo che l'ultimo orso ha perso il dispositivo trasmettente, gli spostamenti e la consistenza della neopopolazione iniziarono ad essere valutati con diverse tecniche di monitoraggio. Il monitoraggio naturalistico, eseguito attraverso avvistamenti e raccolta di indici indiretti di presenza e il monitoraggio genetico, per mezzo di tecniche non invasive come l'analisi del DNA contenuto nei campioni di peli raccolti con le apposite "trappole per pelo".

### **2.4.3 LO STATO ATTUALE DELLE POPOLAZIONE DI ORSI DEL TREN- TINO**

La popolazione di orsi del Trentino, frutto del progetto di reintroduzione condotto a partire dal 1999 sulle Alpi Centrali Italiane, continua ad espandersi. La primavera appena trascorsa ha permesso di accertare la 13a riproduzione, portando a 27 i cuccioli nati negli ultimi 6 anni nel Parco Naturale Adamello Brenta e nei territori limitrofi.

Nonostante il buon adattamento al territorio dei plantigradi rilasciati nell'ambito del progetto Life Ursus, testimoniato anche dall'elevata natalità della popolazione del Trentino Occidentale, l'analisi delle dinamiche che stanno caratterizzando la neocolonia di orsi – oggi stimata in circa 25 esemplari - desta qualche preoccupazione.

Il monitoraggio genetico promosso sul territorio provinciale dal Servizio Foreste e Fauna della Provincia Autonoma di Trento ha infatti permesso di rilevare, nel 2006, la presenza di solo 4 dei 9 "fondatori" sloveni (Joze, Daniza, Jurka e Gasper).

Elemento di preoccupazione è, inoltre, la consanguineità tra gli individui derivante dal fatto che la maggior parte dei cuccioli nati in Trentino negli ultimi anni



sono figli di un unico maschio (Joze, 13 anni di età), con un conseguente elevato rischio di depressione da inbreeding per le prossime generazioni se non si interverrà preventivamente. Sempre secondo i dati desunti dal monitoraggio genetico, i maschi riproduttivamente maturi sarebbero al momento soltanto due.

Viceversa, in una situazione tanto sbilanciata, è stato possibile verificare la riproduzione di femmine di appena 2 o 3 anni di età, che hanno dato origine a cuccioli di seconda generazione ("nipoti" degli orsi reintrodotti dalla Slovenia).

Analizzando nel dettaglio i motivi di decesso (accertati o presunti) degli 11 orsi non più presenti sulle Alpi Centrali, si rileva come 4 di essi siano morti per cause naturali (2 individui adulti a causa di valanghe, un cucciolo predato da un'aquila e un altro precipitato da una rupe), 1 sia andato in dispersione (la femmina adulta sparita in Austria nel 2002 e mai più rilevata) e ben 6 abbiano probabilmente trovato fine per mano dell'uomo (2 rimossi legalmente— JJ1 abbattuto in Baviera e Jurka catturata in Trentino — e 4 per cui non può essere escluso l'abbattimento illegale).

Benché su una popolazione così limitata numericamente non siano irrilevanti i fenomeni stocastici derivanti da eventi naturali, appare del tutto evidente come l'accettazione sociale rappresenti la principale minaccia per l'orso sulle Alpi. Ciò rappresenta un serio rischio per il futuro dei plantigradi anche considerando che la popolazione di orsi si sta espandendo anche dal punto di vista territoriale nelle regioni confinanti, che spesso però risultano poco "preparate" ad accogliere il ritorno del plantigrado.

L'incremento numerico e la continua espansione territoriale della popolazione di orsi fanno supporre che potenzialmente potrà unirsi al gruppo di orsi situato nel settore nord-orientale dell'arco alpino. La connessione tra questi due gruppi e il conseguente flusso demografico e genetico, costituirebbe il primo importante passo verso la fondazione di una metapopolazione europea di orsi bruni (Dupré *et al.*, 2000).



#### 2.4.4 STATUS LEGISLATIVO DELLA SPECIE

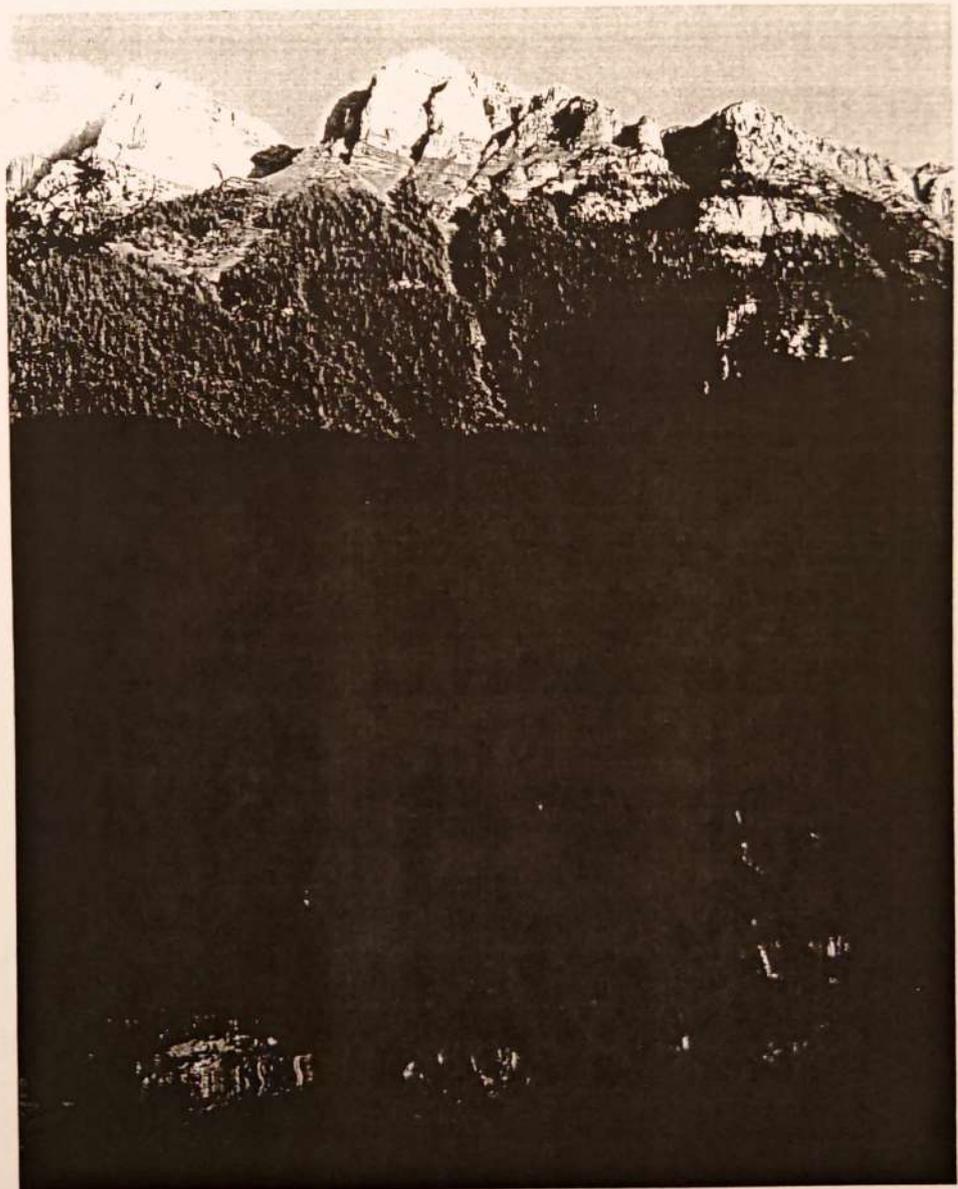
In Europa l'orso bruno è una specie protetta ai sensi della Convenzione di Berna e della Direttiva Habitat 92/44/CEE che la considera di interesse prioritario in tutti i paesi dell'Unione Europea. Tutte le popolazioni europee di *Ursus arctos* sono inoltre incluse nell'Appendice II della CITES (Ciucci & Boitani, 2000).

In Italia, l'orso bruno è una specie protetta fin dal 1939 in base all'art. 38 del T.U. della Caccia, secondo il quale l'orso viene considerato specie rara e meritevole di protezione; lo stato di protezione è stato poi confermato dalle successive leggi quadro sulla caccia. Nella zona alpina, numerose sono state e sono le iniziative a favore della conservazione dell'orso, e diverse misure legali su base regionale e provinciale favoriscono la tutela della specie e del suo habitat.

Nel caso particolare del Trentino, la legge provinciale n. 31 del 10 agosto 1978 della provincia di Trento "Protezione dell'orso bruno nel territorio provinciale e risarcimento dei danni provocati dallo stesso e dalla selvaggina stanziale protetta", definisce le modalità di indennizzo per i danni causati dall'orso al patrimonio agro-silvo-pastorale e le modalità di finanziamento per la costruzione di opere di prevenzione.

Nel 1998, con una delibera della giunta provinciale, questa legge è stata abrogata ed il suo contenuto legislativo incluso nella L.P 24/91 "Determinazione delle modalità e dei termini per la concessione dell'indennizzo per i danni arrecati al patrimonio zootecnico e apiario della fauna selvatica nonché contributi a favore di iniziative atte a prevenire i danni causati dall'orso bruno" (Osti, 1999).

### 3. L'AREA DI STUDIO



### 3. AREA DI STUDIO



Figura 3.1 Area di studio

#### 3.1. GENERALITA' ED INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il presente lavoro di tesi ha avuto come area di studio (fig. 3.1) il massiccio montuoso delle Dolomiti di Brenta e il massiccio Gazza-Paganella, questi territori occupano la parte occidentale del Trentino e corrispondono ai luoghi dove è stato rinvenuto il maggior numero di siti di svernamento dell'orso bruno, oggetto di studio, e all'areale che la neopolazione di orsi trentini ha stabilmente occupato nell'ultimo decennio. Partendo da Madonna di Campiglio, in senso orario, i limiti dell'area coincidono con la sella di Passo Carlo Magno ed il torrente Meledrio, che scorre l'ungo l'omonima valle conflueno nel Noce in corrispondenza di Dimaro. Da questo punto il confine è segnato dal corso del fiume Noce lungo le valli di Sole e di Non, fino alla sua immissione nell'Adige. Il perimetro segue poi la dorsale della Paganella, includendo anche il Monte Fausior, risale lungo il torrente Vela fino a Terlago, spostandosi poi ai laghi di S.Massenza e Tobino. Il confine meridionale dell'area è individuato da un' ulteriore asse fluviale: il Sarca, che segna

le valli Giudicarie superiori da Sarche a Trento. A ovest, lo stesso fiume divide la Val Rendena, delimitando l'area fino a Pinzolo, da qui risalendo il Sarca di Campiglio si chiude il perimetro dell'area indagata. Il territorio è caratterizzato da un dislivello altitudinale considerevole, che va dai 195 m s.l.m. delle rive del fiume Adige ai 3173 m s.l.m. della cima Tosa, cima più alta del Gruppo



Figura 3.2 Ortofoto presa da Google Earth

di Brenta. Di tutta questa area solo il Massiccio del Brenta rientra quasi del tutto nei confini del Parco Naturale Adamello Brenta, che con i suoi 620 km<sup>2</sup> è la più vasta area protetta del Trentino e comprende 39 comuni e 43 riserve di caccia. Il Parco è ubicato al centro delle Alpi, ad una latitudine compresa tra 46°, 10' e 46° e 20' Nord e occupa un' area il cui confine occidentale coincide con quello tra Trentino e Lombardia. Il grande territorio del Parco è suddiviso in due gruppi montuosi dominanti: il massiccio dell'Adamello-Presanella ad occidente e il Gruppo del Brenta a oriente separati dalla Val Rendena.

### **Dolomiti di Brenta**

Per la sua posizione a ovest dell'Adige, il gruppo del Brenta rimane compreso dal punto di vista geografico nelle Alpi Retiche; tuttavia le sue rocce in prevalenza sedimentarie lo differenziano nettamente dai massicci cristallini delle Alpi centrali, avvicinandolo anche nell'aspetto alle montagne delle Dolomiti orientali, da cui il nome Dolomiti di Brenta.

Da un punto di vista orografico l'intera catena montuosa è disposta in direzione



nord-sud, ha una lunghezza di circa 42 km e si estende su una superficie di circa 400 km<sup>2</sup>. La catena principale è divisa in due parti dall'incisione della Bocca di Brenta. A nord di questa sorgono dapprima la Catena degli Sfulmini, con la Brenta Alta, il Campanile Basso, il Campanile Alto e la Cima Brenta, poi il Massiccio del Grostè e la Catena Settentrionale. A sud e a ovest della Bocca di Brenta si ergono il Massiccio della Tosa, con la Cima Tosa (3.173 m s.l.m.) quale vetta più alta del gruppo, la Catena d'Ambiez e vari sottogruppi tra cui il Dos del Sabbion. La catena secondaria comprende i gruppi della Campa e dell'Altissimo. Il gruppo di Brenta è inciso da profonde e strette vallate, tra cui le due principali sono la Val di Tovel che sbocca verso nord e la Val d'Algone a sud. Il territorio delle Dolomiti di Brenta è incluso quasi interamente nei confini del Parco Naturale Adamello Brenta.

### **Dorsale Gazza-Paganella**

E' una catena montuosa di dimensioni modeste, che rappresenta la linea di saldatura tra il Vorland prealpino e l'area alpina. Si estende per circa 20 Km parallela al Gruppo di Brenta, in direzione nord-est verso sud-ovest. La catena Gazza Paganella divide la Valle dell'Adige dal massiccio del Brenta, è delimitata a sud dalla valle dei Laghi, a ovest dal Lago di Molveno e a nord dall'altopiano della Paganella. Procedendo da nord verso sud troviamo il Monte Fausior (1554 m s.l.m.), che si stende tra il passo Santel e la gola della Rocchetta, e la Paganella, troncone centrale della catena nonchè picco più alto (2125 m s.l.m). Più a sud tra questa e la cima Canfedin (2034 m s.l.m) si trova il passo di S. Antonio (1893 m s.l.m). Infine, i monti Gaza (1985 m s.l.m) e Ranzo (1835 m s.l.m) sono il limite estremo della catena, segnato dal fiume Sarca e dai laghi di S. Massenza e Toblino.



### 3.2 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Il massiccio del Gruppo di Brenta viene diviso dal restante territorio dolomitico posto più ad est mediante la larga Valle dell'Adige. Si tratta quindi dell'unico massiccio montuoso ad ovest dell'Adige i cui componenti sono formati da carbonato di calcio e di magnesio, ed è quindi da elencare tra le Dolomiti, nome derivato dal geologo francese Déodat de Dolomieu. La dolomia del Brenta non è dello stesso tipo di quella delle Dolomiti Occidentali, in quanto il processo di deposizione non avvenne su scogliere coralline, ma sul fondo del mare (Fronza e Tamanini, 1997).

Le rocce sedimentarie, di cui è costituito il massiccio del Brenta, poggiano sopra un basamento cristallino di più antiche rocce metamorfiche. L'attuale geomorfologia è stata determinata da una storia geologica che vide il susseguirsi di diverse fasi orogenetiche.

Durante il Permiano (circa 250 milioni di anni fa) si sono formate le rocce più antiche, queste furono il risultato di incessanti attività vulcaniche. Questi fenomeni eruttivi causarono il depositarsi di spessi strati di lava che formarono un esteso tavolato di rocce cristalline, che ora corrispondono al basamento metamorfico della catena alpina.

Successivamente all'inizio del Mesozoico, tale crosta si fessurò separando l'Eurasia dall'Africa e venne a formarsi il mare della Tetide. L'origine di questo mare stabilì le basi per i due principali processi orogenetici che determinarono la nascita del massiccio dolomitico. Il primo fu un processo di sedimentazione chimica e clastica, che ebbe luogo fra il 225 e 65 milioni di anni fa. Le rocce delle cime, prima di essere piegate e sollevate durante l'orogenesi alpina, si erano formate in ambiente marino, nell'ambito del mare della Tetide. La Dolomia Principale si è formata progressivamente su ampie piattaforme a scarsa profondità e ha potuto accumularsi in spessori così potenti perché sprofondava sotto il suo peso, man mano che si formava, e per la forte subsidenza della zona. Invece, i calcari del



Retico e del Giurassico si sono formati in ambiente di mare aperto e profondo o in depressioni tra le piattaforme.

Il secondo processo di tettonogenesi si verificò 100-160 milioni di anni fa come conseguenza delle spinte e delle tensioni dovute allo spostamento delle placche tettoniche. Perno di questi movimenti sono le linee di frattura e di scorrimento: la linea delle Giudicarie, che scorre dal Lago di Idro fino alla Val di Sole, dove incrocia la linea insubrica disposta in direzione est-ovest. Durante il Terziario, una spinta tettonica lungo la linea delle Giudicarie provocò il ripiegamento violento ed intenso degli anticlinali. La Dolomia Principale si sollevò verso l'alto facendo emergere la piattaforma sedimentaria del Brenta (Bosellini, 1996).

Il basamento cristallino affiora soltanto al Dos del Sabbion; la parte inferiore della successione stratigrafica che poggia su di esso, costituita da porfidi quarziferi, arenarie micacee, calcari neri a stratificazione sottile (Anisico, 243-238 milioni di anni fa) e dolomie scure stratificate (Ladinico-Carnico, 238-225 milioni di anni fa), si riscontra solo nella zona Monte Tov-Malga Movlina (poco più a sud del Dos del Sabion). Le dolomie stratificate ladino-carniche affiorano anche in Val Brenta Alta.

Ma le rocce più diffuse sono dolomie compatte in grossi banchi (Dolomia Principale del Norico, 225-219 milioni di anni fa); queste rocce caratterizzano il Campanile Basso, il Crozzon e quasi tutte le vette principali fra la Cima Tosa e il massiccio del Grostè.

Molte cime dei sottogruppi marginali, ad esempio le cime di Ghez e di Prato Fiorito, sono invece costituite da calcari massicci, attribuiti agli intervalli cronologici successivi del Retico (219-205 milioni di anni fa) e del Lias (Giurassico inferiore, 205-180 milioni di anni fa).

Litotipi marnosi detti "Scaglia" e attribuiti al Cretaceo (140-65 milioni di anni fa), costituiscono le creste sommitali della Catena Settentrionale e il fianco sinistro della Val Agola. Le forme delle cime e delle valli sono condizionate dalla litologia e dall'assetto tettonico della regione, ma il loro modellamento è dovuto all'opera



degli agenti meteorici, dei fiumi e dei ghiacciai.

Le vette della parte centrale del gruppo sono costituite da Dolomia Principale; le grosse bancate di dolomia sono state intaccate dagli agenti erosivi soprattutto in corrispondenza di fratture e faglie: in questo modo si sono originate fessure e si sono isolate dal corpo massiccio e compatto le singole forme dei vari campanili. Fra le singole bancate, lungo discontinuità dovute a stasi del processo di deposizione della dolomia, si hanno strette e lunghe terrazze (cenge) che articolano intere pareti in senso orizzontale.

Le cime dei sottogruppi marginali sono costituite in prevalenza da calcari o calcari dolomitici e non hanno più le forme squadrate a campanile o le architetture a scalinata, ma presentano profili arrotondati; in queste rocce è evidente il fenomeno del carsismo attraverso la formazione di depressioni doliniformi e di alcune forme ipogee.

In questo gruppo montuoso l'estensione dei ghiacciai (vedrette) è attualmente molto ridotta (204 ha) e anche la maggior parte degli alti circhi glaciali racchiude solamente nevai (Buscaini & Castiglioni, 1977).

Il massiccio Gazza-Paganella storicamente viene considerato un'articolazione marginale del Gruppo del Brenta (Battisti, 1898). La loro composizione geologica è del tutto simile, ma sono orogeneticamente separati da una faglia che, in corrispondenza della conca del Lago di Molveno, demarca i due diversi sistemi montuosi.

Il gruppo Gazza-Paganella presenta notevoli differenze geomorfologiche nei due versanti: quello esposto ad est, che si affaccia sul Lago di Molveno, è ricoperto da boschi e digrada dolcemente fino al fondo valle; quello esposto ad ovest, contiguo alla valle dei Laghi, presenta delle fessurazioni verticali e una struttura a torri e pareti strabiombanti tipica dei massicci dolomitici.

### **Il carsismo**

Il fenomeno geologico che meglio caratterizza i sistemi montuosi di natura dolo-



mitica è il carsismo. Esso comprende alcuni processi, di superficie e sotterranei, che sono determinati dall'azione modellante delle acque sulle rocce carbonatiche. Questi fenomeni danno origine a singolari geomorfologie come doline, pozzi e grotte.

Le rocce carbonatiche, costituite da Calcite e dolomite, presentano una bassa solubilità in acqua pura e a temperatura ambiente, ma aumenta notevolmente quando in acqua si trovano sostanze acide. L'acqua piovana, prima di raggiungere la roccia, si arricchisce di anidride carbonica attraverso l'atmosfera o filtrando un terreno ricco di sostanze organiche; l'anidride carbonica disciolta conferisce alle acque piovane una debole acidità ma sufficiente per renderle aggressive sulle rocce carbonatiche.

Quest'acqua trasforma il carbonato di calcio della roccia in bicarbonato di calcio, solubile in acqua. In questo modo il calcio viene disciolto e trasportato nelle acque correnti, depauperando la roccia da cui proviene. Il paesaggio carsico è caratterizzato dalla mancanza di deflusso idrico superficiale, dalla presenza di punti di perdita nel sottosuolo delle acque meteoriche, dalla formazione di micro e macro morfologie, come le doline, e dalla presenza di laghi temporanei. Nel sottosuolo, a seguito del carsismo, si possono formare diverse cavità con sviluppo sub-orizzontale o verticale. La loro forma dipende dalle modalità di circolazione dell'acqua, la quale modella le rocce non solo con l'azione chimica ma anche con l'azione meccanica dovuta al suo stesso movimento. Questi fenomeni sono molto frequenti nell'area oggetto di studio. Infatti, nel massiccio del Brenta sono presenti molte cavità carsiche, pozzi più o meno profondi e grotte di notevoli dimensioni. Nella zona del Brenta e sulla Paganella sono state registrate dal Catasto dei Gruppi Speleologici della S.A.T. circa trecento grotte di varie dimensioni. Molte cavità modeste per sviluppo e morfologia non sono di grande interesse geologico, ma rivestono un ruolo molto più importante per il progetto di conservazione dell'orso bruno, il quale necessita della presenza di tali morfologie geologiche da utilizzare come siti di svernamento.



