



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TORINO

FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE FISICHE E NATURALI

Corso di Laurea Magistrale in Evoluzione del Comportamento Animale e dell'Uomo  
Classe di laurea LM-60

Titolo

Interazioni preda-predatore: ecologia alimentare del Lupo (*C. lupus*) e  
comportamento anti-predatorio del Camoscio (*R. Rupicapra*) nelle Alpi  
Marittime.

Candidato:  
Matteo Rizzuto  
(Firma)

Relatore:  
Dott. Francesca Marucco  
(Firma)

Anno Accademico 2011-2012

## SOMMARIO

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>1</b>
<b>2. AREA DI STUDIO .....</b>	<b>6</b>
<b>3. MATERIALI E METODI .....</b>	<b>19</b>
<b>Analisi della Dieta .....</b>	<b>19</b>
<b>Analisi Comportamentali .....</b>	<b>24</b>
<b>Analisi Statistiche .....</b>	<b>26</b>
<b>4. RISULTATI .....</b>	<b>29</b>
<b>Ecologia Alimentare del Lupo (<i>C. lupus</i>) .....</b>	<b>29</b>
<b>Comportamento di Vigilanza del Camoscio (<i>R. rupicapra</i>) .....</b>	<b>45</b>
<b>5. DISCUSSIONE .....</b>	<b>66</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>i</b>