### 3.3 CARATTERISTICHE CLIMATICHE

L'area di studio, da un punto di vista climatico, si inserisce nella regione alpina, caratterizzata da estati fresche e piovose ed inverni con precipitazioni a carattere nevoso. I fattori dominanti che determinano il clima di una regione come quella alpina sono l'altitudine e l'esposizione dei versanti. L'altitudine condiziona la temperatura che diminuisce di  $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  per ogni  $100\text{ m}$  di dislivello; tale decremento è più rapido lungo i pendii di un monte isolato che su quelli di un massiccio montuoso (AA.VV., 1973). Per quanto concerne le temperature, è possibile distinguere per la regione alpina tre diverse varietà di clima:

- **clima freddo glaciale:** interessa la zona delle Alpi oltre i  $3.500\text{ m}$ , con ghiacci e neve perenni. La temperatura media annua è pari a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; la media del mese più freddo è inferiore a  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mentre quella del mese più caldo è di  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- **clima freddo:** interessa le zone alpine al di sopra dei  $2.000\text{ m}$ ; la temperatura media annua è minore di  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , la media del mese più freddo è inferiore a  $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , quella del mese più caldo è al di sotto di  $9,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- **clima temperato freddo:** tipico della fascia alpina inferiore ai  $2.000\text{ m}$ ; la temperatura media annua è compresa tra  $3$  e  $5,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ , la media del mese più freddo è inferiore a  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , mentre quella del mese più caldo varia da  $10$  a  $14,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Il gradiente termico è meno elevato in autunno-inverno ( $1^{\circ}$  ogni  $200\text{ m}$ ) rispetto alla primavera-estate ( $1^{\circ}$  ogni  $140\text{ m}$ ) quando il terreno delle quote più basse è già fortemente riscaldato, mentre in alto le nevi assorbono ancora i raggi solari necessari per la loro fusione.

L'esposizione dei versanti incide sulla temperatura, determinando livelli diversi di insolazione: nei versanti esposti a sud si registrano temperature maggiori e in quelli esposti a nord temperature minori. Nella regione alpina i giorni di gelo, cioè



i giorni in cui la temperatura minima è negativa, sono circa 150-160 a 1.500 m e 310-320 a 3.500 m di quota; i giorni senza disgelo, nei quali anche la temperatura massima è negativa, sono 20 a 1.000 m e 75-80 a 2.000 m (Casati & Pace, 1996).

La distribuzione media annua delle precipitazioni dipende in generale dalla latitudine, ma nell'area di studio è soprattutto influenzata dai rilievi e dalla loro esposizione, in funzione della diversa direzione di provenienza dei venti umidi.

In generale, il versante meridionale alpino presenta la maggior piovosità, sia perché è più vicino al mare dal quale le correnti ricevono l'umidità, sia perché le condizioni di temperatura favoriscono un'evaporazione più intensa; le precipitazioni medie annue oscillano tra 1.000 e 2.000 mm.

Sulle zone del versante settentrionale le precipitazioni sono minori, in funzione della lontananza dal mare e delle temperature più basse. All'interno del sistema la distribuzione delle piogge è ancora più complessa: le correnti aeree devono discendere nelle docce vallive che separano una catena dall'altra dando luogo ad una minor piovosità.

La frequenza delle precipitazioni, intesa come il numero medio annuo di giorni di pioggia, è di circa 100-120 giorni. La ripartizione delle precipitazioni nel corso dell'anno (regime pluviometrico) è di tipo continentale, caratterizzato da un massimo di piovosità estiva e da un accentuato minimo di piovosità invernale (Casati & Pace, 1996).

A differenza delle precipitazioni piovose, quelle nevose risultano particolarmente copiose sui rilievi interni, in quanto le caratteristiche di continentalità e di altitudine sono associate a regimi di temperatura sufficientemente bassi durante il periodo invernale (Casati & Pace, 1996). La copertura nevosa, influenzata dall'esposizione e da fattori locali, in generale dura da novembre fino ad aprile intorno ai 1.500 m di quota e dalla fine di ottobre agli inizi di giugno intorno ai 2.000 m. L'altitudine influisce non solo provocando un progressivo abbassamento della temperatura, ma anche nel determinare un aumento delle precipitazioni nevose:



il manto nevoso, infatti, raggiunge il massimo spessore alle quote intermedie fino ai 2.000-2.500 m (AAVV, 1957); l'altezza media della neve nei mesi invernali è di oltre 50 cm a S. Caterina Valfurva (2.135 m s.l.m., gruppo Ortles-Cevedale) e di 66 cm presso il Passo del Tonale (1.850 m s.l.m.).

Il limite medio delle nevi permanenti, al di sopra del quale le precipitazioni nevose invernali non si fondono completamente in estate, è variabile nei diversi gruppi montuosi: la sua altitudine è in funzione della morfologia, dell'esposizione dei versanti, dell'insolazione e dell'apporto delle precipitazioni. Nei massicci maggiori delle Alpi centrali tale limite si aggira intorno ai 3.000 m: per il gruppo dell'Ortles l'altitudine media è di 2.800-3.000 m (Belloni & Cojazzi, 1984).



### 3.4 ASPETTI VEGETAZIONALI

La diversificazione territoriale dell'area conduce ad una conseguente elevata variabilità della copertura vegetale. Diversi fattori combinati tra loro, quali la grande differenza di quota, l'orografia, l'idrografia, il clima, la natura chimico-fisica del suolo e l'influenza antropica, producono svariati aspetti vegetazionali. Ma il fattore che maggiormente condiziona gli aspetti vegetazionali di un'area montana è la quota altimetrica, in relazione alla quale la vegetazione si differenzia in diversi piani altitudinali.

Il gruppo di Brenta penetra profondamente con le parti più basse dei suoi versanti meridionale e orientale nella zona delle colture, tanto che, sui terrazzi e sui pendii che scendono ad oriente verso il Noce, prosperano, la vite (*Vitis vinifera*) e ampi frutteti (meli e peri).

Nel piano basale, dal fondovalle fino a 900-1.000 m di quota, si osserva una tipica successione vegetazionale caratterizzata essenzialmente da prati falciabili e da boschi di latifoglie in cui predomina il castagno accompagnato, nelle zone più calde, dalle originarie querce (rovere e roverella), dall'orniello (*Fraxinus ornus*) e, più in generale, dalla betulla, dal frassino, dall'acero montano, dal pioppo tremulo (*Populus tremula*), dal tiglio (*Tilia platyphyllos*), dall'olmo (*Ulmus campestris*) e, sui suoli calcarei meridionali, dal carpino nero (*Ostrya carpinifolia*). Lungo i corsi d'acqua, sempre alle quote medio-basse, crescono diverse specie di salice (*Salix sp.*) e di ontano (*Alnus sp.*). Oltre i 500 m sono presenti anche il faggio e il pino silvestre, il quale in questo orizzonte (submontano) compare anche in boschi quasi puri, ma non sempre spontanei, specialmente su tratti soleggiati e aridi.

Nel piano montano, oltre 1.000 m di altitudine, si trovano le tipiche formazioni di faggeta e di bosco misto di faggio e abete bianco (*Abies alba*). Le faggete, come avviene in Val di Tovel possono spingersi fino a quota 1200m, oltre il quale prende il sopravvento l'abete bianco. L'abete rosso (*Picea excelsa*) domina oltre i 1500m, a volte in cooperazione di altre conifere, come l'abete bianco e il pino



silvestre, mentre nella parte superiore compare il larice (*Larix decidua*) che salendo di quota diventa dominante. Sopra il lariceto è possibile osservare, in alcune località della Val Meledrio e della Val Cavai, alcune presenze di pino cembro (*Pinus cembra*).

Di conseguenza all'azione acidificante delle conifere il sottobosco è caratterizzato da ericacee acidofile come il mirtillo nero (*Vaccinium myrtillus*), l'erica di monte (*Erica cornea*) e il mirtillo rosso (*Vaccinium vitis-idaea*).

In alcune località, oltre il lariceto, è possibile osservare a queste quote (1.500-1.900 m) piccoli popolamenti quasi puri di pino cembro. Sempre nell'orizzonte montano superiore, in luoghi rupestri o sassosi, sono già frequenti le macchie dei robusti mughi.

Nell'orizzonte montano superiore, nei luoghi rupestri e sassosi possono essere frequenti le macchie di pino mugo (*Pinus mugo*), diffuse soprattutto nella parte occidentale del Brenta, in Val Nardis e in Val Algone.

Nell'orizzonte subalpino del piano culminale (1.900-2.200 m) il bosco viene sostituito progressivamente da una formazione arbustiva di bassa statura e cespugliosa: si tratta in prevalenza di mughi, ginepri, rododendri (*Rhododendron hirsutum*), mirtilli rossi (*Vaccinium vitis-idaea*) e salici nani. In questo orizzonte si estendono anche vasti pascoli alpini: laddove il substrato roccioso è di natura calcarea i pascoli sono costituiti dal firmeto (associazione a *Carex firma*) e dal seslerio-sempervireto (associazione a *Carex sempervirens* e *Sesleria caerulea*).

Oltre i 2.200 m di quota, nel piano alpino, la vegetazione diviene sempre più discontinua ed è rappresentata da diverse specie di piante erbacee e da una notevole varietà di fiori. Tra le erbacee prevalgono le Graminacee con festuche, agrostidi e seslerie e le Ciperacee con carici, tutte caratteristiche di suoli calcareo-dolomitici; sul verde di queste piante, nel corso della brevissima estate, spiccano le vivaci tinte dei fiori di Cariofillacee (*Cerastium carinthiacum*), di ranuncoli (*Ranunculus glacialis* e *alpestris*), di potentille (*Potentilla nitida*), di genziane (*Gentiana turgoviensis*), di Primulacee (*Androsace hausmanni*) e di Composite



(*Doronicum grandiflorum*).

La zona del Brenta è caratterizzata da alcuni endemismi floreali, si tratta di specie "artico-alpine" come la *Linnea borealis*, una pianta di origine siberiana che colonizzò i territori alpini durante la glaciazione quaternaria, altri endemismi che caratterizzano il gruppo montuoso sono l'*Erinus alpinus*, il *Dianthus neglectus* e la *Centaurea pseudophrygia* (Buscaini & Castiglioni, 1977; Dalla Fior, 1985).



### 3.5 LINEAMENTI FAUNISTICI

La varietà degli habitat naturali, le differenti caratteristiche microclimatiche e la struttura articolata della montagna rendono l'area di studio un ambiente privilegiato per quanto riguarda la fauna. Infatti l'area è caratterizzata dalla presenza di una ricca fauna, in cui si rinvencono alcune specie di particolare rilievo in quanto estinte sul resto delle alpi tra le quali l'orso (*Ursus arctos*), unico grande carnivoro presente nell'area di studio.

L'avifauna è caratterizzata dalla presenza di rapaci diurni e notturni. Tra i falconiformi troviamo: il gipeto (*Gypaetus barbatus*), l'aquila reale (*Aquila chrysaetos*), la poiana (*Buteo buteo*), l'astore (*Accipiter gentilis*), lo sparviere (*Accipiter nisus*), il gheppio (*Falco tinnunculus*), il nibbio bruno (*Milvus migrans*), il nibbio reale (*Milvus milvus*), il falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*) e il falco pellegrino (*Falco peregrinus*). Il gipeto considerato estinto come specie nidificante è tornato in alcuni settori dell'arco alpino grazie ad un progetto di reintroduzione a partire dal 1986. Numerosi sono gli avvistamenti degli ultimi anni anche nel settore meridionale delle Dolomiti di Brenta.

L'aquila reale è presente sul territorio del Brenta con diverse coppie nidificanti e sembra aver ormai raggiunto la capacità portante.

Tra gli strigiformi (rapaci notturni) sono diffusi: il gufo comune (*Asio otus*), il gufo reale (*Bubo bubo*), l'allocco (*Strix aluco*), la civetta nana (*Glaucidium passerinum*) e la civetta capogrosso (*Aegolius funereus*).

I Galliformi sono rappresentati da tutte e cinque le specie alpine: il gallo cedrone (*Tetrao urogallus*), il gallo forcello (*Tetrao tetrix*), la pernice bianca (*Lagopus mutus*), il francolino di monte (*Bonasa bonasia*) e la coturnice (*Alectoris graeca*).

Altri volatili osservabili sono il picchio nero (*Dryocopus martius*), il picchio rosso maggiore (*Picoides major*), il corvo imperiale (*Corvus corax*), il gracchio alpino (*Pyrrhocorax graculus*), la nocciolaia (*Nucifraga caryocatactes*) e numerose altre specie di Passeriformi, tra cui la cincia bigia alpestre (*Parus montanus*), il picchio



muraiolo (*Thicodroma muraria*), il fringuello alpino (*Montifrigilla nivalis*) e il crociere (*Loxia curvirostra*) (Pazzuconi, 1997).

Tra i mammiferi risulta importante la presenza di numerosi Ungulati come: il camoscio (*Rupicapra rupicapra*), il cervo (*Cervus elaphus*), il capriolo (*Capreolus capreolus*) e il muflone (*Ovis musimon*). Il camoscio è la specie con le popolazioni più consistenti su tutta l'area del massiccio. Il cervo, scomparso dalle dolomiti alla fine dell'800, è ricomparso a partire dagli anni cinquanta grazie alla presenza di un habitat ancora particolarmente favorevole soprattutto in Val Brenta e Val Agola. Mentre il cervo è in continua espansione, le popolazioni di capriolo stanno registrando da alcuni anni un trend negativo probabilmente a causa della competizione con il cervo. Sul territorio è presente anche una colonia di mufloni frutto di illegali introduzioni a scopo venatorio, avvenute durante gli anni settanta. Risulta invece assente, dal territorio del Brenta lo stambecco (*Capra ibex*) ma presente sul massiccio dell'Adamello.

I piccoli mammiferi sono rappresentati dalla presenza di mustelidi come la donnola (*Mustela nivalis*), l'ermellino (*Mustela erminea*), la martora (*Martes martes*), la faina (*Martes foina*) e il tasso (*Meles meles*).

Altri mammiferi caratteristici dell'area sono la lepre variabile (*Lepus timidus*), la marmotta (*Marmota marmota*), e diverse specie di micromammiferi, tra cui l'arvicola delle nevi (*Microtus nivalis*) e il toporagno alpino (*Sorex alpinus*). Sempre tra i mammiferi è da segnalare la presenza di alcune colonie di Chiroterri, quali *Pipistrellus kuhli*, *Pipistrellus savii* e *Myotis myotis*, tutte specie protette e importanti bioindicatori ambientali.

Per quanto riguarda la lince (*Lynx lynx*), allo stato attuale non si dispone di segnalazioni certe all'interno del territorio in esame, nonostante negli anni tra il 1990 e il 2000 ci siano state alcune conferme della presenza del felide.

Il lupo, ormai estinto dall'arco Alpino ed oggi in veloce espansione non ha ancora ricolonizzato questi territori.

La fauna ittica che caratterizza le acque dell'aria di studio è rappresentata dalla



trota fario (*Salmo trutta trutta*), dalla trota marmorata (*Salmo trutta marmoratus*) e da un altro endemismo degli ambienti di alta quota come il salmerino alpino (*Salvelinus alpinus*).

Per l'erpetofauna sono da segnalare le specie più tipiche dell'ambiente alpino, le quali mostrano particolari adattamenti alle condizioni ambientali d'alta montagna: tra gli Anfibi, il tritone alpestre (*Triturus alpestris*), la salamandra nera (*Salamandra atra*) e la rana di montagna (*Rana temporaria*), tra i Rettili, la lucertola vivipara (*Lacerta vivipara*) e il marasso (*Vipera berus*).

## 4. MATERIALI E METODI





## 4. MATERIALI E METODI

### 4.1 IL PROGETTO "MONITORAGGIO TANE"

Il presente lavoro di tesi si inserisce nel più vasto progetto di conservazione dell'orso bruno, avviato dal Parco Naturale Adamello Brenta come prosecuzione del progetto *Life Ursus*, di reintroduzione della specie sulle Alpi Centrali, con lo scopo di migliorare le strategie gestionali che mirano a preservare la neopopolazione trentina.

Per raggiungere questo fine è particolarmente importante approfondire le conoscenze ecologiche della specie. Ad esempio il periodo stagionale in cui l'orso risulta più vulnerabile e sensibile è sicuramente il letargo, quindi una buona conoscenza delle aree utilizzate dall'orso per lo svernamento risulta necessaria per assicurare una tutela adeguata di questa specie.

Studi preliminari in questo senso sono stati avviati con la scoperta delle prime tane alla fine degli anni settanta e nel periodo tra il 1988 e il 1994, in cui il Gruppo Operativo Orso Trentino, grazie ad un' assidua attività di campo, localizzò ben 21 tane di orso bruno nel settore nord-est del Brenta (Groff *et al.*, 1998). Grazie ai risultati ottenuti con questo lavoro, è stato possibile compiere un primo studio di caratterizzazione dei rifugi invernali e dell'habitat prescelto dall'ultimo nucleo di orsi autoctoni del Trentino (Caliari *et al.*, 1996).

Negli anni seguenti, grazie al progetto di reintroduzione di 10 orsi nel territorio del Trentino occidentale, è stato possibile condurre un'importante attività di monitoraggio radiotelemetrico. Nel corso di questa fase, che va dal 1999 al 2003, sono state individuate le aree dei siti di svernamento dei nuovi esemplari reintrodotti e successivamente, all'interno di queste aree sono state trovate le nuove tane.

Nella primavera del 2005 il Parco Naturale Adamello Brenta, al fine di concretizzare i risultati ottenuti in anni di ricerca, ampliare le conoscenze e trarre informazioni utili per la protezione della specie, ha avviato uno specifico progetto



denominato "Monitoraggio Tane". Per la realizzazione del progetto sono state pianificate delle campagne di ricerca annuali, volte a visionare, caratterizzare e georeferenziare tutte le tane scoperte negli anni passati e il monitoraggio di nuovi eventuali ritrovamenti, raggiungendo così un totale di 45 siti di svernamento censiti dal PNAB.



## 4.2 METODOLOGIA DI INDAGINE

A partire da luglio 2006 è iniziata una campagna mirata al controllo delle tane note e all'esplorazione di diverse aree, per la ricerca e l'identificazione di tane nuove. Questa attività, oggetto del presente lavoro di tesi, si è svolta anche per la stagione estiva del 2007, con l'interruzione delle attività di campo da ottobre 2006 a maggio 2007, poichè non è opportuno arrecare disturbo agli orsi né nella delicata fase letargica né nella fase pre e post letargica. Le attività sono state condotte in zone all'interno dell'area di studio in cui la presenza dell'orso è stata costantemente documentata negli ultimi decenni.

Per ottimizzare la ricerca sono state individuate quelle aree dove potessero essere maggiori le probabilità di rinvenire nuove tane, perchè frequentate dagli orsi. La scelta delle aree da esplorare è stata quindi effettuata sulla base dei seguenti fattori:

- testimonianze dirette raccolte da persone a conoscenza della presenza di siti di svernamenti o presunti tali;
- notizie riguardanti osservazioni dirette effettuate nel periodo immediatamente antecedente o successivo al riposo invernale;
- dati relativi alla attività di monitoraggio radiotelemetrico effettuata nel corso del Progetto di reintroduzione (*Life Ursus*), relativi alle localizzazioni degli esemplari durante il letargo
- dati relativi agli indici di presenza (peli, escrementi, orme, giacigli temporanei, ecc.) reperiti attraverso le attività di monitoraggio, sistematico ed occasionale, che consentono di individuare le aree maggiormente frequentate dai plantigradi.

Per le esplorazioni sul territorio è stata necessaria una pianificazione su carte topografiche, al fine di individuare i percorsi e ottimizzare gli sforzi su campo. Si è rivelato di particolare importanza anche uno studio preliminare dei versanti, at-

traverso una minuziosa osservazione da punti panoramici con l'aiuto di strumentazione ottica, per individuare le aree che geomorfologicamente sembravano più idonee alla presenza di grotte, anfratti e fasce rocciose.

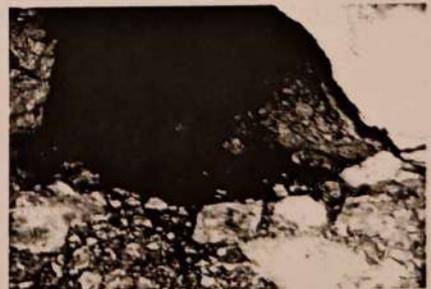
L'identificazione di una tana di orso bruno avviene grazie al rilevamento di particolari segni di utilizzo deteriorabili nel tempo e questo può precludere la possibilità di individuare siti di svernamento utilizzati nel passato. Infatti, secondo quanto riportato dai principali studi condotti (Servheen & Klaver, 1983; Camarra, 1987; Zunino, 1988; Petram *et al.*, 2004) il criterio per determinare che un sito è una tana di orso bruno è la presenza di un giaciglio.

Basandosi su questo principio, anche nel presente lavoro di tesi sono state identificate come tane tutte le cavità che al loro interno presentavano un giaciglio nelle sue tre diverse tipologie:

- **giaciglio a nido:** costituito da un cumulo di materiale vegetale di forma circolare o ovale e di diametro relazionata alle dimensioni di un orso, secondo Petram almeno superiore ai 40 cm (Petram *et al.*, 2004).



- **giaciglio a scavo:** buca priva di materiale vegetale di forma regolare, spesso tondeggiante, di dimensioni inconfondibilmente attribuibili ad un orso.



- **lettiera:** spesso strato di materiale vegetale distribuito diffusamente sul fondo della tana portato dall'esterno (foglie secche, rami, ecc.); in alcuni casi può essere associato ad un giaciglio a nido più o meno marcato.





Oltre alla presenza del giaciglio anche altri indici di presenza, possono essere riscontrati e utilizzati per avvalorare la qualificazione di una cavità come tana. Ad esempio la presenza di peli sulla volta dell'ingresso e all'interno della cavità, i graffi sulle pareti, le orme o i segni di attività di scavo sono tutti indici del fatto che un orso sia stato in quella grotta.

In seguito all'individuazione di ogni tana è stato compiuto un rilievo dettagliato delle sue caratteristiche geografiche, ambientali e dimensionali secondo quanto previsto dall'apposita scheda di campo.

Per ogni tana è stata rilevata la quota altimetrica, la pendenza del terreno circostante, l'esposizione dell'ingresso della tana e l'esposizione del versante.

Ogni cavità è stata caratterizzata secondo le dimensioni dell'ingresso (larghezza e altezza) e le dimensioni della camera (larghezza massima e minima, lunghezza massima, altezza massima e minima); il giaciglio è stato descritto secondo la tipologia, la composizione vegetale e alcuni parametri dimensionali come il diametro, lo spessore e l'altezza della volta sopra il giaciglio.

All'interno sono stati registrati altri fattori come la presenza di umidità, la presenza di fatte di orso e tracce di attività di scavo.

La posizione di ogni sito di svernamento è stata registrata su carta topografica (Carta Tecnica Provinciale della Provincia Autonoma di Trento a scala 1:10.000) e attraverso la strumentazione GPS (*Global Positioning System*) ne sono state rilevate le coordinate UTM.

Per raccogliere tutte queste informazioni è stato necessario uscire su campo con tutti gli strumenti necessari alla raccolta dei dati: rotella metrica di 20 m, bussola, goniometro, GPS, carta topografica in scala 1:10000 e scheda di campo (Fig. 4.1).

Ogni tana, nuova o già nota, è stata fotografata e per ognuna è stata fatta una descrizione accurata di come raggiungerla e individuarla.



## Rilievo e monitoraggio tane orso



Tana n°   tana nuova  
 ricontrollo

Nome tana

Zona

Coordinate UTM X:   
Y:

Località

Data  Ora

Rilevatori

Utilizzata dall'ultimo controllo  sì  
 no

Quota s.l.m.

Altri utilizzi/Note

Esposizione versante	<input type="text"/>	Escrementi orso all'esterno della tana	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no
Esposizione ingresso	<input type="text"/>	Scavo esterno alla tana	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no
Pendenza terreno circostante	<input type="text"/>	Umidità dentro la tana	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no
Ingresso: larghezza (m) altezza (m)	<input type="text"/> <input type="text"/>	Escrementi orso dentro la tana	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no
Interno tana: largh. max (m) largh. min (m) lunghezza max tot (m) altezza max (m) altezza min (m)	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	Scavo interno alla tana	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no
Giaciglio: diametro (cm) altezza sopra il giaciglio (m) spessore (cm)	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	Note:	
Lettiera (cm)	<input type="text"/>		

Firma rilevatore/i N. scheda 

Figura 4.1 Scheda di campo per il monitoraggio delle tane di orso bruno



#### 4.2.1 STAGIONE 2006

Nell'ambito di questa tesi sono state condotte due stagioni di campo, quella del 2006 è consistita in una campagna di ricerca sul territorio indirizzata principalmente al rinvenimento del maggior numero possibile di nuovi siti di svernamento e contemporaneamente al censimento delle cavità non utilizzate come tane (senza giaciglio e/o altri indici di presenza), denominate "potenziali", ma con caratteristiche dimensionali affini.

Alcune giornate sono state dedicate al monitoraggio di tane già note, al fine di rilevarne un eventuale riutilizzo durante l'inverno 2005/2006; affiancando, dove possibile ed opportuno, il ricontrollo delle tane ad un'ulteriore esplorazione delle zone limitrofe.

Considerando le aree già largamente esplorate durante le precedenti campagne, le segnalazioni relative ad avvistamenti avvenuti nel primo post-letargico e la presenza in un'area di più tane note, le esplorazioni sono state concentrate su quattro aree particolari: la Val Algona, la Val Agola, il Monte Gazza e il Monte Valandro.

Di seguito vengono riportati alcuni estratti mappa rappresentanti i percorsi effettuati all'interno delle diverse località e la conseguente area indagata.

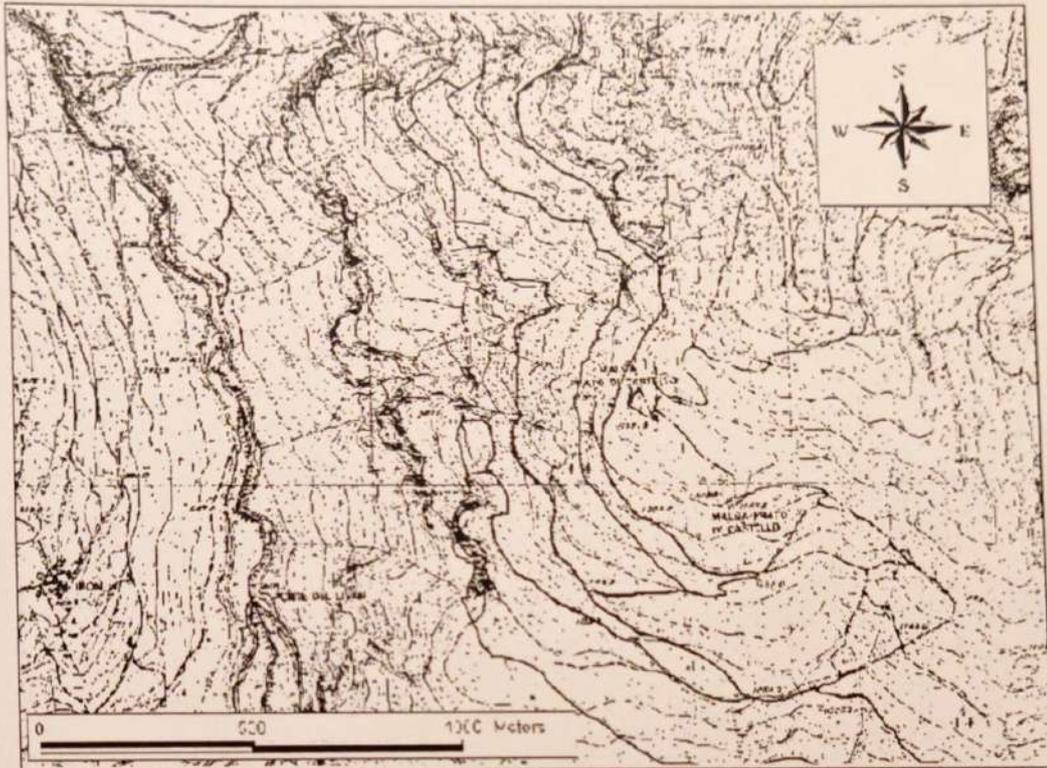


Figura 4.2 Esplorazioni versante sinistro Val Algone – località Malga Plaz



Figura 4.3 Esplorazioni settore sud Val Agola



#### 4.2.2 STAGIONE 2007

Nella stagione estiva 2007, è stato terminato il monitoraggio di tutte le tane note (già iniziato nel 2006), per verificarne possibili riutilizzi e sono state effettuate campagne mirate alla ricerca di nuovi siti, per poter ampliare la base di dati esistenti, dedicando diverse giornate all'esplorazione e ricerca opportunistica in diverse zone tra cui principalmente la Val Brenta, la Val Goslada e la Val Selvata. Inoltre si è scelto di condurre un'analisi di dettaglio di un'area campione, la Val Goslada, zona dove erano già stati individuati negli anni passati 8 siti di svernamento identificando le cavità potenzialmente fruibili come tane.

Per tutte le tane della Val Goslada, che sono state ricontrollate durante la stagione 2007 e per tutte le cavità potenziali individuate in quest'area oltre a rilevare sul luogo i parametri interni alla tana (lunghezza, larghezza, ingresso, ecc.), l'esposizione e la pendenza del terreno circostante, è stato caratterizzato l'area circostante del sito.

La scelta di studiare, con maggiore dettaglio le caratteristiche presenti nei dintorni della tana, ha come fine una migliore conoscenza di quelle che sono le caratteristiche peculiari di un sito utilizzato dall'orso per il periodo di svernamento. L'intorno di ciascuna cavità è stato valutato rilevando sul luogo le seguenti caratteristiche:

- percentuale di copertura sopra l'ingresso della tana, vale a dire quanto la vegetazione scherma l'ingresso della tana dalla luce
- le seguenti misure sono state rilevate nel raggio di 3 e 10 metri dall'ingresso della tana:

- presenza di alberi: numero e caratterizzazione
- presenza di arbusti: numero e altezza media
- copertura del suolo: strato erbaceo, lettiera, suolo, roccia
- percentuale di rocce
- altezza della parete rocciosa sopra l'ingresso.
- lunghezza della parete rocciosa a destra e sinistra dell'ingresso.



Questi parametri potrebbero, tra le altre cose, influenzare la visibilità e l'insolazione dell'entrata della tana, quindi l'isolamento termico durante la fase di letargo dell'orso.

È opportuno precisare che alcuni di questi parametri rilevati in estate possono essere diversi nella stagione pre-invernale ed invernale (ad es. la copertura della volta), ma possono comunque dare delle indicazioni sulla diversità di un sito rispetto ad un altro.

Per raccogliere queste nuove informazioni è stata predisposta una nuova scheda di campo finalizzata al monitoraggio delle tane e delle cavità potenziali della Val Goslada. Di seguito sono riportate la scheda di campo (Fig. 4.5), la foto del versante dove si trovano due tane ricontrollate nel 2007 (Fig 4.6) e la foto di una delle tane della Val Goslada (Fig.4.7).



## Rilievo e monitoraggio tane orso



Tana n°   tana nuova  
 ricontrollo

Nome tana

Zona

Coordinate UTM X:   
Y:

Località

Data  Ora

Rilevatori

Utilizzata dall'ultimo controllo  sì  no

Quota s.l.m.

Altri utilizzi/Note

Esposizione versante		Escrementi orso all'esterno della tana	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no
Esposizione ingresso		Scavo esterno alla tana	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no
Pendenza terreno circostante		Umidità dentro la tana	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no
Ingresso: larghezza (m) altezza (m)	<input type="text"/> <input type="text"/>	Escrementi orso dentro la tana	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no
Interno tana: largh. max (m) largh. min (m) lunghezza max tot (m) altezza max (m) altezza min (m)	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	Scavo interno alla tana	<input type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no
Giaciglio: diametro (cm) altezza sopra il giaciglio (m) spessore (cm)	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	Lunghezza parete rocciosa destra: sinistra:	<input type="text"/> <input type="text"/>
Lettieria (cm)		Altezza parete rocciosa sopra ingresso:	<input type="text"/>



Nel raggio di 10 m dalla tana :	Nel raggio di 3 m dalla tana :																
<input type="checkbox"/> Alberi: specie: _____ n: _____ specie: _____ n: _____ specie: _____ n: _____ specie: _____ n: _____ specie: _____ n: _____	<input type="checkbox"/> Alberi: specie: _____ n: _____ specie: _____ n: _____ specie: _____ n: _____ specie: _____ n: _____ specie: _____ n: _____																
<input type="checkbox"/> Arbusti: n: _____ h media: _____ specie: _____ specie: _____	<input type="checkbox"/> Arbusti: n: _____ h media: _____ specie: _____ specie: _____																
<input type="checkbox"/> Copertura suolo: _____ <input checked="" type="checkbox"/> strato erbaceo: h media: _____ <input checked="" type="checkbox"/> lettiera: composizione: _____ spessore: _____ <input checked="" type="checkbox"/> suolo: _____	<input type="checkbox"/> Copertura suolo: _____ <input checked="" type="checkbox"/> strato erbaceo: h media: _____ <input checked="" type="checkbox"/> lettiera: composizione: _____ spessore: _____ <input checked="" type="checkbox"/> suolo: _____																
<input type="checkbox"/> Rocce: <1% 1-5% 6-25% 26-50% 51-75% 76-95% >95% <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Rocce: <1% 1-5% 6-25% 26-50% 51-75% 76-95% >95% <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>																
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">&lt;1%</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">1-5%</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">6-25%</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">26-50%</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">51-75%</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">76-95%</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">&gt;95%</td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px solid black;">Copertura volta celeste sopra l'ingresso della tana:</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			<1%	1-5%	6-25%	26-50%	51-75%	76-95%	>95%	Copertura volta celeste sopra l'ingresso della tana:	<input type="checkbox"/>						
	<1%	1-5%	6-25%	26-50%	51-75%	76-95%	>95%										
Copertura volta celeste sopra l'ingresso della tana:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										

Firma rilevatore/i \_\_\_\_\_

N. scheda

Figura 4.5 Scheda di campo per il monitoraggio delle tane di orso bruno e delle cavità potenziale in Val Goslada usata nell'estate del 2007



Figura 4.6 Versante sinistro della Valle dello Sporeggio: in alto a destra 1 tana Marsupio, più in basso 2 tana Zeta (in giallo il percorso per raggiungerle).

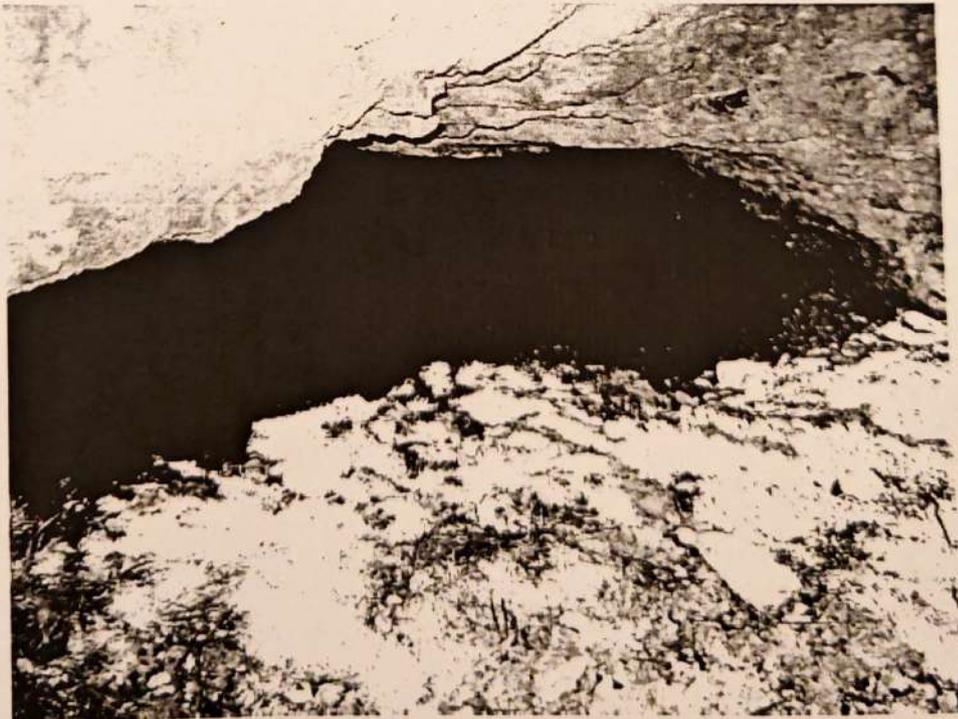


Figura 4.7 Tana 59 "Pulpito"- Val Goslada



### 4.3 I SISTEMI INFORMATIVI TERRITORIALI

Si definisce SIT un insieme di *software*, *hardware*, procedure e personale per acquisire, analizzare, gestire e restituire in forma grafica dati riferiti ad un territorio (Cortellessa *et al.*, 1994). SIT è l'acronimo italiano corrispondente all'anglosassone GIS, che sta per *Geographic Information System*.

Per gestire le informazioni spaziali mediante un SIT è necessario utilizzare una rappresentazione dei dati che sia sganciata dalla realtà fisica, attraverso la definizione di un "modello di dati". Tale modello è strutturato in maniera tale da poter accettare dati provenienti dal mondo fisico in modo da potersi adattare a qualunque combinazione presente nella realtà.

Oltre che una rappresentazione geometrica degli oggetti presenti nella realtà ("entità"), un SIT è in grado di mantenere e gestire tutte le informazioni concernenti le reciproche relazioni posizionali che intercorrono tra le rappresentazioni grafiche dei dati.

Perciò in un SIT gli elementi naturali sono strutturati secondo criteri topologici, considerando parametri quali l'adiacenza, la connessione o l'inclusione di un elemento all'interno di un altro. I dati descrittivi dei singoli oggetti reali (definiti "attributi") non sono immediatamente visibili come su di una normale carta topografica, ma sono visibili a richiesta dell'operatore e comunque collegati agli elementi grafici presenti. In tal modo possono essere integrati tre differenti tipi di informazione: geometria, topologia ed attributi, collegando a ciascun elemento la propria posizione entro un dato sistema di riferimento. Non sempre, infatti, si archivia la coppia di coordinate dell'oggetto, ma una serie di coppie o un vertice. Ciò che distingue i SIT rispetto ad altri sistemi di rappresentazione della realtà, come i CAD (*Computer Aided Design*), è la capacità di gestire i rapporti tra entità geometriche ed i loro attributi, in un contesto non solo puramente spaziale ma anche topologico.



Una volta definito il sistema di riferimento ed il modello dei dati, la realtà del terreno viene rappresentata attraverso strati informativi ognuno dei quali contiene le informazioni relative ad un dato tematismo, nel formato più adatto allo stesso: vettoriale, raster o grid (Cortellessa *et al.*, 1994).

I dati vettoriali sono informazioni geometriche memorizzate attraverso le coordinate dei punti significativi degli elementi stessi. In genere si tratta di dati provenienti da digitalizzazione manuale di mappe, da rilievi topografici o sul campo, da sistemi di posizionamento satellitare (*Global Positioning System*, GPS).

I dati in questo formato risultano essere molto adatti a rappresentare strutture discontinue e complesse sul terreno come strade, edifici, corpi idrici, categorie di uso del suolo, ecc.

La rappresentazione vettoriale dei dati segue con elevata fedeltà le caratteristiche del territorio rappresentato ed immagazzina tali dati in forma estremamente compatta. Consente inoltre misure di superficie, lunghezza e analisi topologiche.

I dati raster sono dati memorizzati tramite la creazione di una griglia regolare in cui ad ogni cella (assimilabile ad un pixel) viene assegnato un valore alfanumerico che rappresenta un attributo. Dati di questo tipo provengono da fonti quali foto aeree digitalizzate o immagini ottenute da sensori su piattaforma aerea o satellitare. Questo formato di dati risulta ben adatto alla rappresentazione di variabili continue sul territorio, come ad esempio la pendenza, l'insolazione o la piovosità. Una porzione di territorio rappresentata in formato raster occupa una quantità di spazio notevolmente superiore a quella occupata dalla sua rappresentazione vettoriale, in quanto vengono immagazzinati anche elementi che non apportano ulteriore informazione, o costituiscono elementi di ridondanza: ad esempio, un'area omogenea, che in formato vettoriale verrebbe rappresentata da un singolo poligono, in formato raster è rappresentata mediante numerosi pixel. I vantaggi della rappresentazione raster consistono nella possibilità di effettuare analisi di vicinanza tra pixel confinanti e nel porre a disposizione una rappresentazione discretizzata del territorio, indispensabile per processi di simulazione



matematica e modellistica.

I dati in formato grid sono affini al formato raster, ma con alcune sostanziali differenze.

Il nome stesso del formato di dati lascia intendere l'organizzazione dei dati come elementi discreti basati su di una griglia a maglia regolare, del tutto identica al modello di rappresentazione raster. La principale differenza fra dati raster e dati grid consiste nel fatto che nel caso di un'immagine raster le informazioni concernenti lo strato informativo possono essere codificate su più livelli, ovvero un pixel in una rappresentazione raster può contenere attributi riferibili a strati informativi differenti, mentre uno strato informativo grid consente di utilizzare una ed una sola tipologia di attributo. L'unità elementare di una rappresentazione grid è denominata cella (grid cell).

Un SIT è in grado di mettere in relazione tra loro ingenti quantità di dati diversi, sulla base del loro comune riferimento spaziale, offrendo nuove informazioni a partire dalla combinazione dei dati esistenti. Con questo strumento si ha quindi la possibilità di associare e confrontare tra loro le informazioni contenute nei diversi strati informativi che lo compongono.

Le principali operazioni effettuate in questo lavoro di tesi, mediate SIT, sono state realizzate mediante le seguenti funzionalità:

- overlay topologico: funzionalità che opera su strati informativi diversi, ne integra le informazioni e alla fine genera un nuovo strato informativo dove ogni elemento eredita tutti gli attributi provenienti dai precedenti;
- buffering: operazione che consente di definire un area di rispetto intorno ad elementi geografici costituenti un tematismo. Per area di rispetto si intende, fissata una distanza  $d$ , l'insieme dei punti che distano al massimo  $d$  dal limite dell'elemento considerato;
- spatial query : i SIT permettono di effettuare interrogazioni (query) interattive



sui dati visualizzati per individuare elementi che rispondano a particolari requisiti; in generale, le possibili interrogazioni permettono di evidenziare gli attributi posseduti da una particolare entità territoriale, oppure individuare in quali zone del territorio indagato si riscontrano determinate proprietà;

- **analisi spaziale:** il processo di derivare informazioni dall'elaborazione dei dati può avvenire sia graficamente (come nel caso dell'overlay), sia attraverso misurazioni, interpolazioni, derivazione di parametri statistici, elaborazione di grafici, applicazione di modelli previsionali, anche grazie alla possibilità di accedere a database esterni. Il risultato di queste operazioni può essere organizzato in tabelle o direttamente in mappe tematiche, creando così nuovi strati informativi;
- **map algebra:** è un'estensione dell'algebra matriciale che permette di analizzare i dati geografici strutturati nel formato grid; in questo formato, infatti, gli strati tematici sono essenzialmente delle matrici bidimensionali e come tali possono essere analizzati. Alle normali operazioni di algebra matriciale, quali operazioni aritmetiche (somme, prodotti ecc. tra matrici), accumulative (somme, prodotti di tutti i valori di una matrice) e di assegnazione (porre tutti gli elementi di una matrice uguali ad un valore), la map algebra associa dei qualificatori che definiscono il campo di applicabilità dell'algebra matriciale, definendo così quattro categorie di funzioni: locali, focali, zonali e globali.

#### **4.3.1 I DATI CARTOGRAFICI**

Mediante l'ausilio di un SIT, è stata effettuata una caratterizzazione ambientale dei siti di svernamento, rilevando parametri morfologici, geologici e vegetazionali; sono state poi individuate potenziali fonti di disturbo, identificate in diverse strutture antropiche, e valutate le influenze delle stesse.

Dopo la costruzione di uno strato informativo rappresentante i "punti tana" e i "punti non tana", ossia i punti corrispondenti alle coordinate geografiche sia dei siti utilizzati per lo svernamento che di quelli potenziali rilevati durante le indagini di campo, sono stati aggiunti al SIT altri particolari strati informativi relativi a



specifiche cartografie digitali (tab.4.1). Successivamente, con l'interrogazione ed una rielaborazione, mediante le funzionalità precedentemente esposte, è stato possibile determinare le caratteristiche utili al lavoro di analisi.

Tabella 4.1 Parametri rilevati tramite SIT

PARAMETRO	FONTE CARTOGRAFICA
Quota altimetrica (m. s.l.m.)	DTM della Provincia Autonoma di Trento (10m)
Esposizione (gradi) del versante in un buffer di 500m intorno alla cavità	Carta delle esposizioni derivata da DTM della Provincia Autonoma di Trento
Pendenza (gradi) del versante	Carta delle pendenze derivata da DTM della Provincia Autonoma di Trento
Radiazione diretta	Carta della radiazione solare derivata da DTM della Provincia Autonoma di Trento
Classi vegetazionali	Carte dell'uso del suolo e assestamento forestale della Provincia Autonoma di Trento
Temperature medie notturne e diurne di gennaio e febbraio	Carte climatiche ottenute dalla Fondazione Bruno Kessler
Precipitazioni	Carte climatiche" della Provincia Autonoma di Trento
Distanze da corpi d'acqua, copertura arborea, impianti a fune, prati e pascoli, piste da sci, rete viaria, fiumi	Tematismi derivati dalle basi cartografiche vettoriali della Provincia Autonoma di Trento



#### 4.4 ANALISI STATISTICA DEI DATI

L'insieme delle informazioni ottenute attraverso le diverse procedure di campionamento è stato codificato, a seconda del parametro espresso, in variabili di tipo numerico o variabili nominali, ed organizzato in un'unica matrice di dati.

Il primo passo nell'analisi statistica ha previsto il calcolo, per tutte le variabili dimensionali delle 59 tane considerate, dei parametri statistici di base (media e deviazione standard), per avere un quadro descrittivo medio di tutte le tane conosciute.

Successivamente, al fine di valutare ogni possibile relazione esistente tra i diversi fattori, è stato eseguito uno screening tra tutti i possibili boxplot (grafico rappresentante la distribuzione e la dispersione di una variabile), generati classificando ciascuna variabile numerica nei confronti dell'utilizzo o meno di ciascuna cavità esplorata.

Inoltre, è stato necessario convertire alcune variabili numeriche, espresse in gradi, in variabili circolari, come ad esempio l'esposizione dei versanti e dell'ingresso delle cavità e la pendenza del terreno circostante. Tali variabili sono state analizzate mediante il Test U2 di Watson: procedura statistica che consente di determinare l'esistenza di eventuali differenze significative tra due campioni di dati circolari. Il tipo di differenza individuata è relativa all'orientamento medio, in analogia con l'analisi della varianza. Il test di Watson è stato utilizzato per valutare le possibili differenze esistenti tra le variabili di tipo circolare relative alle due diverse classi di cavità (usata, non usata).

Infine, tra tutti i parametri dimensionali e ambientali è stata effettuata un'analisi della varianza (ANOVA) per determinare quali parametri siano statisticamente significativi nei confronti delle due diverse classi di cavità (usata, non usata).



## 4.5 MODELLO DI VALUTAZIONE AMBIENTALE

I modelli di valutazione ambientale (MVA) nascono con il preciso scopo applicativo di classificare il territorio in funzione della sua idoneità per quanto riguarda una data specie animale, possono quindi essere utilizzati come strumenti di supporto decisionale per lo sviluppo di strategie gestionali più consapevoli e mirate, oltre a fornire gli strumenti predittivi adatti all'orientamento della gestione stessa (Preatoni *et al*, 1997). Un MVA consiste essenzialmente in una o più funzioni matematiche che permettono di tradurre la complessità ambientale, riassunta da differenti variabili (input), in una semplice scala di punteggi (output) che esprime l'idoneità dell'ambiente per la specie. Tali funzioni vengono elaborate per mezzo di tecniche statistiche; secondariamente, mediante SIT, è possibile integrare la modellistica con dati ambientali georeferenziati e caratterizzare il territorio. Attraverso un modello di valutazione ambientale è quindi possibile determinare quale sia la distribuzione e la grandezza delle aree idonee ad una data specie sull'intero territorio analizzato e quale sia il gradiente di idoneità ambientale all'interno delle aree di presenza potenziale della specie (Preatoni & Pedrotti, 1997). Il fondamento della tecnica su cui si basa la realizzazione di un modello è il seguente: partendo dall'ipotesi che la presenza della specie rilevata in una o più aree campione di un territorio sia da mettere in relazione con le caratteristiche ambientali di quella porzione di territorio, è possibile indagare e soprattutto quantificare la natura di questa relazione, ed utilizzare così queste informazioni per predire la potenziale presenza della specie in tutto il resto del territorio. In questo lavoro si è cercato di individuare quale sia la relazione esistente tra il dato uso-non uso della cavità e le caratteristiche ambientali del territorio e costruire, in questo modo, un modello di valutazione ambientale capace di individuare all'interno del territorio del Trentino occidentale quali siano le aree in cui è più alta la probabilità di presenza di un sito utilizzato dall'orso per il periodo di svernamento.



## 4.6 ANALISI DI REGRESSIONE LOGISTICA

L'analisi statistica utilizzata per individuare la funzione esistente tra l'insieme di variabili indipendenti, che descrivono gli oggetti studiati (parametri ambientali) e la variabile dipendente (utilizzo tana), è l'analisi di regressione logistica (ARL).

L'ARL è una metodologia utilizzata definendo la variabile dipendente come una variabile in grado di assumere esclusivamente due valori (variabile dicotomica) mentre le altre variabili prese in considerazione possono anche essere continue.

Ponendo tali valori pari rispettivamente a 0, se la cavità non è stata ancora utilizzata, e a 1, se è stata utilizzata, è quindi possibile stimare la probabilità che un evento (utilizzo della tana) accada in base al seguente modello:

$$Y = (\text{prob. evento}) = e^z / 1 + e^z$$

dove

$$Z = B_0 + B_1 X_1 + \dots + B_i X_j$$

$B_n$  sono i coefficienti standardizzati delle variabili indipendenti e  $X_n$  i loro valori.

La probabilità dell'evento è calcolata in base ai valori assunti dalle variabili indipendenti. Per selezionare le variabili ambientali che intervengono nell'equazione finale viene normalmente utilizzata la procedura forward stepwise che, dato un insieme di  $n$  variabili indipendenti (variabili ambientali), comporta l'aggiunta successiva e sequenziale di ciascuna variabile al modello in una serie di passaggi. Ognuno viene saggiato con i test della massima verosimiglianza, del -2LL (-2 Log Likelihood) mediante il calcolo del criterio di informazione di Akaike (AIC) (Burnham & Anderson, 2004). L'apporto di ogni variabile, ovvero la stima del contributo di ciascuna variabile nella determinazione delle qualità dell'habitat, è dato dal valore della correlazione  $R$  tra la variabile in questione e la variabile dipendente e dal rapporto tra la probabilità che l'evento accada e la probabilità complementare che non accada, denominato Odds Ratio o  $\text{Exp}(B)$ .



Un valore positivo di  $R$  indica che valori crescenti di quella variabile aumentano la probabilità che l'evento accada, un valore di  $R$  negativo indica che valori crescenti di quella variabile diminuiscono tale probabilità. Il valore assoluto di  $R$  indica pertanto l'intensità e il segno del contributo di una data variabile al modello. Se  $\text{Exp}(B)$  è maggiore di 1 aumentano le probabilità che l'evento accada, viceversa se minore di 1.



## 4.7 ANALISI DELLA CURVA ROC

Il risultato di un modello di regressione logistica è una serie di valori, compresi tra 0 e 1, che esprimono la probabilità che in una particella di territorio (caratterizzata da determinate variabili) sia o meno presente un sito di svernamento. Un simile risultato è spesso di difficile interpretazione e risulta di più immediata lettura se riclassificato in termini di due sole possibilità: presenza e assenza. È necessario quindi individuare un valore che consenta di suddividere, in modo non arbitrario, il campo di variazione continua dei risultati ottenuti dall'ARL in due singole classi di giudizio dicotomico.

L'identificazione di questo valore-soglia (cut off) è stato effettuato mediante l'analisi della curva ROC (Receiver Operating Characteristic).

Una curva ROC per definizione è una rappresentazione grafica della proporzione di falsi positivi (1-specificità) rispetto alla proporzione di veri positivi (sensibilità), al variare del valore di soglia; essa permette quindi di analizzare i rapporti tra sensibilità e specificità di un modello previsionale per una gamma di differenti valori di cut off.

Pur essendo il valore di cut off critico ai fini decisionali, non esiste a priori una soglia di taglio ottimale, ogni variazione del valore adottato coincide con una variazione contemporanea e in direzioni opposte della sensibilità e della specificità del modello. La determinazione del miglior punto di cut off deve essere quindi individuata massimizzando uno dei due parametri.

Per un modello in cui viene valutata la probabilità che una specie sia o meno presente in un determinato territorio, ai fini della sua tutela è preferibile massimizzare la probabilità di compiere errori del primo tipo (falsi positivi), ossia prevedere erroneamente la presenza in aree dove essa non sia effettivamente presente. Il miglior cut off corrisponde quindi al valore in corrispondenza del quale è massima la sensibilità.

Attraverso l'esame della curva ed il calcolo dell'area ad essa sottesa (AUC, Area



Under the Curve), è possibile inoltre valutare la performance del modello previsionale. L'AUC rappresenta infatti la misura dell'accuratezza della predizione ottenuta con il modello.

Per quanto riguarda l'interpretazione del valore di AUC, può essere considerata la classificazione della capacità discriminante di un modello, proposta da Swets (1998):

- AUC = 0,5 : modello non informativo;
- $0,5 < \text{AUC} < 0,7$ : modello poco predittivo;
- $0,7 < \text{AUC} < 0,9$ : modello moderatamente predittivo;
- $0,9 < \text{AUC} < 1,0$ : modello altamente predittivo;
- AUC = 1,0: modello perfetto.

#### 4.7.1 SAMPLING PER LA REGRESSIONE LOGISTICA

Il sampling propedeutico alla regressione logistica si è basato sul campionamento delle variabili ambientali rilevate nei punti di "tana" e nei punti di "cavità non usata".

I punti "tana" sono ovviamente individuati dalle coordinate relative ai 59 siti di svernamento localizzati durante le indagini di campo. Per quanto riguarda i punti "cavità non usata", questi corrispondono alle 72 cavità dove non è stato riscontrato alcun uso da parte dell'orso. Secondo quanto affermato da Radeloff *et al.* (1999), il punto cruciale nella modellazione della fauna risulta essere la capacità di valutare correttamente le relazioni specie-habitat alla scala di percezione della specie. Per uno sviluppo corretto del modello, è necessario quindi che la definizione dell'area campione, entro la quale caratterizzare le cavità, sia effettuata individuando quanto più correttamente possibile il territorio all'interno del quale l'orso ha effettuato la scelta di allocazione o non allocazione della tana.

In un recente studio (Corn, 2007), è stato evidenziato come gli orsi concentrino i loro sforzi nella ricerca delle risorse in un'area che va dai 5 ai 10 chilometri di raggio. In base a queste considerazioni, si è scelto di individuare l'area campione



creando un buffer di 5 km attorno ai punti "cavità", che siano stati usati oppure no. Secondo quanto stabilito dallo studio di Corn, quest'intorno definisce l'area minima che un orso deve aver presumibilmente perlustrato nella ricerca del miglior sito dove posizionare la propria tana.

L'insieme di questi punti (cavità usate e non usate) è stato campionato in relazione a tutti gli strati informativi, in formato grid, relativi alle diverse variabili indipendenti considerate.

Attraverso questo procedimento, è stata ottenuta una matrice di dati che ad ogni punto associa la serie di valori corrispondenti alle variabili adottate.

Nella Tabella 4.2 sono elencate tutte le variabili ambientali che sono state utilizzate per compiere l'analisi di regressione logistica e in figura 4.8 sono rappresentate alcune delle variabili ambientali usate.

Successivamente, ottenuta l'equazione logistica del modello, lo stesso set di strati informativi è stato indagato e rielaborato, producendo un nuovo strato informativo che rappresenta la mappa di probabilità di presenza di una tana di orso bruno.



Tabella. 4.2 Variabili ambientali e sigle corrispondenti

SIGLA	VARIABILE
EF_500	Frequenza esposizione piana
EN_500	Frequenza esposizione nord
ENE500	Frequenza esposizione nord-est
EE_500	Frequenza esposizione est
ESE500	Frequenza esposizione sud-est
ES_500	Frequenza esposizione sud
ESO500	Frequenza esposizione sud-ovest
EO_500	Frequenza esposizione ovest
ENO500	Frequenza esposizione nord-ovest
DTM	Quota
SLOPE	Pendenza in gradi
SFLUX	Radiazione solare diretta
ECOTONO	Indice di ecotonalità
SHANNON	Indice di Shannon
Cor9_324	% arbusteti, 18 ha
Cor9_311	% latifoglie, 18 ha
Cor9_312	% conifere, 18 ha
Cor9_313	% misti, 18 ha
D_ACQ	Distanza da corpi d'acqua
D_ARB	Distanza da aree a copertura arborea
D_FUN	Distanza da impatti a fune
D_PRAPAS	Distanza da prati e pascoli
D_SCI	Distanza da pascoli con piste da sci
D_STR	Distanza dalla rete viaria
DIST_FU	Distanza dai fiumi
FBP9	Frammentazione bosco/pascolo, 150m
H9_05; H9_06; H9_09; H9_14	Uso del suolo: faggete, abetine, peccete, pascolo
STR9_02; STR9_03	Fustaia: % struttura disetanea, % struttura irregolare, 18 ha
T_ACC	Tempi d'accesso
T01D	Temperatura diurna integrata di gennaio
T01N	Temperatura notturna media di gennaio
T02D	Temperatura diurna integrata di febbraio
T02N	Temperatura notturna media di febbraio
TMED	Temperatura media interpolata
TMIN	Temperatura minima interpolata di gennaio
H9PAS	Uso del suolo: pascoli a bassa quota
PREC	Precipitazioni
TMEDQ	Temperatura media per quadrimestre

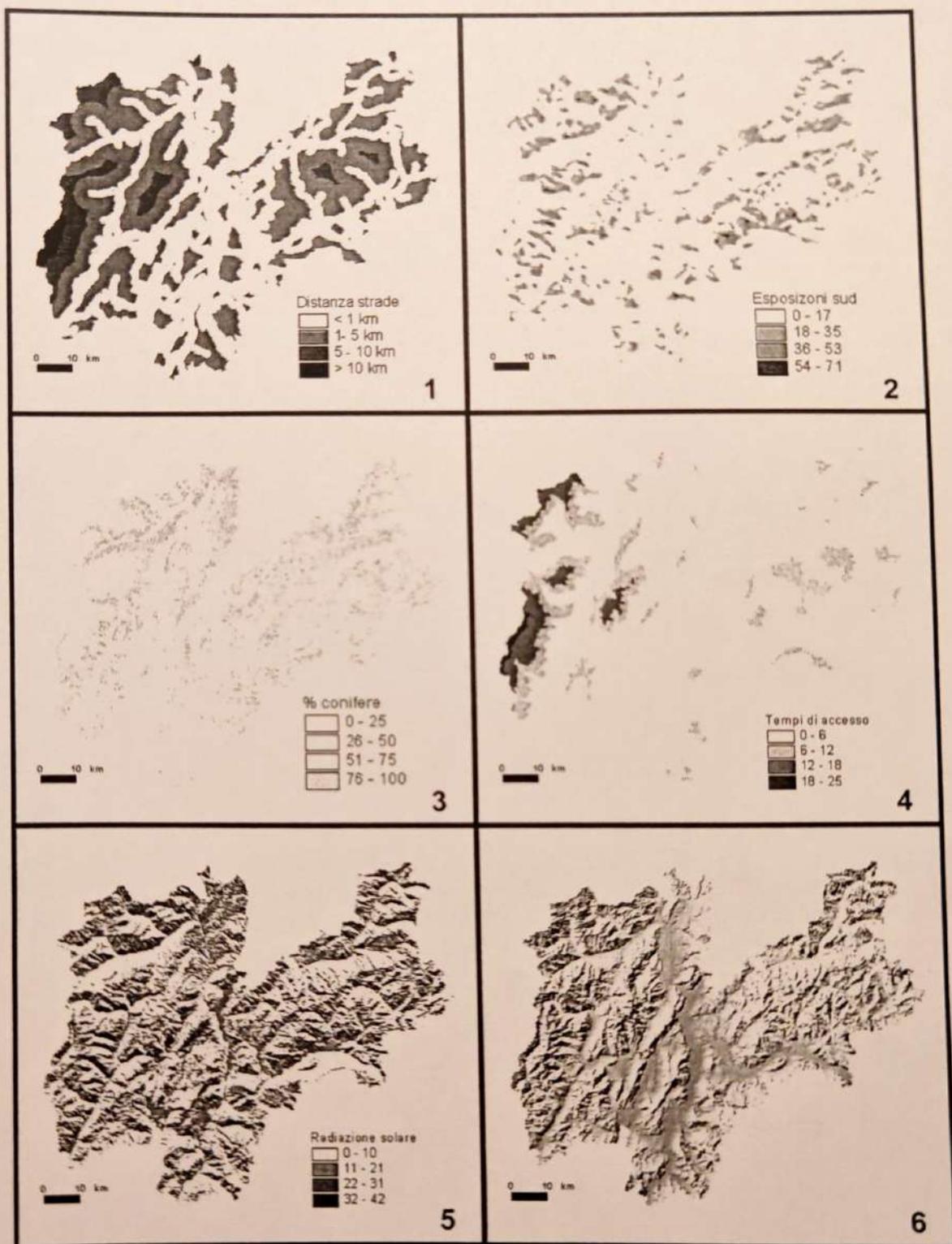
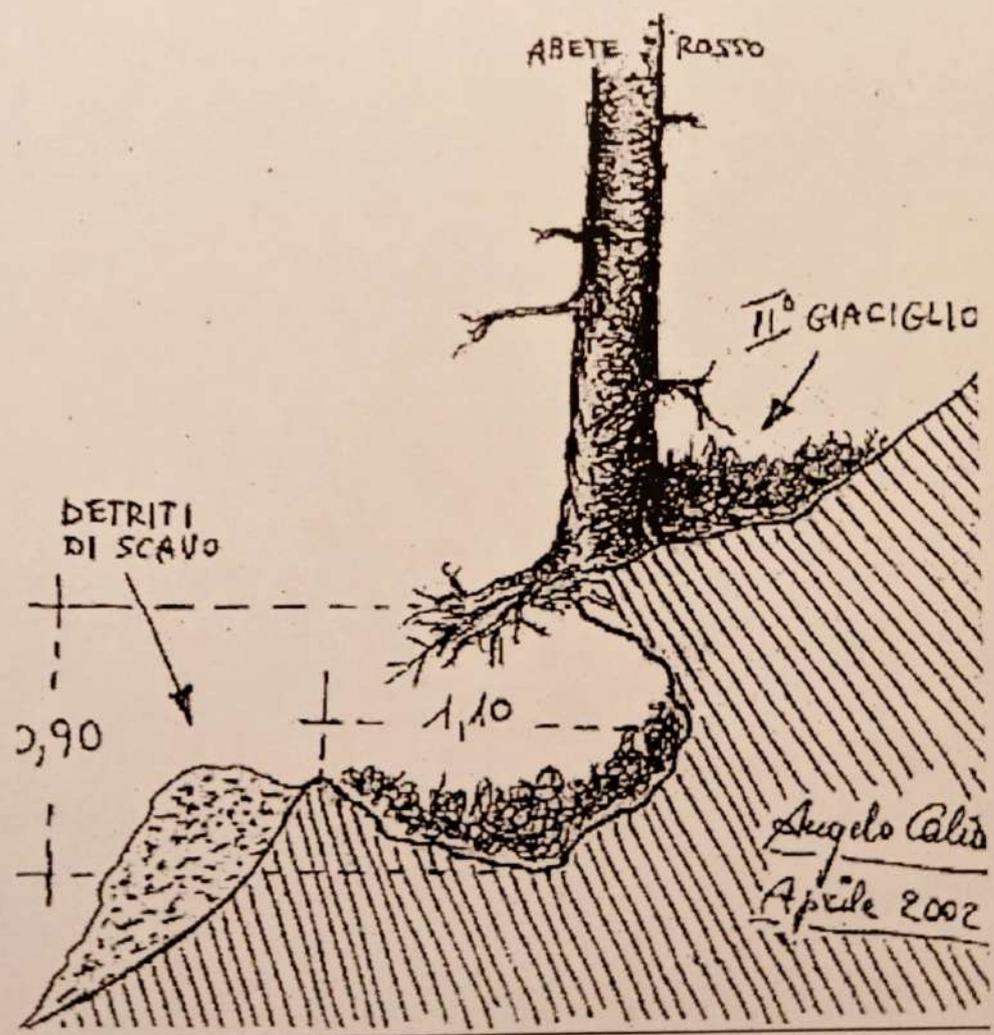


Figura 4.8 Alcune delle variabili ambientali utilizzate per la ARL: 1. Distanza da strade; 2. Esposizione versanti verso sud; 3. % Conifere; 4. Tempi di accesso; 5. Radiazione solare; 6. Quota altimentrica.

## 5. RISULTATI E DISCUSSIONE





## 5. RISULTATI E DISCUSSIONE

### 5.1 DESCRIZIONE DELLE CAVITA'

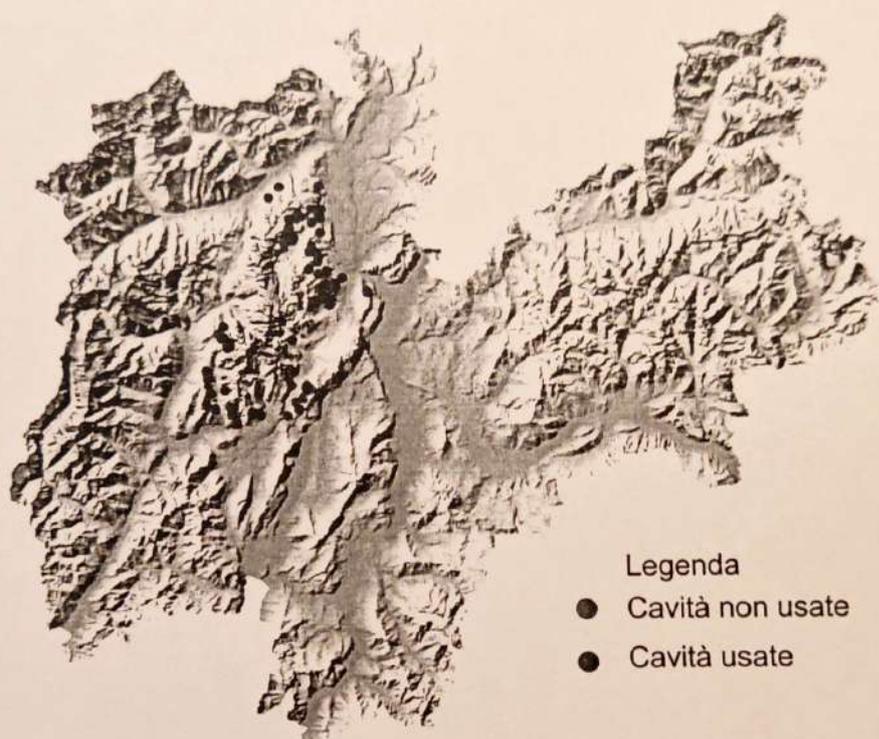


Figura 5.1 Distribuzione delle cavità usate e non usate nel territorio del Trentino occidentale

Tutte le ricerche condotte durante le stagioni 2006-2007, unitamente ai ritrovamenti degli anni precedenti, hanno permesso di individuare un totale di 59 siti di svernamento di orso bruno e 72 cavità potenziali nel territorio del Trentino occidentale (Fig.5.1). Le cavità sono distribuite all'interno dell'area di studio: dalla Val di Sole, lungo tutta la porzione del gruppo delle Dolomiti del Brenta e sulla Paganella fino al Fausior. Si è potuta documentare un'elevata concentrazione di tane nella Val di Tovel e nella Val dello Sporeggio. La maggior parte dei siti è situata all'interno dell'area del Parco Naturale Adamello Brenta, solo 19 siti risultano esterni al Parco.

Il campione di dati riguardanti le cavità utilizzate dall'orso per lo svernamento è



stato, per prima cosa, utilizzato per caratterizzare i rifugi invernali a livello strutturale. Poi, attraverso un confronto con le cavità potenziali monitorate, è stato possibile realizzare un modello probabilistico che, presentato in forma cartografica, consente di individuare all'interno del territorio del Trentino occidentale quali siano le aree in cui è più alta la probabilità di presenza di un sito utilizzato dall'orso per il periodo di svernamento.

### 5.1.1 TIPOLOGIA E DIMENSIONI

#### ● Cavità usate

La tipologia di tana prescelta dagli orsi bruni europei è quella rappresentata da cavità rocciose naturali (Camarra, 1987; Clevenger *et al.*, 1987; Caliani *et al.*, 1996; Petram *et al.*, 2004). Anche la popolazione trentina, da quanto emerso dai dati raccolti in questo lavoro, mostra una spiccata preferenza per questo tipo di tana; infatti, la quasi totalità è rappresentata da cavità naturali. Solo un caso su 59 è invece rappresentato da una tana completamente scavata nel terreno dall'animale, sotto l'apparato radicale di un abete rosso (fig. 5.2). Lo scarsissimo rinvenimento di quest'ultimo tipo di tane può essere spiegato considerando due diversi fattori. In primo luogo deve essere considerata l'alta disponibilità di cavità naturali che un territorio carsico, come quello in esame, offre. L'orso, ottimo esploratore e fruitore del territorio, può infatti trovare sufficienti i rifugi che l'area mette naturalmente a disposizione e non essere indotto a scavarne di nuovi. In secondo luogo deve

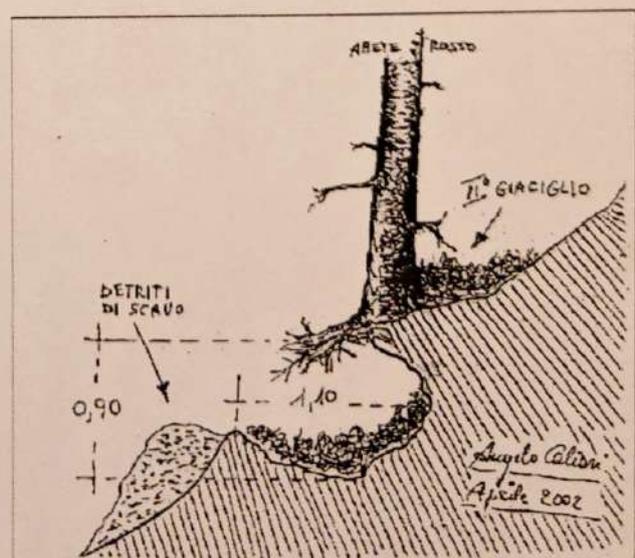


Figura 5.2 Rilievo tana n°36 (Caliani, 2002)



essere considerato un possibile errore di campionamento: la metodologia di ricerca utilizzata può, infatti, aver favorito il rinvenimento di tane situate in cavità naturali, perché più facilmente localizzabili e perché maggiormente persistenti nel tempo.

I principali parametri dimensionali interni alle cavità, rilevati nei siti di svernamento oggetto di questo studio, sono i seguenti:

- dimensioni dell'ingresso: larghezza e altezza;
- dimensioni interne: lunghezza, larghezza massima e minima, altezza massima e minima;
- diametro giaciglio, spessore giaciglio e altezza sopra il giaciglio;
- presenza di condensa, indici di elevata umidità del sito;

Data la predisposizione dell'orso trentino ad utilizzare principalmente le cavità che naturalmente il territorio offre, e considerando la natura carsica delle stesse, le caratteristiche strutturali rilevate all'interno delle 59 tane invernali sono state tra le più svariate. Originare dall'azione modellante del tutto incontrollata dell'acqua, le cavità carsiche utilizzate per lo svernamento presentano sviluppi longitudinali particolarmente difformi tra loro. Tra i diversi parametri, quello che presenta la più alta variabilità è la profondità (D.S. 6,3), per la quale si registrano alcuni valori particolarmente estremizzati pari a 20 m, 26 m, fino ad un massimo di 35 m. Nella maggior parte delle cavità, la profondità varia comunque in un range decisamente più ridotto, tra i 2 e i 5 m.

Le dimensioni medie delle cavità sono 6,2 m per la profondità, 2,83 m per la larghezza e 1,3 m per l'altezza. Le dimensioni degli ingressi delle tane sono maggiormente caratterizzanti, soprattutto per quanto riguarda l'altezza. I dati raccolti evidenziano un'entrata con valori medi particolarmente ridotti pari a 0,72 m (D.S. 0,52) per l'altezza e a 2,03 m (D.S. 1,51) per la larghezza. Dimensioni del tutto paragonabili a quelle rilevate negli studi effettuati in Francia (altezza media pari a 0.87 m, secondo Camarra, 1987) ed in Slovenia (altezza media pari a

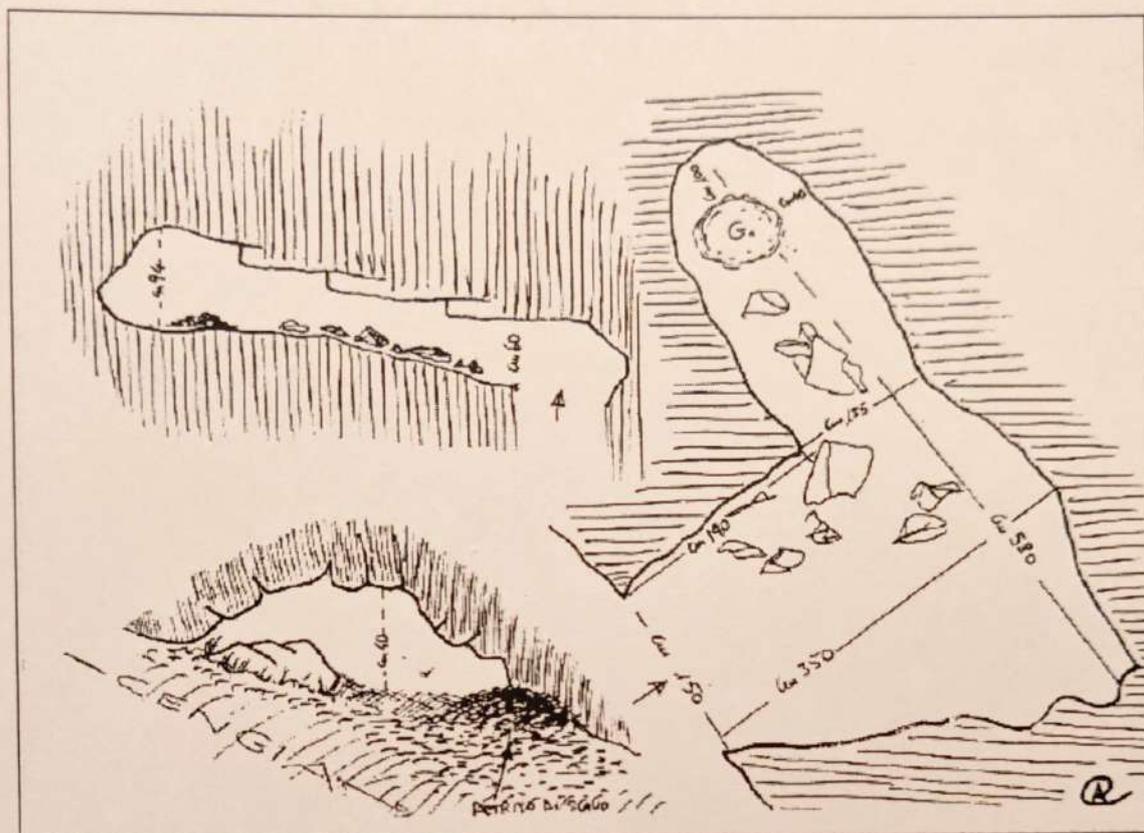


Figura 5.3 Rilievo tana n°1 (Caliari, 2004)

0,59 m, secondo Petram *et al.*, 2004). Inoltre, questi dati sono in perfetta continuità con i risultati ottenuti da Ghirardi (2006) sui 51 siti conosciuti fino all'ottobre del 2006. Secondo quanto espresso in letteratura (Caliari *et al.*, 1996), questa caratteristica, unitamente al fatto che spesso gli ingressi risultano mimetizzati dalla vegetazione, risulta essere favorevole allo svernamento in quanto limiterebbe la dispersione di calore all'esterno della tana e favorirebbe l'occlusione dell'apertura da parte del manto nevoso.

### Giacigli

L'analisi descrittiva dei giacigli è stata realizzata solo per 44 siti di svernamento in quanto, nei restanti 15 casi, l'elevato grado di degradazione del materiale presente all'interno della cavità non ha permesso di definire con assoluta certezza quale tipo di giaciglio caratterizzasse la tana al momento del suo utilizzo.



Tra i giacigli rilevati, la tipologia preferita dagli orsi trentini è quella del "giaciglio a nido" mentre la lettiera ed il semplice scavo sono meno utilizzati.

La preferenza per il "nido" può essere dovuta al fatto che questa tipologia garantisce un miglior isolamento dal terreno e quindi una più confortevole permanenza nella tana durante i lunghi mesi invernali.

Secondo Daldoss (1981) sembra che le femmine curino maggiormente la preparazione dei giacigli, in quanto su di questo partoriscono od ospitano i piccoli nati l'inverno precedente.

Tra i casi studiati, in quattro tane notoriamente utilizzate per il parto è stata effettivamente riscontrata una particolare abbondanza di materiale: in esse sono stati rinvenuti ampi giacigli a nido associati ad una folta lettiera sparpagliata su tutto il fondo della cavità.

Per quanto riguarda i giacigli a scavo, Couturier (1954) ipotizza invece che il loro utilizzo sia legato a condizioni di emergenza (ad esempio in seguito ad improvvisi spostamenti dovuti a disturbi), quando l'animale non dispone del tempo, dei materiali, e della tranquillità necessari per l'approntamento del nido.

Il rilievo dei parametri dimensionali è stato effettuato unicamente per i giacigli a nido e solo per quelli ancora ben strutturati. I "nidi" che sono stati rilevati presentano una forma tendenzialmente rotondeggiante con diametri che variano da 1,70 m a 0,70 m e spessori tra i 50 cm e i 10 cm, con dimensioni medie pari a 0,93 m (D.S. 0,24) di diametro e 0,18 m (D.S. 0,11) di spessori. L'altezza sopra il giaciglio è in media di 1,1 m (D.S. 0,70), questa rappresenta spesso il punto più alto della tana. Infatti, le altezze massime interne sono mediamente pari a 1,2 m (D.S. 0,97).

Il materiale con il quale sono stati costituiti i giacigli a "nido" è rappresentato principalmente da specie erbacee, eriche, fogliame o rami di varie piante arboree ed è in relazione alla fitocenosi presente all'esterno della tana. La stretta corrispondenza tra i materiali che costituiscono il giaciglio e la disponibilità ambientale del luogo, riscontrata anche da Clevenger *et al.* (1987), indica che non esistono

specie per le quali l'orso compia una particolare selezione.

● **Cavità non utilizzate**

Le 72 cavità potenziali, cioè non ancora utilizzate dall'orso, sono anch'esse collocate all'interno dell'area di studio, e anche per questi siti sono stati rilevati i seguenti parametri dimensionali precedentemente citati ad esclusione dei dati relativi ai giacigli.

Le dimensioni medie delle cavità sono pari a 4,5 m (D.S. 3,7) per la profondità, 3,15 m (D.S. 1,92) per la larghezza e 1,4 m (D.S. 1) per l'altezza. I valori medi dell'ingresso delle cavità sono risultati pari a 1,1 m (D.S. 1,02) per l'altezza e a 2,6 m (D.S. 1,8) per la larghezza. Queste cavità non presentavano alcun segno di utilizzo da parte dell'orso, quindi non vi è stato trovato all'interno un giaciglio, ma sono state monitorate come potenzialmente utilizzabili poichè situate nelle aree circostanti le vere tane e, come visto, non si discostano molto dalle loro dimensioni medie (Fig.5.4).



Figura 5.4 Ingresso cavità non usata "Tibia", Val Goslada



### 5.1.2 CARATTERISTICHE AMBIENTALI

Per poter caratterizzare da un punto di vista ambientale tutte le cavità sono stati analizzati i seguenti parametri:

- quota altimetrica
- esposizione del versante
- esposizione dell'ingresso
- pendenza del terreno circostante l'ingresso

#### Quota

Le 59 tane sono collocate in una fascia altitudinale medio alta: le quote rilevate variano tra i 520 e i 1960 m s.l.m., con un valore medio pari a 1400 m s.l.m. Le medie altitudinali delle 72 cavità si aggirano intorno a 1430 m s.l.m..

Ciò rafforza il confronto effettuato da Ghirardi (2006) tra la distribuzione altitudinale dei 51 rifugi invernali con la distribuzione relativa a indici di presenza rinvenuti durante il resto dell'anno (da Daldoss, 1981), quest'analisi evidenzia come l'orso tenda a posizionare la tana in piani altitudinali più alti (montano e subalpino) rispetto a quelli solitamente frequentati durante la "stagione attiva".

La differenza può essere spiegata valutando le differenti esigenze ecologiche che il plantigrado mostra nei diversi periodi dell'anno. Durante le stagioni calde, la frequentazione dei piani pedemontano e submontano è legata essenzialmente ad esigenze di tipo alimentare, in essi probabilmente l'orso ritrova specie vegetali più appetibili, nonché eventuali coltivi. Per lo svernamento, invece, le quote più elevate potrebbero essere maggiormente gradite perché capaci di garantire una maggiore tranquillità ed isolamento da possibili fonti di disturbo. La stessa preferenza altitudinale è stata evidenziata negli studi effettuati su altre popolazioni europee (Pirenei e Monti Cantabrigi), in base ai quali i siti sarebbero generalmente collocati a quote variabili tra i 1000 e i 1800 m s.l.m.. Data la notevole differenza fra gli ambienti montani, la situazione slovena non è invece paragonabile.



### Esposizione dei versanti

Le esposizioni dei versanti sono fattori ambientali che caratterizzano un territorio a livello di macroscale; tra le diverse misurazioni effettuate relativamente a questo parametro, è sembrato quindi più idoneo analizzare i valori di esposizione media del versante, sia per le tane che per le cavità non utilizzate.

Le direzioni medie dei versanti per le tane sono pari a 188 gradi (concentrazione: 1,23), quindi un'esposizione media verso sud, mentre le cavità non usate mostrano una tendenza media ad essere esposte a sud-est, con valori medi pari a 103 gradi (concentrazione: 0,35).

Una situazione analoga è stata riscontrata in Spagna (Clavenger *et al.*, 1987), nessuna particolare selezione sembra invece presentarsi sui Pirenei francesi, mentre per quanto riguarda la situazione slovena, i dati relativi alle esposizioni non sono disponibili. È necessario sottolineare come questo tipo di valutazione possa assumere solo un significato descrittivo.

### Esposizione dell'ingresso

La distribuzione dei dati relativi all'esposizione dell'ingresso delle cavità, rilevata in situ, mostra una direzione media pari a 203 gradi (concentrazione: 1,07) per le cavità usate, quindi un'esposizione media verso sud-ovest e per le cavità non usate si osserva una direzione media pari 135 gradi (concentrazione: 0,18), cioè un'esposizione media verso sud-est.

### Pendenza del terreno circostante

Analogamente all'esposizione, anche la pendenza rappresenta un parametro morfologico che caratterizza il territorio ad una scala spaziale medio-grande. Tenuto conto dello sviluppo superficiale particolarmente variegato che contraddistingue l'area montana in questione, per la valutazione di questo parametro, sono stati calcolati i valori delle pendenze medie dei versanti nell'intorno delle cavità.



Il valore della pendenza media dei versanti, per quanto riguarda le cavità utilizzate, è di 41 gradi, variando tra un minimo di 10° e un massimo di 55°, mentre per le cavità non usate è di 40 gradi.

Unendo questi risultati a quanto è stato possibile osservare in campo, si può affermare che i rifugi invernali sono tendenzialmente collocati su pendii particolarmente acclivi e accidentati. Una tendenza simile è stata registrata anche in Slovenia, dove le tane sono preferibilmente collocate in ambienti carsici particolarmente aspri (doline e canyon) con pendenze medie intorno ai 38-40 gradi (Petram *et al.*, 2004), anche in Spagna (Naves & Palomero, 1993) riportano una selezione preferenziale per i pendii molto ripidi (Swenson, & Ball, 2007).



## 5.2 CONFRONTO FRA TANE E CAVITÀ NON USATE

Al fine di valutare possibili differenze, nella selezione degli habitat invernali e dei siti di svernamento, è stato effettuato un confronto tra le caratteristiche delle cavità utilizzate dall'orso per lo svernamento e quelle delle cavità non utilizzate.

Il confronto ha riguardato sia tutti parametri descrittivi delle caratteristiche interne alle cavità, sia i parametri riguardanti le caratteristiche ambientali esterne alle cavità, per poter valutare, tra le due classi, l'esistenza di eventuali differenze significative nell'insieme delle caratteristiche precedentemente considerate.

Per quanto riguarda i parametri strutturali, è stata compiuta un'analisi della varianza mediante modelli lineari generali e sono stati ottenuti i seguenti risultati:

Tabella 5.1 Confronto parametri dimensionali

PARAMETRO	P-value	SIGNIFICATIVITA'
Larghezza ingresso	0,065	non significativo
Altezza ingresso	0,01	Significativo
Lunghezza massima	0,33	non significativo
Larghezza massima	0,15	non significativo
Larghezza minima	0,05	non significativo
Altezza massima	0,38	non significativo
Altezza minima	0,73	non significativo
Condensa	< 0,01	significativo

Come mostra la tabella 5.1, le due diverse classi di cavità hanno evidenziato una significativa differenza (P-value < 0.05) solo per l'altezza dell'ingresso e la presenza di condensa all'interno della cavità. L'analisi della varianza per il parametro altezza ingresso con  $F(1, 129) = 6,604$  e  $p = 0,01$  sembra essere significativa con un valore di differenza tra le medie di -0,37 m. Il che significa statisticamente che al crescere dell'altezza dell'ingresso si abbassa la probabilità che quella cavità



possa essere una tana. A queste osservazioni va però aggiunto che probabilmente una differenza di 0,37 m non è significativa da un punto di vista biologico, poichè indica semplicemente che sono necessari i requisiti dimensionali che permettono il passaggio dell'orso da un ingresso.

Anche per le variabili di tipo circolare, come l'esposizione del versante, dell'ingresso e la pendenza del terreno circostante è stata fatta un'analisi della varianza e i dati ottenuti per quanto riguarda l'esposizione del versante, sono rappresentati nel diagramma qui di seguito (Fig. 5.5).

La differenza è risultata significativa per la variabile esposizione del versante (Watson U2 test:  $F(1, 129)$ ;  $p = 0,020$ ). Mentre, per l'esposizione dell'ingresso

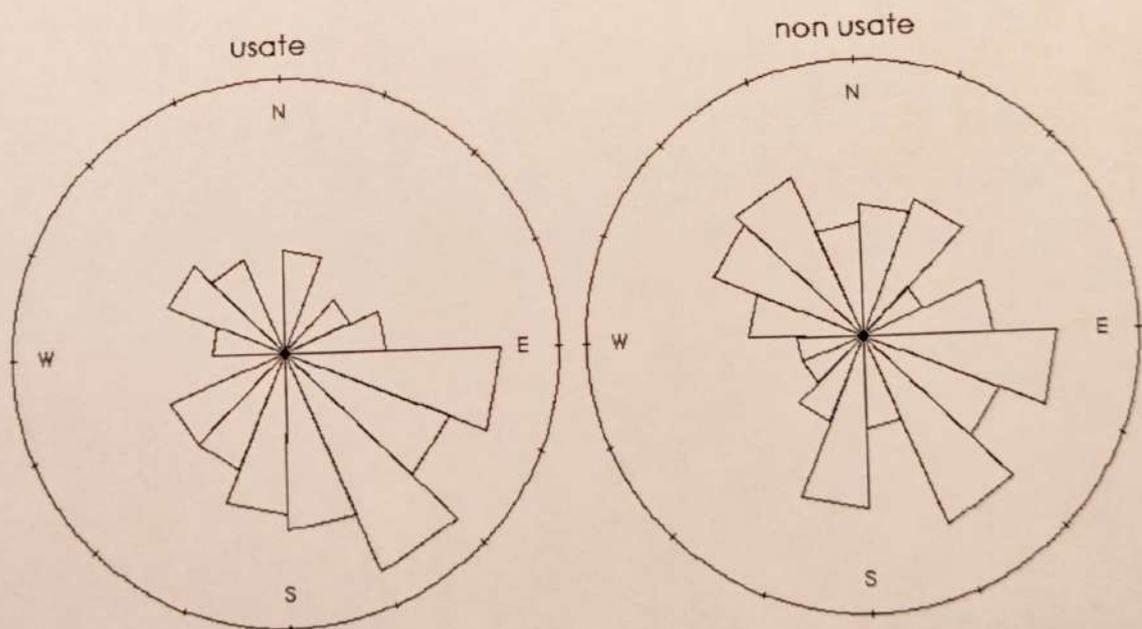


Figura 5.5 Rose Diagram relativo all'esposizione del versante

( $p = 0,14$ ) e la pendenza del terreno ( $p = 0,43$ ) non sono osservabili differenze significative.

Per quanto riguarda i parametri ambientali, è stata compiuta sempre un'ANOVA e, utilizzando il test di Tukey sono stati ottenuti i seguenti risultati:



Tabella 5.2 Confronto parametri ambientali esterni

PARAMETRO	P-value	SIGNIFICATIVITA'
Frequenza esposizione nord	0,40	Non significativo
Frequenza esposizione nord-est	0,02	Significativo
Frequenza esposizione est	0,14	Non significativo
Frequenza esposizione sud	0,67	Non significativo
Frequenza esposizione sud-ovest	<0,05	Significativo
Frequenza esposizione ovest	<0,05	Significativo
Frequenza esposizione nord-ovest	0,23	Non significativo
Quota	0,14	Non significativo
Pendenza in gradi	<0,05	Significativo
Radiazione solare diretta	<0,05	Significativo
Indice di ecotonalità	0,63	Non significativo
Indice di Shannon	0,98	Non significativo
% arbusteti, 18 ha	0,55	Non significativo
% latifoglie, 18 ha	0,25	Non significativo
% conifere, 18 ha	0,61	Non significativo
% misti, 18 ha	0,77	Non significativo
Distanza da corpi d'acqua	0,36	Non significativo
Distanza da aree a copertura arborea	<0,05	Significativo
Distanza da impatti a fune	0,44	Non significativo
Distanza da prati e pascoli	<0,05	Significativo
Distanza da pascoli con piste da sci	0,29	Non significativo
Distanza dalla rete viaria	<0,05	Significativo
Distanza dai fiumi	0,27	Non significativo
Frammentazione bosco/pascolo	0,49	Non significativo



faggete	0,80	Non significativo
abetine	0,25	Non significativo
pascolo	0,72	Non significativo
pecceta	0,94	Non significativo
Tempi d'accesso	0,54	Non significativo
Fustaia % disetanea	0,46	Non significativo
Fustaia % irregolare	<0,05	Significativo
Temperatura diurna integrata di gennaio	0,06	Non significativo
Temperatura notturna media di gennaio	<0,05	Significativo
Temperatura diurna integrata di febbraio	0,06	Non significativo
Temperatura notturna media di febbraio	<0,05	Significativo
Temperatura media interpolata	0,27	Non significativo
Temperatura minima interpolata di gennaio	<0,05	Significativo
Uso del suolo: pascoli a bassa quota	0,72	Non significativo
Precipitazioni	0,71	Non significativo
Temperatura media per quadrimestre	0,36	Non significativo

Le differenze ambientali tra le due classi di cavità, usate e non usate, sono risultate significative solo per alcune delle variabili prese in considerazione.

La classe vegetazionale non sembra essere determinante nella caratterizzazione dei siti, infatti sia la copertura ad arbusti che quella a conifere o a latifoglie non mostrano differenze significative (P-value >0,05) per le due classi di dati.

Anche la quota e la distanza da fiumi, impianti a fune, piste da sci e da corpi d'acqua non risultano significative (P-value >0,05) a seconda che un sito sia una tana o una cavità non utilizzata. Mentre, le distanze dalle strade, le distanze da pascoli e prati e le distanze da arbusti mostrano una differenza statisticamente significativa tra le due categorie di cavità (P-value <0,05).



Tabella 5.3 Anova e test di Tukey per il parametro: distanza dalle strade

DISTANZA DA	G.L.	F value	P-value	DIFF.
STRADE	1.129	6,19	0,014	-472,9

L'analisi della varianza per la distanza dalle strade (Tab 5.3) mostra una differenza significativa e ciò significa che le tane di orso sono statisticamente meno distanti dalle strade rispetto alle cavità non usate.

Tabella 5.4 Anova e test di Tukey per il parametro: distanza da prati e pascoli

DISANZA DA PRATI	G.L.	F value	P-value	DIFF.
E PASCOLI	1.129	5.54	0,020	686,5

Anche in questo caso (Tab.5.4) l'ANOVA mostra una differenza significativa, ovvero le tane risultano essere più distanti dai prati e pascoli rispetto alle cavità non usate.

Tabella 5.5 Anova e test di Tukey per il parametro: distanza da arbusti

DISTANZA	DA	G.L.	F value	P-value	DIFF.
ARBUSTI		1.129	4,28	0,040	252,1

Nel caso della distanza dagli arbusti (Tab.5.5), l'analisi della varianza mostra una differenza significativa, cioè le tane sono più distanti dagli arbusti rispetto alle cavità non usate.

Per quanto riguarda le esposizioni dei versanti, queste sono risultate significative solo nei casi di esposizione a sud ovest, a nord est e a ovest (P-value <0,05).



Tabella 5.6 Anova e test di Tukey per il parametro: esposizione a sud ovest

ESPOSIZIONE	A	G.L.	F value	P-value	DIFF.
SUD-OVEST		1.129	8,29	0,004	-3,64

L'esposizione a sud ovest (Tab.5.6) dei versanti è risultata significativa, ha mostrato una differenza pari a -3.64 %, cioè le tane contengono una porzione minore di territorio esposto a sud ovest.

Tabella 5.7 Anova e test di Tukey per il parametro: esposizione a ovest

ESPOSIZIONE	A	G.L.	F value	P-value	DIFF.
OVEST		1.129	12.36	0,0006	-9,49

L'analisi della varianza per l'esposizione ad ovest (Tab.5.7), mostra una differenza significativa pari a -9,49, ovvero le tane sono in aree meno esposte a ovest rispetto alle altre cavità, quindi all'aumentare dell'esposizione a ovest, diminuisce la probabilità che vi sia una tana.

Invece, aree esposte a nord est (Tab 5.8), risultano significativamente differenti, ovvero le aree circostanti una tana contengono una porzione di territorio esposta a nord est significativamente maggiore.

Tabella 5.8 Anova e test di Tukey per il parametro: esposizione a nord est

ESPOSIZIONE	A	G.L.	F value	P-value	DIFF.
NORD OVEST		1.129	5,44	0,021	4,34.

Altri parametri che hanno mostrato una differenza significativa in funzioni delle due classi di cavità sono stati la radiazione solare e la pendenza del versante (P-value <0,05).



Tabella 5.9 Anova e test di Tukey per il parametro: radiazione solare

RADIAZIONE	G.L.	F value	P-value	DIFF.
SOLARE	1.129	11.87	0,0007	6,87

La radiazione solare risulta essere significativamente differente (Tab.5.9). Le tane sono collocate in zone con maggior energia solare rispetto alle cavità non usate.

Tabella 5.10 Anova e test di Tukey per il parametro: pendenza versante

PENDENZA DEL	G.L.	F value	P-value	DIFF.
VERSANTE	1.129	9,096	0,003	4,83

Per la pendenza dei versanti (Tab.5.10) l'analisi della varianza indica una differenza significativa pari a 4,83, ciò significa che le tane sono situate in zone con maggiori pendenze rispetto alle altre cavità.

Nel caso delle temperature medie diurne e notturne di gennaio e febbraio, quella che ha mostrato una differenza significativa è stata la temperatura media notturna di febbraio (P-value <0,05) (Tab.5.11).

Tabella 5.11 Anova e test di Tukey per il parametro: temperatura media notturna di febbraio

T MEDIE NOTTURNE	G.L.	F value	P-value	DIFF.
FEBBRAIO	1.129	12,91	0,0004	1,27

Per la temperatura media notturna di febbraio, l'analisi della varianza mostra una differenza significativa pari a 1,27, le tane sono collocate in aree dove le temperature notturne di febbraio sono più alte.



### 5.3. ANALISI DI REGRESSIONE LOGISTICA

#### ● Parametri interni

Individuato l'insieme dei parametri interni da analizzare, si è proseguito nell'ARL, selezionando, attraverso una procedura both stepwise, quelle che danno un contributo significativo nell'equazione finale del modello con un valore di AIC più basso possibile. I risultati ottenuti sono rappresentati nella tabella seguente:

Tabella 5.12 Risultati regressione logistica per i parametri interni

Variabile	Coeff.Stimato	S.E.	F	P-value	significatività
Intercetta	0.14195	0.51961	0.27	0.78	
Altezza ingresso	- 1.72391	0.52952	-3.256	0.001	**
Larghezza minima	-0.77162	0.37372	-2.065	0.038	*
Lunghezza massima	0.19930	0.08243	2.418	0.015	*
Altezza minima	1.55054	0.94616	1.639	0.10	
CONDENSA1	1.07863	0.53839	2.003	0.045	*

Per ogni variabile (Tab.5.12) selezionata vengono riportati il coefficiente stimato, l'errore standard, il valore di F e la significatività. Le variabili elencate esercitano influenze differenti nel determinare l'utilizzo o meno di una cavità, i coefficienti della regressione sono una valutazione di tale influenza; da essi possono essere inoltre dedotti i valori di Odds Ratio.

Gli Odds Ratio, definiti come il rapporto tra la probabilità di presenza e di assenza relativamente ad un singolo fattore, forniscono informazioni sull'effetto di una singola variabile a parità delle altre. In particolare se l'OR è pari a 1, l'effetto può considerarsi nullo; se OR è maggiore di 1, la variabile influisce positivamente sulla presenza della tana, viceversa se OR è minore di 1, la variabile è correlata negativamente alla presenza e le probabilità che una cavità sia una tana diminuiscono al suo crescere.

Attraverso un'analisi dei risultati ottenuti può essere fatta una valutazione in chiave ecologica di come questi parametri incidono sulla selezione effettuata dall'or-



so.

L'altezza dell'ingresso rappresenta il parametro più significativamente correlato alla presenza di un sito utilizzato dall'orso per lo svernamento. La larghezza minima interna, la profondità e la presenza di condensa sono invece correlate con valori di P-value maggiori e più vicini alla soglia di significatività (P-value <0,05)

### ● Variabili esterne

Anche in questo caso, individuato l'insieme delle variabili ambientali da analizzare, si è proceduto nell'ARL, selezionando, sempre attraverso la procedura *both stepwise*, quali tra esse interverranno nell'equazione finale del modello con un valore di AIC più basso possibile. I risultati ottenuti da quest'analisi sono rappresentati nella tabella 5.13:

Tabella 5.13 Risultati regressione logistica per le variabili esterne

Variabile	Coeff. Stimato	S.E.	F	P-value	significatività
INTERCETTA	-2.156e+01	1.996e+01	-1.080	0.28	
Frammentazione Bosco-pascolo	-3.102e-02	2.187e-02	-1.419	0.15	
Esp. Sud est	1.444e-01	5.268e-02	2.742	0.006	**
Esp. Sud ovest	2.369e-01	1.016e-01	2.332	0.019	*
Esp. Nord Ovest	2.358e-01	7.533e-02	3.131	0.001	**
Esp. Nord est	3.488e-01	8.125e-02	4.293	0,00001	
SHANNON	4.704e+00	3.272e+00	1.438	0.15	
Bosco non omogeneo	-3.876e-02	1.386e-02	-2.796	0.005	**
Tempi di accesso	1.038e-03	3.907e-04	2.658	0.007	**
T° notturna di Gennaio	1.950e+00	5.659e-01	3.445	0.0005	***
ECOTONO	-6.250e+02	4.101e+02	-1.524	0.12	
Distanza da strade	-1.386e-03	9.422e-04	-1.470	0.14	
Radiazione solare	1.085e-01	4.189e-02	2.591	0.009	**
T° diurna di febbraio	-4.835e-01	1.924e-01	-2.513	0.011	*
T° medie per quadrimestre	-7.116e-02	3.118e-02	-2.282	0.022	*



Per ogni variabile selezionata vengono riportati il coefficiente stimato, l'errore standard e un test per la significatività. Le variabili elencate esercitano influenze differenti nel determinare l'utilizzo o meno di una cavità: i coefficienti della regressione sono una valutazione di tale influenza.

Un coefficiente positivo indica che al crescere della variabile aumenta la probabilità che l'evento accada, viceversa se il valore è negativo al crescere della variabile diminuisce la probabilità dell'evento. Nella tabella 5.14 vengono riportati i valori di Odds Ratio relativi alle variabili selezionate dalla regressione:

Tabella 5.14 Valori di Odds Ratio per i parametri ambientali

VARIABILE	ODDS RATIO
T° notturna di Gennaio	7,03
Esp. Nord est	1,42
Esp. Nord ovest	1.26
Esp. Sud ovest	1.27
Esp. Sud est	1.15
Radiazione solare	1.11
Tempi di accesso	1
Distanza da Strade	0,97
Frammentazione Bosco pascolo	0,96
Bosco non omogeneo	0,96
T° medie per quadrimestre	0,93
T° diurna di febbraio	0,6
SHANNON	0,01
INTERCETTA	$4.35 \times 10^{-10}$
ECOTONO	$3.66 \times 10^{-272}$

Anche in questo caso è possibile, attraverso un'analisi dei parametri, una valutazione in chiave ecologica di come queste variabili incidono sulla possibilità che una cavità possa essere utilizzata dall'orso per lo svernamento.

Le variabili con valori maggiori di Odds Ratio sono quelle che maggiormente influenzano la probabilità di presenza di un sito di svernamento di orso bruno.



Inoltre, questi valori mi dicono di quanto la variabile ambientale influisce sulla probabilità.

La variabile con maggior influenza, nel nostro caso è risultata essere la temperatura media notturna del mese di gennaio. Al variare di un grado della temperatura media notturna di gennaio varia del 7% la probabilità di presenza di una tana. In particolare, essendo il coefficiente positivo, si può affermare che al crescere della temperatura media notturna di febbraio aumenti la probabilità di presenza di una tana.

Per quanto riguarda le esposizioni dei versanti, solo le esposizioni intermedie: sud est, sud ovest, nord est e nord ovest, sono risultate significative, con particolare attenzione per l'esposizione a nord est e a sud est. Infatti, al variare di un grado dell'esposizione verso nord est e verso sud est varia di 1,4% e di 1,15% la probabilità di presenza di una tana. Anche la radiazione solare influisce positivamente sulla probabilità di presenza di un sito di svernamento e aumentando di un grado aumenta di 1,11% la probabilità di presenza della tana. I tempi di accesso, cioè il consumo energetico che si ha camminando, sono un'espressione dell'accessibilità dei luoghi. Questo parametro variando fa cambiare la probabilità di presenza di una tana di 1%. La distanza dalle strade, invece, aumentando fa diminuire la probabilità di presenza di una tana dello 0,9%. Aumentando la percentuale di fustaia disetanea (bosco non omogeneo) diminuisce la probabilità di habitat idoneo alla presenza di tane dello 0,9%. Lo stesso vale per la frammentazione tra bosco e pascoli, e per le temperature medie per quadrimestre. Sempre meno significative, e quindi con valori di Odds Ratio più bassi, sono le temperature medie diurne di febbraio, l'indice di Shannon e l'indice di ecotonalità, che presentano al loro variare una variazione poco significativa della probabilità.

### **Esposizione dei versanti**

Per quanto riguarda le esposizioni selezionate positivamente, sembra che l'orso



non predilige un particolare versante, gli Odds Ratio sono infatti molto simili tra loro. Tra le diverse variabili selezionate, spicca però l'assenza delle esposizioni nord e sud, da cui si può presupporre che l'orso tenda a non selezionare per lo svernamento questi due estremi. Ciò che differenzia principalmente un tipo di esposizione dall'altra è il diverso grado di insolazione a cui possono essere sottoposti i versanti. La scelta di non utilizzare pendii esposti a nord e quelli diretti a sud, può essere tradotta in una tendenza dell'orso di non utilizzare luoghi poco assolati e quindi particolarmente freddi o, viceversa, zone molto assolate ossia relativamente calde. Questo risultato può essere interpretato considerando la natura ibernante del plantigrado.

Non cadendo in un vero e proprio stato letargico quest'animale può essere più facilmente disturbato durante il sonno, anche da semplici variazioni termiche. Un sito di svernamento collocato su un versante esposto a mezzogiorno, soggetto a forte insolazione durante le ore centrali della giornata, sarà caratterizzato da picchi di temperature alte, che potrebbero alterare le condizioni termiche all'interno della tana e causare al plantigrado problemi di termoregolazione.

Altra importante caratteristica dei versanti esposti agli estremi (nord o sud) è la ripresa vegetativa che potrebbe essere troppo precoce o ritardata rispetto all'uscita degli orsi dal periodo di ibernazione. Gli orsi tenderebbero a non svernare su questo tipo di versanti, poiché poco remunerativi dal punto di vista trofico alla loro uscita dal rifugio.

Una predilizione per i versanti con esposizioni intermedie (sud est e nord est), probabilmente può garantire un miglior isolamento e mimetismo dell'ingresso, in quanto la neve sciogliendosi piano nasconde per più tempo la tana e uno spesso strato nevoso ripara dalle fredde temperature invernali (Swenson, & Ball, 2007). Schoen, (1987) afferma che gli orsi preferiscono esposizioni dove si accumula tanta neve isolando così la tana. L'elevata influenza dell'esposizione a nord est può essere interpretata in funzione della necessità per gli orsi, per poter uscire dal rifugio invernale, di un aumento delle temperature e di un aumento della du-



rata delle giornate. Infatti, l'esposizione a nord est è quella che meglio permette di percepire il trascorrere delle stagioni: in inverno il sole non arriva mai a nord est, mentre con l'arrivo della primavera il sole da est si sposta proprio verso nord est. Determinando un aumento delle temperature diurne e delle ore di luce che induce l'orso ad uscire dalla tana.

### **Tempi di accesso**

La misura del consumo energetico che si ha camminando è un'espressione dell'accessibilità delle aree: valori elevati indicano che la zona è maggiormente inaccessibile. Questa variabile è correlata in modo positivo con la probabilità di presenza di una tana, ciò a conferma che le aree idonee allo svernamento sono quelle meno accessibili.

### **Temperature**

Come descritto precedentemente, la variabile che maggiormente influenza la probabilità di presenza dei siti di svernamento è la temperatura media notturna di gennaio, al suo crescere di un grado aumenta la probabilità del 7%. Sembra quindi che le temperature notturne del mese di gennaio possano essere determinanti nella scelta di un sito per lo svernamento. Questo potrebbe essere verosimile soprattutto per le femmine, poichè gennaio è un mese particolarmente importante e sensibile in quanto è il momento delle nascite e temperature notturne troppo rigide possono mettere a rischio la sopravvivenza dei nuovi nati. Invece le temperature minime per quadrimestre sono influenti nel senso opposto, ovvero un aumento delle temperature medie diminuisce la probabilità che un sito sia idoneo allo svernamento. Infatti, temperature invernali troppo elevate rispetto alle medie, possono indurre o un mancato letargo o un'uscita precoce dalla tana.

### **Parametri vegetazionali**

L'orso tende a selezionare positivamente i luoghi boscati caratterizzati da piante



con fusti di diametro medio. Infatti l'aumento della presenza di fustaia disetanea diminuisce la probabilità che un ambiente sia idoneo allo svernamento. In quanto selezionando ambienti boscosi maturi, il plantigrado si garantisce la possibilità di rivenire specie appetibili in qualunque momento esso decida di uscire dal proprio rifugio invernale .

### **Insolazione**

Risulta altrettanto importante il grado di insolazione che al suo crescere fa aumentare la probabilità che vi sia una tana, ciò può essere interpretato considerando la natura ibernante del plantigrado. L'orso è infatti un animale che non cade in un vero e proprio letargo, non possiede quindi i giusti adattamenti fisiologici che gli consentirebbero di rispondere adeguatamente a situazioni invernali troppo rigide, da cui si può intuire la selezione per zone con un grado di insolazione sufficiente a garantire la sopravvivenza degli individui. In Cina, hanno verificato che una maggior energia solare riduce le influenze dei freddi venti invernali (Swenson, & Ball, 2007).

#### **5.3.1 IL MODELLO DI VALUTAZIONE AMBIENTALE**

Al fine di individuare un modello previsionale il più corretto possibile, sono state effettuate due differenti analisi di regressione logistica: una effettuata sui parametri interni alle cavità e una sui parametri ambientali.

Mediante l'analisi della curva ROC sono stati identificati i valori soglia, per entrambe le analisi, che permettessero di suddividere in modo non arbitrario il campo di variazione continua dei risultati ottenuti dall'ARL in due singoli giudizi. La scelta dei valori soglia è avvenuta considerando il valore soglia che massimizzi il numero di casi di presenza di tane classificate come tali, mantenendo però il più basso possibile il numero di falsi positivi, ovvero uguagliando sensibilità e specificità. Per i parametri interni il punto di taglio è stato posto a 0,41 ed è caratterizzato dalla miglior capacità predittiva con AUC = 0,78 (fig. 5.6), mentre per i



parametri ambientali il punto di taglio è 0,46 con una capacità predittiva con AUC = 0,92 (fig.5.7). Di seguito sono riportati i due grafici della curva ROC relativi ai modelli scelti.

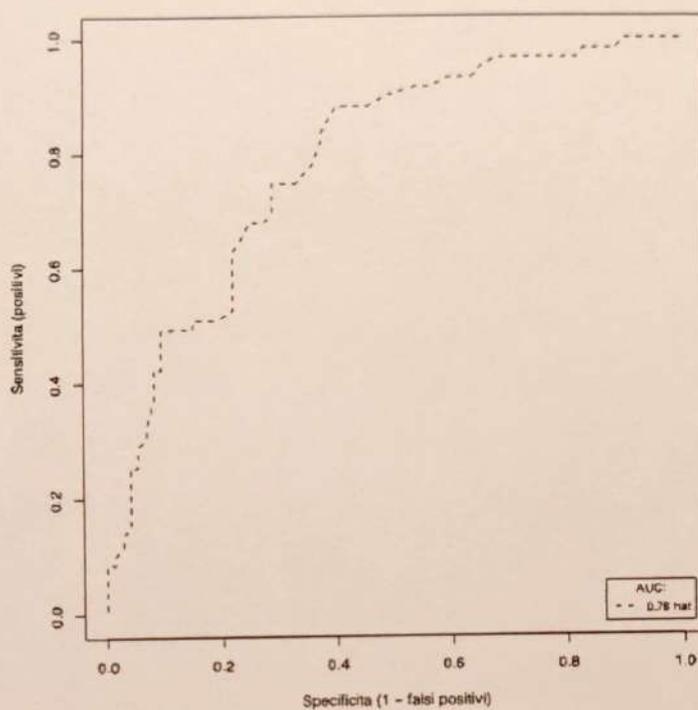


Figura 5.6 Curva ROC relativa ai parametri interni

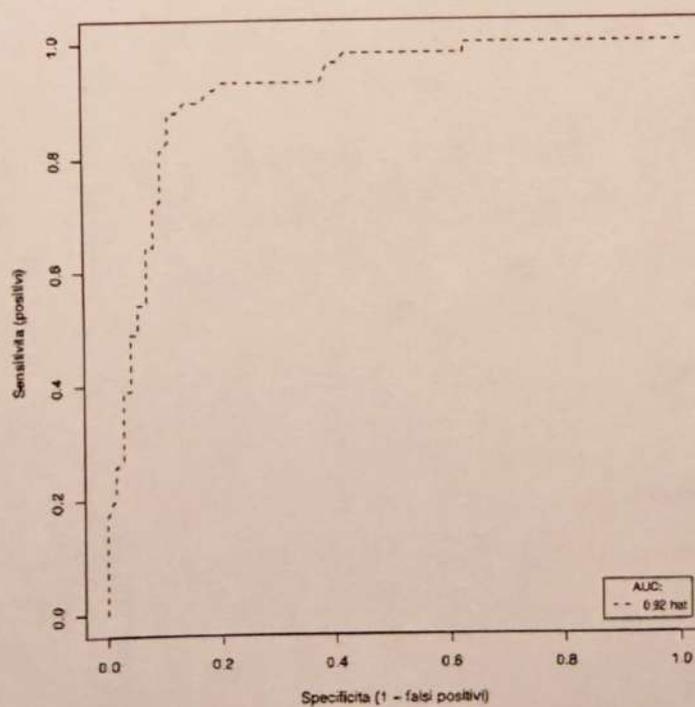


Figura 5.7 Curva ROC relativa ai parametri ambientali



### 5.3.2 CARTA DI PRESENZA POTENZIALE DEI SITI DI SVERNAMENTO

Applicando l'equazione logistica ottenuta dal modello al sistema informativo costruito precedentemente, è possibile interrogare il sistema ed ottenere un nuovo strato informativo rappresentante le probabilità di presenza di un sito di svernamento sul territorio.

Attraverso l'analisi della curva ROC è possibile infine determinare un opportuno valore di soglia (*cut off*), in base al quale riclassificare i valori continui di probabilità, ottenuti dall'analisi della regressione logistica, in una semplice variabile dicotomica che definisca in modo univoco la probabilità che una tana sia presente o assente in una specifica area.

Determinato il migliore *cut off*, lo strato informativo è stato riclassificato, ottenendo la Carta di Presenza Potenziale dei siti di svernamento (Fig. 5.8), nella quale sono rappresentate, secondo quanto rilevato dallo studio analitico le aree idonee, cioè quelle a più alta probabilità, alla collocazione di un rifugio invernale.

La Carta di Presenza Potenziale dei siti di svernamento può risultare utile per diverse finalità: in primis, può essere impiegata per il proseguimento delle ricerche su campo, fornendo importanti indicazioni su dove focalizzare le future indagini. In secondo luogo, può essere utilizzata per la pianificazione e la gestione del territorio, individuando quei particolari ambienti che sarebbe opportuno sottoporre a speciali regimi di tutela ambientale al fine di perseguire la conservazione e la crescita della neopopolazione di orsi trentini. Questa carta è in continuità con il lavoro svolto da Ghirardi (2006) con i dati raccolti nel 2006, che aveva individuato le aree potenzialmente idonee alla collocazione dei rifugi.

Alla Carta di Presenza Potenziale dei siti di svernamento è stata sovrapposta la distribuzione dei SIC (siti di interesse comunitario, rete Natura 2000), per verificare l'efficacia di tali forme di tutela ai fini della conservazione dell'orso.

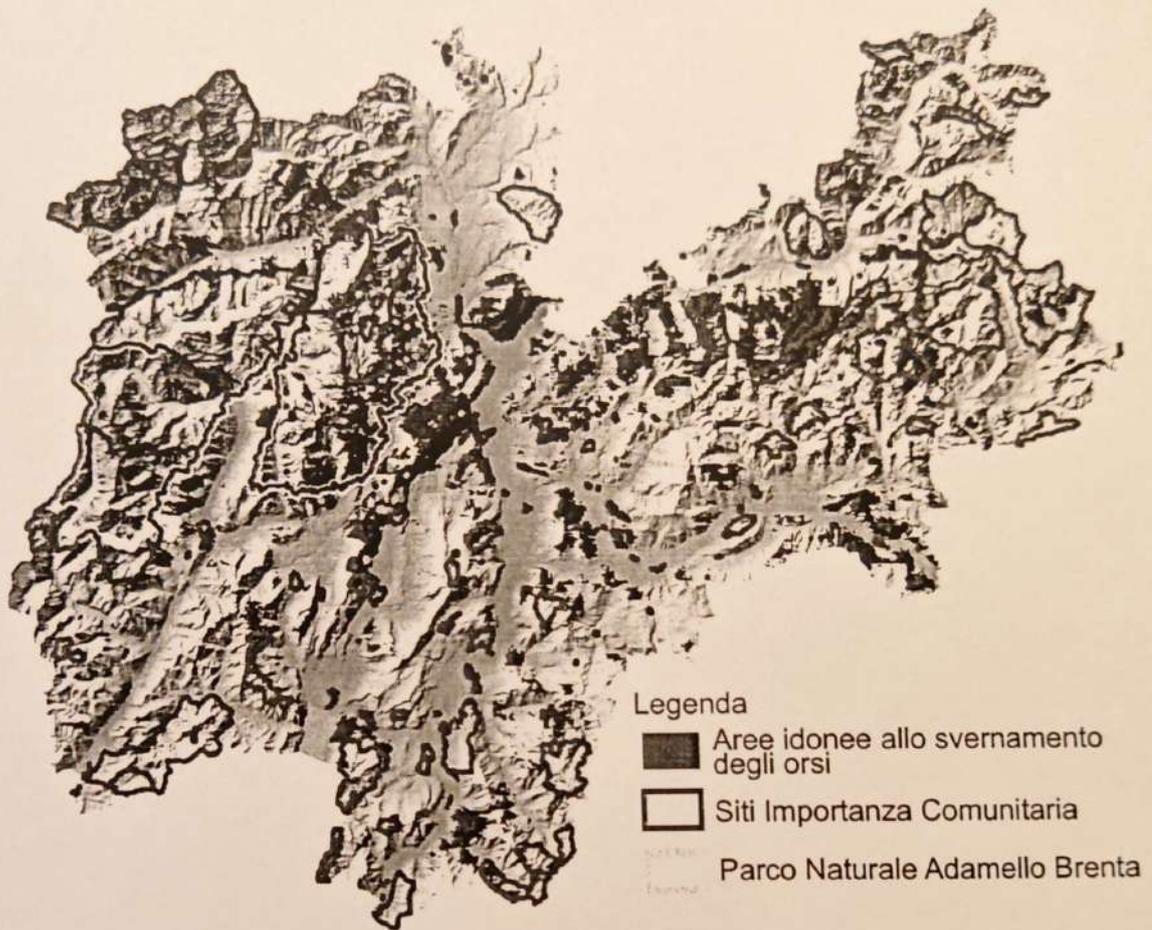
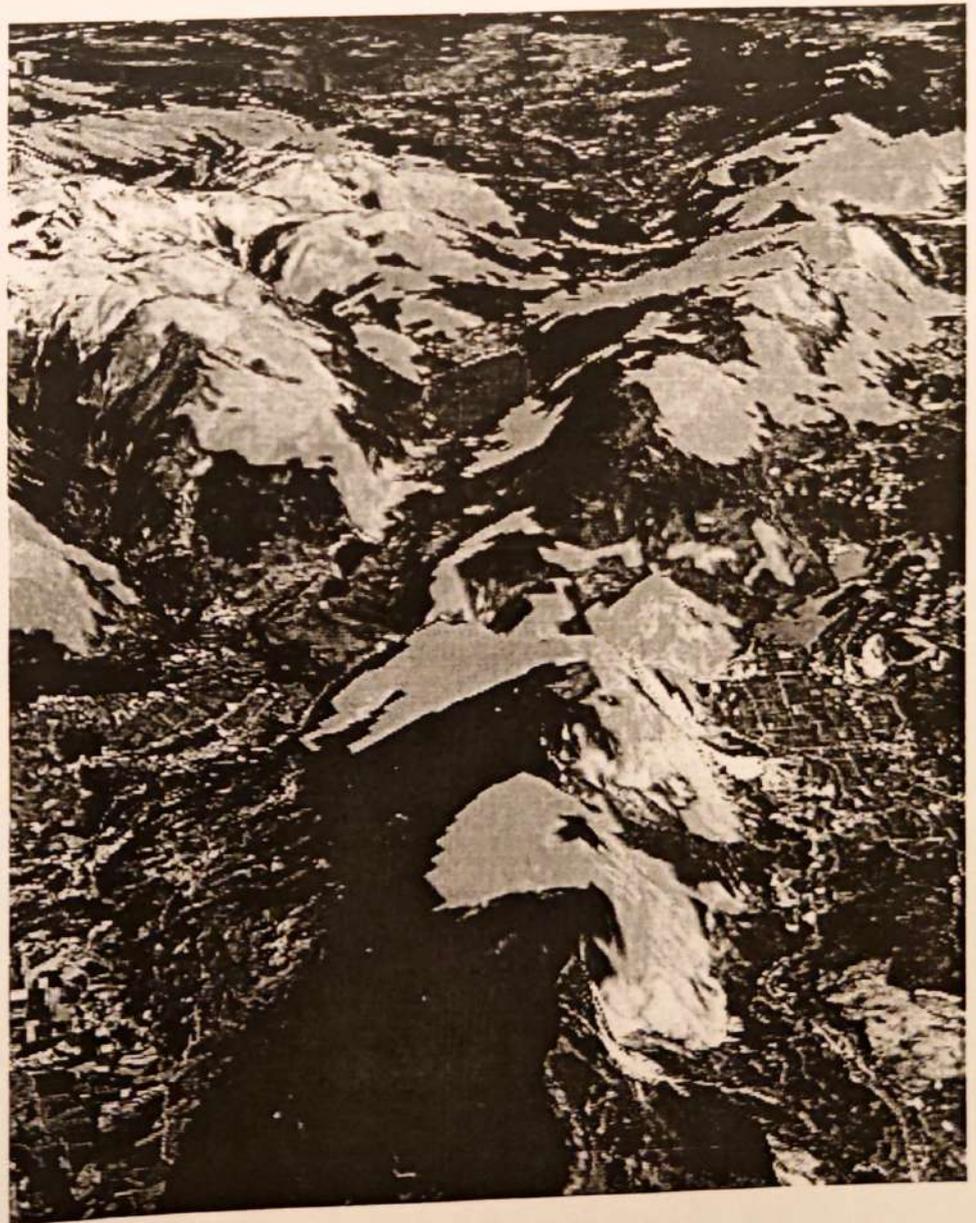


Figura 5.8 Carta di Presenza potenziale dei siti di svernamento.

## 6. CONCLUSIONI





## 6. CONCLUSIONI

Lo studio di ricerca, individuazione e caratterizzazione di 59 tane di orso bruno e di 72 cavità non utilizzate come tane, collocate nel territorio del Trentino occidentale, realizzato durante il presente lavoro di tesi, ha permesso di giungere alle seguenti conclusioni:

- I siti utilizzati dall'orso per lo svernamento sono rappresentati principalmente da cavità naturali di origine carsica, caratterizzate da ingressi bassi e ben mimetizzati, che consentono all'orso un adeguato isolamento termico durante la fase di ibernazione. All'interno di queste cavità, al fine di rendere maggiormente confortevole il ricovero, l'orso dispone un giaciglio, tendenzialmente a nido, che gli consente di isolarsi dal terreno e di ospitare, nel caso delle femmine, i nuovi nati o i piccoli nati l'anno precedente.
- I luoghi che il plantigrado sembra preferire per l'ubicazione del proprio rifugio sono rappresentati da aree montuose caratterizzate da pendii particolarmente acclivi e inaccessibili, che offrono all'animale una maggiore quiete durante il riposo.
- Una selezione sembra essere operata anche nei confronti dell'esposizione, in quanto il modello probabilistico prodotto esclude le esposizioni estreme (nord e sud) e utilizza invece le altre classi di esposizione. In particolare, la selezione positiva per le esposizioni a nord ovest e nord est potrebbe essere spiegata considerando che il punto da cui sorge il sole in primavera si sposta verso nord est e questo potrebbe costituire un segnale per l'uscita dai rifugi invernali.
- La natura non propriamente letargica dell'orso bruno lo porta a prediligere ambienti caratterizzati da condizioni termiche mediamente stabili, che non alteri-



no o sollecitino eccessivamente il suo stato di ibernazione. Infatti, è stata osservata anche una netta preferenza per le aree con elevata radiazione solare e con temperature medie notturne di gennaio non troppo rigide. Il mese di gennaio è un mese particolarmente delicato per le femmine gravide che partoriscono i nuovi nati, e temperature troppo basse potrebbero comprometterne la sopravvivenza.

- Il tipo di habitat preferito risulta essere il bosco, in esso infatti l'orso soddisfa le proprie esigenze alimentari e trova condizioni migliori di copertura e rifugio. La struttura boschiva preferita per la collocazione del proprio rifugio invernale sembra essere quella di una foresta strutturalmente variata e matura, che consente una maggiore disponibilità trofica al momento dell'uscita dalla tana.

Lo studio presentato può certamente essere ampliato e migliorato, tuttavia ha contribuito ad accrescere le conoscenze sull'ecologia di questo animale e rappresenta il primo passo per l'individuazione e la comprensione delle variabili ambientali che possono influenzare l'orso nella scelta del luogo di svernamento. Concretizzando i risultati ottenuti in una Carta di Presenza Potenziale dei siti di svernamento (Fig. 6.1) e attraverso un confronto tra la carta e i siti di interesse comunitario (SIC) presenti nella Provincia Autonoma di Trento, si ottiene un importante strumento per la pianificazione di interventi conservazionistici mirati ad una miglior protezione di questa specie e del suo habitat.



fig.6.1 Carta di Presenza Potenziale dei siti di svernamento (in giallo le aree idonee alla presenza di tane).

## BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 1957. *L'Italia fisica. Conosci l'Italia*, 1. Touring Club Italiano, Milano: pp. 320.

AA.VV., 1973. *L'ambiente naturale e umano dei parchi del Trentino*. Ed. Manfrini, Calliano (TN).

AA.VV., 2002. *La reintroduzione dell'orso bruno nel Parco Naturale Adamello Brenta: attività di ricerca scientifica e Tesi di Laurea*. Documenti Parco n.15. Parco Naturale Adamello Brenta Ed., Strembo: pp. 254.

AA.VV., 2003. *Living with Bears: a Large European Carnivore in a Shrinking World*. Ed. Ecological Forum of the Liberal Democracy of Slovenia: pp. 368.

AA.VV., 2004. *La reintroduzione dell'orso bruno nel Parco Naturale Adamello Brenta: attività di ricerca scientifica e Tesi di Laurea – seconda parte*. Documenti Parco n.16. Parco Naturale Adamello Brenta Ed., Strembo: pp. 143.

ALLENDORF F. W. & SERVHEEN C., 1986. *Genetics and conservation of grizzly bears*. *Tree*, 1: 88-89.

AVISE J. C., 1989. *A role for molecular genetics in the recognition and conservation of endangered species*. *Tree*, 4: 279-281.

AVISE J. C., NEIGEL J. E. & ARNOLD J., 1984. *Demographic influences on mitochondrial DNA lineage survivorship in animal populations*. *J. Mol. Evol.*, 20: 99-105.

BALLARD W. B., SPRAKER T. H. & TAYLOR K. P., 1981. *Causes of neonatal moose calf mortality in south central Alaska*. *J. Wildl. Manage.*, 45: 335-342.

BELLONI S. & COJAZZI F., 1984. *Il clima nelle Alpi ed i fattori che lo determinano*. Museo della Valchiavenna: pp. 17.

BERDUCOU C., FALIU L. & BARRAT J., 1983. *The food habits of the brown bear in the national park of the western Pyrenees (France) as revealed by faeces analysis*. Acta Zool. Fennica, 174: 153-156.

BOSCAGLI G., 1988. *L'orso*. Lorenzini Editore, Udine: pp.140.

BOSELLINI A., 1978. *Tettonica delle placche e geologia*. Bovolenta, Ferrara: pp. 163.

BOSELLINI A., 1996. *Geologia delle Dolomiti*. Athesia, Bolzano: pp. 191.

BOULE M., 1910. *Les grottes de Grimaldi (Baoussé Roussé)*. Tome I, fascicule III, Géologie et paléontologie, Monaco.

BRAGALANTI N., 2004. *La reintroduzione dell'orso bruno (Ursus arctos L.) sulle Alpi Centrali: valutazione della selezione delle risorse trofiche*. Tesi di Laurea, Università degli Studi dell'Insubria. Non pubblicato.

BUNNELL F.L., TAIT D.E.N., 1981. *Population Dynamics of Bears: Implications*. In: *Dynamics of Large Mammal Population*. Fowler C.W. & Simth T.D. (eds.). John Wiley & Sons, New York: pp. 75-98.

BURNHAM K.P. AND ANDERSON D.R., 2004. *Multimodel Inference: understanding AIC and BIC in Model Selection*, Amsterdam Workshop on Model Selection.

BUSCAINI G., CASTIGLIONI E., 1977. *Dolomiti di Brenta*. Club Alpino Italiano e Touring Club Italiano: pp. 22-32.

CALIARI A., DORIGATTI E., GOZZI A., GROF C., 1996. *Caratteristiche e distribuzione di 21 tane di orso bruno (Ursus arctos L.) in Trentino*. Documenti Parco n.10. Parco Naturale Adamello Brenta Ed. Strembo. pp. 74.

CAMARRA J. J., 1987. *Caractéristiques et utilisation des tanières hivernales d'ours brun (Ursus arctos) dans les Pyrénées occidentales*. Gibier Faune Sauvage, 4 : 391-405.

CASATI P., 1996. *Scienze della Terra - Volume 1 - Elementi di Geologia Generale*. CittàStudiEdizioni, Milano: pp. 615.

CASATI P. & PACE F., 1996. *Scienze della Terra - Volume 2 - L'atmosfera, l'acqua, i climi, i suoli*. CittàStudiEdizioni, Milano: pp. 689.

CAMPFIELD L. A., SMITH F. J., GUISEZ Y., DEVOS R. & BUM P., 1995. *Recombinant mouse OB protein: evidence for a peripheral signal linking adiposity and central neural networks*. *Science*, 269: 546-549.

CASTELLI G., 1935. *L'orso bruno nella Venezia tridentina*. Ass. Prov. Cacc., Trento.

CHAPRON G., QUENETTE P.-Y., LEGENDRE S., CLOBERT J., 2003. *Which future for the French Pyreneas brown bears (*Ursus arctos*) population? An approach using stage-structured deterministic and stochastic models*. *C.R. Biologies* 326: 174-182.

CICNJAK L., HUBER D., ROTH H. U., RUFF R. L. & VINOVRSKI Z., 1987. *Food habits of brown bears in Plitvice Lakes National Park, Yugoslavia*. *Int. Conf. Bear Res. and Manage.*, 7: 221-226.

CIUCCI P., BOITANI L., 1997. *Piano di conservazione dell'orso bruno, *Ursus arctos*, nelle Alpi orientali*. Associazione italiana per il WWF, Roma: pp. 108.

CIUCCI P. & BOITANI L., 2000. *Piano d'azione per la conservazione dell'orso (*Ursus arctos*) nelle Alpi - Bozza*: pp. 60. Non pubblicato.

CLARK W. K., 1959. *Kodiak bear-red salmon relationships at Karluk Lake, Alaska*. *Trans. North Am. Wildl. Nat. Resour. Conf.*, 24: 337-345.

CLEVENGER A.P., PURROY F.J., 1991. *Ecologia del oso pardo en Espana. Monografias del Museo Nacional de Ciencias Naturales*. Monografia 4: pp. 156.

CLEVENGER A. P., PURROY F. J. & PELTON M. R., 1992b. *Food habits of brown bears (*Ursus arctos*) in the Cantabrian Mountains, Spain*. *J. Mamm.*, 73(2): 415-

CORTELLESSA C.M., BIALLO G., DI DOMENICO A., FAGGIONI R., SCHIUMA G., SAVORITO C., 1994. *Breve Introduzione ai Sistemi Informativi Geografici. Suppl. a Mondo Autocad*. Franco Ziviani Editore, Milano, 5: pp. 48.

CLEVENGER A. P., PURROY F. J. & PELTON M. R., 1990. *Movement and activity patterns of a European brown bear in the Cantabrian Mountains, Spain*. Int. Conf. Bear Res. and Manage., 8: 205-211.

CLEVENGER A. P., PELTON M. R. & PURROY F. J., 1992a. *Winter activity and den characteristics of the brown bear in Riano National Hunting Reserve*. Trans. Int. Union Game Biol. Congress, 18: 349-352.

CORN F., 2007. *Analisi multiscalata delle capacità di spostamento della metapopolazione di orso bruno (Ursus arctos L.) delle Alpi Centro-orientali*. Tesi di Laurea, Università degli Studi dell'Insubria. Non pubblicato.

COUTURIER M.J., 1954. *L'ours brun (Ursus arctos L.)*. Impr. Allier, Grenoble: pp. 904.

CRAIGHEAD J.J., HOROCKER M.G., CRAIGHEAD F.C.Jr., 1969. *Reproductive biology of young female grizzly bears*. J. Reprod. Fert. Suppl., 6: 447-475.

CRAIGHEAD F. C. Jr. & CRAIGHEAD J. J., 1972. *Data on grizzly bear denning activities and behaviour obtained by using wildlife telemetry*. Int. Conf Bear Res. and Manage., 2: 84-106.

CRAIGHEAD L., PAETKAU D., REYNOLDS H. V., VYSE E. R. & STROBECK C., 1995. *Microsatellite analysis of paternity and reproduction in arctic grizzly bears*. J. Heredity, 86: 255-261.

DAHLE B., SWENSON JE., 2003. *Seasonal range size in relation to reproductive strategies in brown bears (Ursus arctos)*. J. Animal Ecology 72 (4): 660-667.

- DAHLE B., SWENSON JE., 2003. Factors influencing of maternal care size in brown bears (*Ursus arctos*) and its effect on offspring. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 54 (4): 352-358.
- DAHLE B., ZEDROSSER A., SWENSON JE., 2006. *Correlation with body size and mass in yearling brown bears (Ursus arctos)*. *Journal of Zoology* 269: 273-283.
- DALDOSS G., 1976. *Notizie e osservazioni sugli esemplari di Orso bruno ancora viventi nel Trentino Occidentale*. In: S.O.S. Fauna. Animali in pericolo in Italia. Pedrotti F. (ed.). WWF, Camerino: pp. 127-164.
- DALDOSS G., 1981. *Sulle orme dell'orso*. Ed. Temi, Trento: pp.252.
- DALLA FIOR G., 1985. *La nostra flora*. G. Monauni, Trento: pp. 752.
- DAL PIAZ G., 1935. *La storia geologica della famiglia degli Ursidi*. In: Castelli G., *L'Orso bruno nella Venezia Tridentina*. Ed. Ass. Prov. Cacc., Trento: pp. 3-6.
- DE BATTAGLIA F., 1982. *Il Gruppo di Brenta*. Zanichelli, Bologna: pp. 288.
- DUBOIS A. & STEHLIN H. G., 1932. *La grotte de Cotencher, Station moustérienne. I partie*, Mem. Soc. Paléont. Suisse. Vol. LII, Basilea.
- DUPRÈ E., GENOVESI P., PEDROTTI L., 2000. *Studio di fattibilità per la reintroduzione dell'Orso bruno (Ursus arctos) sulle Alpi centrali*. *Biol. Cons. Fauna*, 105: 1-96.
- ELGMORK K., BREKKE O. SELBOE R. & UNANDER S., 1978. *Post-hibernation activity and habitat selection of a small remnant brown bear population (Ursus arctos L.) in southern Norway*. *Viltrevy*, 10(5): 113-144.
- ELGMORK K. & KAASA J., 1992. *Food habits and foraging of the brown bear Ursus arctos in central south Norway*. *Ecography*, 15: 101-110.
- ERDBRINK D. P., 1953. *A review of fossil and recent bears of the world, with re-*

marks on their phylogeny based upon their dentition. Proefschrift, Deventer: pp. 597.

FABBRI M., 1988. *Le abitudini alimentari dell'Orso bruno nel Parco Nazionale d'Abruzzo*. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Parma: pp. 186. Non pubblicato.

FICCARELLI G., 1979. *Osservazioni sull'evoluzione del genere Ursus*. Bollett. Soc. Paleont. Ital., Vol. 18, n. 2: 166-172.

FOLK G. E., FOLK M. A. & MINOR J. J., 1972. *Physiological condition of three species of bears in winter dens*. Int. Conf. Bear Res. Manage., 2: 107-124.

FRACKOWIAK W. & GULA R., 1992. *The autumn and spring diet of brown bear Ursus arctos in the Bieszczady Mountains of Poland*. Acta Theriol., 37(4): 339-344.

FRIBE A., SWENSON J., SANDEGREN F., 2001. *Denning chronology of female brown bears in Central Sweden*. Ursus 12: 37-46.

FOLK G.E., LARSON A., FOLK M.A., 1976. *Physiology of hibernating bears*. Int. Conf. Bear Res. Manage., 3: 373-380.

FRAPPORTI C. & ROTH H. U., 1999. *Guida al riconoscimento degli indici di presenza dell'Orso bruno (Ursus arctos)*. WWF Italia, Delegazione Trentino Alto Adige, Gruppo Fauna: pp. 44.

FRASSONI P., 2002. *Indagine sul comportamento alimentare dell'orso bruno: analisi degli individui reintrodotti sulle Alpi centrali*. Tesi di laurea, Università degli Studi di Padova: pp. 89. Non pubblicato.

FRONZA F., TAMANINI M., 1997. *Nei parchi del Trentino - Guida naturalistica escursionistica alle aree protette - Adamello-Brenta, Paneveggio, Pale di San Martino, Stelvio, Riserve naturali e biotopi*. Edizioni Panorama, Trento.

GARD R., 1971. *Brown bear predation on sockeye salmon at Karluk Lake, Alaska*.

J. Wildl. Manage., 35: 193-204.

GASAWAY W., BOERTJE R., GRANGAARD D. V., KELLEYHOUSE D. G., STEPHENSON R. O. & LARSEN D. G., 1992. *The role of predation in limiting moose at low densities in Alaska and Yukon and implication for conservation*. Wildl. Monogr., 120: pp. 59.

GHIRARDI D., 2006. *Definizione e caratterizzazione dei siti di svernamento dell'orso bruno (Ursus arctos L.) in Trentino*. Università degli studi di Milano-Bicocca. Non pubblicato.

GOLDMAN D., GIRI P. R. & O'BRIEN S. J., 1989. *Molecular genetic-distance estimates among the Ursidae as indicated by one- and two-dimensional protein electrophoresis*. Evolution, 43(2): 282-295.

GRODZINSKI W. & SAWICKA-KAPUSTA K., 1970. *Energy values of tree-seeds eaten by small mammals*. Oikos, 21: 52-58.

GROFF C., CALIARI A., DORIGATTI E. & GOZZI A., 1998. *Selection on denning cave by brown bears in Trentino, Italy*. Ursus 10: 275-279.

HAGLUND B., 1968. *Winter habits of the large carnivores II*. Viltrevy, 5: 213-361.

HALAAS J. L., GAJIWALA K. S., MAFFEI M., COHEN S. L., CHAIT B. T., RABINOWITZ D., LALLONE R. L., BURLEY S. K. & FRIEDMAN J. M., 1995. *Weight-reducing effects of the plasma protein encoded by the obese gene*. Science, 269: 543-546.

HELLGREN E.C., 1998. *Physiology of hibernation in bears*. Ursus, 10: 467-477.

HERRERO S., 1978. *A comparison of some features of the evolution, ecology and behaviour of black and grizzly/brown bear*. Carnivore, Seattle, 1(1): 7-17.

HISSA R., 1997. *Physiology of the European brown bear (Ursus arctos arctos)*. Ann. Zool. Fennici, 34: 267-287.

HISSA R., HOHTOLA E., TUOMALA-SARAMÄKI T., LAINE T. & KALLIO H., 1998a. *Seasonal changes in fatty acids and leptin contents in the plasma of the European brown bear (Ursus arctos arctos)*. Ann. Zool. Fennici, 35: 215-224.

HISSA R., PUUKKA M., HOHTOLA E., SASSI M.-L. & RISTELI J., 1998b. *Seasonal changes in plasma nitrogenous compounds of the European brown bear (Ursus arctos arctos)*. Ann. Zool. Fennici, 35: 205-213.

HORNER M.A., POWELL R.A., 1990. *Internal structure of home ranges of black bears and analysis of home range overlap*. J. Mamm., 71(3): 402-410.

HUBER D., ROTH H.U., 1993. *Movements of European brown bear in Croatia*. Acta Theriol., 38 (2): 151-159.

HUBER D. & ROTH H. U., 1996. *Denning of brown bears in Croatia*. Int. Conf. Bear Res. Manage., 9: 271-282.

IONESCU O., 1997. *The management of the brown bear in Romania*. In: Bear Conservation Action Plan. Herrero S. & Servheen C. (eds.). IUCN.

JONKEL J. J., 1993. *A manual for handling bears for managers and researchers*. 1 ed. Missoula, U.S. Fish and Wildlife Service: pp. 240.

IRSNB, 1992. *Atti del "Meeting of the status and conservation perspectives of the brown bear"*. Istitut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, 24 giugno 1991, Bruxelles.

JONKEL C. J. & COWAN I. M., 1971. *The black bear in the spruce-fir forest*. Wildl. Monogr., 27: pp. 57.

KACZENSKY P. (ed.), 2000. *Co-existence of brown bear and men in the cultural landscape of Slovenia*. Final report of the Project Medved. Non pubblicato.

KACZENSKY, P., PETRAM, W., AND KNAUER, F., 2000. *Availability and use of cavse as winter dens relative to human presence by brown bears in Slovenia*. Project Medved , 1- 12.

KACZENSKY, P., KNAUER, F., KRZE B., JONOZOVIC M., ADAMIC M., GROS-SOW H., 2003. *The impact of high speed, high volume traffic axes on brown bears in Slovenia*. *Biological Conservation* 111: 191-204.

KARJALAINEN M., HOHTOLA E., HISSA R., 1994. *No metabolic suppression in the Djungarian hamster or rat by injections of plasma from the winter-sleeping brown bear*. *J. Thermal Biol.*, 19: 321-325.

KITCHENER A. C., 1994. *A review of the evolution, systematics, functional morphology, distribution and status of the Ursidae*. *Int. Zoo News*, 245: 4-24.

KOLENOSKY B. & STRATHEARN S.M., 1987. *Winter denning of black bear in east-central Ontario*. *Int. Conf. Bear Res. and Manage.*, 7: 305-316.

KURTÉN B., 1968. *Pleistocene Mammals of Europe*. Weidenfeld and Nicolson, London: pp. 317.

LANDE R., 1988. *Genetics and demography in biological conservation*. *Science*, 241: 1455-1460. LANDERS J. L., HAMILTON R. J., JOHNSON A. S. & MARCHINTON R. L., 1979. *Foods and habitat of black bears in southeastern North Carolina*. *J. Wildl. Manage.*, 43: 143-153.

LINNELL J.D.C., SWENSON J.E., ANDERSEN R., BARNES B., 2000. *How vulnerable are denning bears to disturbance?* *Wildl. Soc. Bull.*, 28(2): 400-413.

LINNELL J.D.C., STEUER D., ODDEN J., KACZENSKY P., SWENSON L.E., 2002. *European Brown Bear Compendium*. Safari Club Int. Found. Dep. Wildl. Conserv. William Wall Ph.D. (ed.): pp. 125.

LOVARI S., 1987. *La conservazione dei mammiferi carnivori e il contributo della ricerca eco-etologica*. In: *Atti del Convegno Internazionale "L'Orso nelle Alpi"*, Trento - San Romedio, 8-9 novembre 1986. *L'uomo e l'ambiente*, 8, Camerino: pp. 42-48.

MACE G. M. & LANDE R., 1991. *Assessing extinction threats: toward a reevaluation of IUCN threatened species categories*. *Conserv. Biol.*, 5: 148-157.

- MARTIN L. D., 1989. *Fossil history of the terrestrial carnivores. In: Carnivore behaviour, ecology and evolution.* Gittleman J. L. (ed.). Chapman and Hall, London: pp. 536-568.
- MATTSON D. J., 1997. *Use of ungulates by Yellowstone grizzly bears Ursus arctos.* Biol. Conserv., 81: 161-177.
- MAZZA P. & RUSTIONI M., 1994. *On the phylogeny of Eurasian bears.* Palaeontographica Abt. A, 230: 1-38.
- MEALY S. P., 1980. *The natural food habits of grizzly bears in Yellowstone National Park, 1973-74.* Int. Conf. Bear. Res. and Manage., 4: 281-292.
- METZ. C.E., 1978. *Basic Principles of ROC Analysis.* Seminari in Medicina Nucleare, 8: 283- 298.
- MOLINARI P., BREITENMOSER U., MOLINARI-JOBIN A. & GIACOMETTI M., 2000. *Predatori in azione.* Molinari P. (ed.): pp. 124.
- MÜLLER J. P. & STECHER R., 1997. *L'orso speléo nelle Alpi.* Museo Scienze Naturali Alto Adige, Bolzano: pp. 60.
- MUSIANI M, 1997. *E' scritto nel sangue il segreto dei suoi sogni.* Oasis, 5: 106-109.
- MUSTONI A., LATTUADA E., CARLINI E., CHIARENZI B., CHIOZZINI S., JIMENEZ- ALFARO B., 2000. *Progetto Life Ursus: tutela della popolazione di orso bruno del Brenta.* Rapporto finale. Parco Naturale Adamello Brenta: pp. 130. Non pubblicato.
- MUSTONI A., 2004. *L'orso bruno sulle Alpi: biologia, comportamento e rapporti con l'uomo.* Nitida Immagine Editrice, Cles (TN): pp. 236.
- MYSTERUD I, 1995. *Characteristics of summer beds of European brown bears in Norway.* Int. Conf. Bear Res. And Manag., 5: 208-222.

NELSON R.A., EDGAR FOLK JR.G., PFEIFFER E.W., CRAIGHEAD J.J., JONKEL C.J., STEIGER D.L., 1983. *Behavior, biochemistry and hibernation in black, grizzly and polar bears. Bear-Their Biology and Management*, 5: pp.284-290.

NELSON R. A., WAHNER H. W., JONES J. D., ELLEFSON R. D. & ZOLLMAN P. E., 1973. *Metabolism of bears before, during and after winter sleep. Am. J. Physiol.*, 224: 491-496.

NELSON R. A., 1989. *Nitrogen turnover and its conservation in hibernation. In: Living in the cold. Malan A. & Canguilhem B. (eds.). John Libbey, Eurotext Ltd: pp. 299-307.*

NOWAK R. M., 1991. *Walker's Mammals of the World. Vol. II. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London: pp. 1629.*

OHDACHI S. & AOI T., 1987. *Food habits of brown bears in Hokkaido, Japan. Int. Conf. Bear Res. and Manage.*, 7: 215-220.

ORMSETH O. A., NICOLSON M., PELLEYMOUNTER M. A. & BOYER B.B., 1996. *Leptin inhibits prehibernation hyperphagia and reduces body weight in arctic ground squirrel. Am. J. Physiol.*, 271: R1775-R1779.

OSTI F., 1975. *Contributo alla conoscenza delle abitudini alimentari dell'orso bruno delle Alpi (Ursus arctos L.). Studi Trentini di Scienze Naturali*, 52(4B): 231-255.

OSTI F., 1994. *L'orso bruno: per quanto tempo ancora in Trentino?* Ed. Arca, Trento: pp. 279.

OSTI F., 1999. *L'orso bruno nel Trentino. Distribuzione, biologia, consistenza e protezione della specie.* Ed. Arca, Trento: pp. 178.

PALOMERO G., FERNANDEZ A. & NAVES J., 1993. *Demografia del oso pardo en la Cordillera Cantabrica. In: El oso pardo en España. Naves J.Y. & Palomero G. (eds.). Colección Tècnica, Icona, Madrid.*

PASITSCHNIAK-ARTS M., 1993. *Ursus arctos*. *Mammalian Species*. American Society of Mammalogists, 439: 1-10.

P.A.T., 2006. *Portale ufficiale della Provincia Autonoma di Trento: Servizio Agricoltura*, Servizio Statistica e Sezione Protezione Civile del Trentino.

PAZZUCONI A., 1997. *Uova e nidi degli uccelli d'Italia*. Ed. Calderoni, Bologna: pp.655.

PEARSON A. M., 1975. *The northern interior grizzly bear Ursus arctos L.*. Can. Wildl. Serv. Rep. Ser., 34: pp. 86.

PEDROTTI F., MINGHETTI P., 1998. *Carta della vegetazione del Parco Naturale Adamello Brenta*. Dipartimento di Botanica ed Ecologia, Università degli Studi di Camerino.

PERROTTA I., 2002. *La reintroduzione dell'orso bruno sulle Alpi centrali: validazione del Modello di Valutazione Ambientale*. Tesi di Laurea, Università degli Studi di Milano. Non pubblicato.

PETRAM, W., KNAUER, F., AND KACZENSKY, P., 2004. *Human influence on the choice of winter dens by European brown bears in Slovenia*. *Biological Conservation* 119, 129-136.

PREATONI D., PEDROTTI L., 1997. I modelli di valutazione ambientale (MVA) come strumento per la pianificazione faunistica. *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina*, 26: 97-121.

PURROY F. J., CLEVINGER A. P., COSTA L. & SÁENZ DE BURUAGA M., 1988. *Demography of large mammals (wild boar, roe deer, red deer, wolf and brown bear) in the Riano National Hunting Reserve: an analysis of their predation on livestock*. *Biol. Ambient.*, 1 : 375-387.

QUINN G.P. & KEOUGH M.J., 2002. *Experimental Design and Data Analysis for*

*Biologists*. Cambridge University Press, UK: pp. 472

RADELOFF, V. C., A. M. PIDGEON, AND P. HOSTERT. 1999. *Habitat and population modelling of Roe Deer using an interactive Geographic Information System*. *Ecological Modelling* 114: 287-304.

RANDI E., GENTILE L., BOSCAGLI G., HUBER D. & ROTH H. U., 1994. *Mitochondrial DNA sequence divergence among some west European brown bear (Ursus arctos L.) populations. Lessons for conservation*. *Heredity*, 73 (5), 480-489.

R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2006. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

ROTH H.U., 1983. *Home ranges and movements patterns of European brown bears as revealed by radiotracking*. *Acta Zool. Fenn.*, 174: 143-144.

ROTH H.U., 1987. *La situazione dell'orso nell'Europa meridionale: evoluzione recente e prospettive*. In: *Atti del Convegno Internazionale "L'Orso nelle Alpi"*, Trento – San Romedio, 8-9 novembre 1986. *L'uomo e l'ambiente*, 8, Camerino: pp. 55-60.

SCHRÖDER, W., 1992. *Piano faunistico 1992 Parco Naturale Adamello Brenta*. Non pubblicato.

SERVHEEN, C. AND KLAVER, R., 1983. *Grizzly bear dens and denning activity in the Mission and Rattlesnake Mountains, Montana*. *International Conference on Bear Research and Management* 5, 201-207

SERVEEN C., 1990. *The status and conservation of the bears of the world*. *Int. Conf. Bear Res. And Manag.*, Monogr. Ser. 2: pp. 32.

SLOBODYAN A.A., 1976. *The European brown bear in the Carpathians*. *Int. Conf. Bear. Res. and Manag.*, 3: 232-242.

SWENSON J. E., WABAKKEN P., SANDEGREN F., BJÄRVALL A., FRANZÉN

- R. & SÖDERBERG A., 1995. *The near extinction and recovery of brown bears in Scandinavia in relation to the bear management policies of Norway and Sweden*. Wildl. Biol., 1(1): 11- 25.
- SWENSON J. E., SANDEGREN F., BRUNBERG S. & WABAKKEN P., 1997. *Winter den abandonment by brown bear (Ursus arctos): causes and consequences*. Wildl. Biol., 3: 35- 38.
- SWENSON J. E., JANSSON A., RIIG R. & SANDEGREN F., 1999. *Bears and ants: myrmecophagy by brown bears in central Scandinavia*. Can. J. Zool., 77: 551-561.
- SWENSON J.E., DAHLE B., GERLST N., ZEDROSSER A., 2000. *Action Plan for the conservation of the Brown Bear (Ursus arctos) in Europe*. Convention on the conservation of european wildlife and natural habitats. Oslo, 22-24 June 2000: pp. 112.
- SWENSON J. E. AND BALL J.P., 2007. *Selection of denning habitats by scandinavian brown bears*. Wildl. Biol., in press ( accepted in May 21 2007).
- TUMANOV I. L., 1998. *Reproductive characteristics of captive european brown bears and growth rates of their cubs in Russia*. Ursus 10: 63-65.
- WAITS L., PAETKAU D. & STROBECK C., 1999. *Genetics of the Bears of the World*. In: Bears. Status Survey and Conservation Action Plan. Servheen C., Herrero S. & Peyton B. (eds.). IUCN/SSC Bear and Polar Bear Specialist Groups. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK: pp. 25-32.
- WATTS P.D., JONKEL C., RONALD K., 1981. *Mammalian hibernation and the oxygen consumption of a denning black bear (Ursus americanus)*. Comp. Biochem. Physiol., 69: 121-123.
- WEAVER J. L., PAQUET P. C. & RUGGIERO L. F., 1996. *Resilience and conservation of large carnivore in the Rocky Mountains*. Conserv. Biol., 10(4): 964-976.
- WEBER P., 1987. *Observations of brown bear movements in the Hargita Moun-*

*tains, Romania*. Int. Conf. Bear Res. and Manage., 7: 19-21.

WESTIN L.K., *Receiver operating characteristic (ROC) analysis. Evaluating discriminance effects among decision support systems*. Department of Computing Science. Umeå University Sweden.

WIMSATT W. A., 1963. *Delayed implantation in the Ursidae, with particular reference to the black bear (Ursus americanus Pallas)*. In: *Delayed implantation*. Enders A. C. (ed.). Univ. Chicago Press, Chicago, Ill.: pp.69-77.

ZUNINO F., 1976. *Orso bruno Marsicano (Risultati di una ricerca sull'ecologia della specie)*. In: S.O.S. Fauna. *Animali in pericolo in Italia*. Pedrotti F. (ed.). WWF, Camerino: pp. 603- 710.

ZUNINO F., 1988. *Osservazioni sullo svernamento di un individuo di orso bruno (Ursus arctos) nel Parco Nazionale d'Abruzzo*. Pescasseroli, pp. 86.

*Il primo di questa lunga lista di grazie lo rivolgo alla Professoressa Fiorenza De Bernardi, che per la seconda volta, senza esitazioni, ha accolto la mia richiesta di tesi offrendomi la possibilità di fare un'esperienza unica e irripetibile.*

*Il secondo grazie, è per tutti i restanti Professori, e i loro validi "aiutanti", del mio corso di laurea, perchè hanno saputo far crescer in me la passione per le scienze naturali!*

*Il terzo grazie, e poi smetto di contarli, è tutto dedicato al Parco Naturale Adamello Brenta, con particolarissimo riguardo per l'Ufficio Fauna e i suoi Guarda Parco. Grazie ad Andrea, per avermi insegnato, guidato e ascoltata in ogni mio dubbio e perplessità, a Eugenio per la sua inesauribile pazienza e simpatia, a Filippo per la sua sincerità e chiarezza, a Roberta per la sua super disponibilità e comprensione, a Simonetta per la sua determinazione e audacia, a Giulia per i suoi sorrisi e la sua generosità e a Viviana per i suoi consigli.*

*Un grazie straordinario a Angelo per i suoi profondi e fieri insegnamenti....!*

*Grazie anche al gruppo dell'Università di Varese, in particolare a Damiano, per ogni sua spiegazione e per la sua geniale passione.*

*Ricominciamo con ordine, questo era solo l'inizio.....*

*Voglio gridare grazie a tutti i miei compagni di corso e a tutti gli amici biologi incontrati negli ultimi 5 anni, grazie per ogni esame superato insieme, per ogni parola di conforto e incitamento, per ogni risata, fumata, chiacchierata, per tutte le giornate trascorse insieme fino all'ora dell'aperitivo e per tutte le passioni condivise. Grazie a Claudia, Perna, Matilde, Laura, Francesca, Ale, Silva, Pepe, Sara, Edu, Elsa, Farfu, Andre, Nau, Dimi, Baio e a tutti gli altri.....*

*Grazie a Samantha, per la sua costante presenza nella mia vita, perchè ogni momento passato insieme sia indimenticabile....grazie anche a Korinna, Marina, Meri perchè so di poter sempre contare su di loro!*

*Grazie alle mie compagne di tesi Diana e Giulia che hanno saputo condividere con me intere giornate da camoscio...muflone...*

*Grazie a tutti i tesisti conosciuti al Parco, sia i coinquilini di Mavignola che di la-  
vrè, grazie Eleonora perchè hai condiviso con me momenti belli e brutti...grazie  
Dimitri perchè hai saputo ascoltarmi anche quando non parlavo... grazie Gerri  
perchè alla fine siamo riusciti a capirci.... grazie Elena perchè hai saputo com-  
prendere il mio segreto...e grazie a Michele, che non viveva con noi, ma era  
spesso presente!!*

*Un ringraziamento speciale va a chi ha condiviso con me, anche se solo per  
poco, l'esperienza di trovare una tana di orso....grazie a tutti i tanologi ....e in par-  
ticolare a Enrico e Matteo per avermi accompagnata in questo strano viaggio!*

*E ora passiamo a tutti quelli che ci sono sempre stati e che ci saranno sempre...*

*Un grazie senza mai fine va alla mia famiglia, a mio padre e mia madre che senza  
troppe domande ma con tanti sacrifici hanno sempre appoggiato le mie passioni  
e mi hanno permesso di assecondare i miei desideri.*

*Ringrazio i miei fratelli, che mi hanno sempre dato un'altra possibilità e che sep-  
pur tanto diversi da me non mi hanno mai giudicata.....*

*Un grazie è dedicato a Michela e Guiscardo perchè non mi hanno mai fatto sen-  
tire sola....perchè con i loro sorrisi non mi fanno mai smettere di essere felice!*

*Grazie a tutto il resto della famiglia, zie, zii cugine, cugini e cuginetti....e a chi  
seppur ora lontano c'è stato sempre!*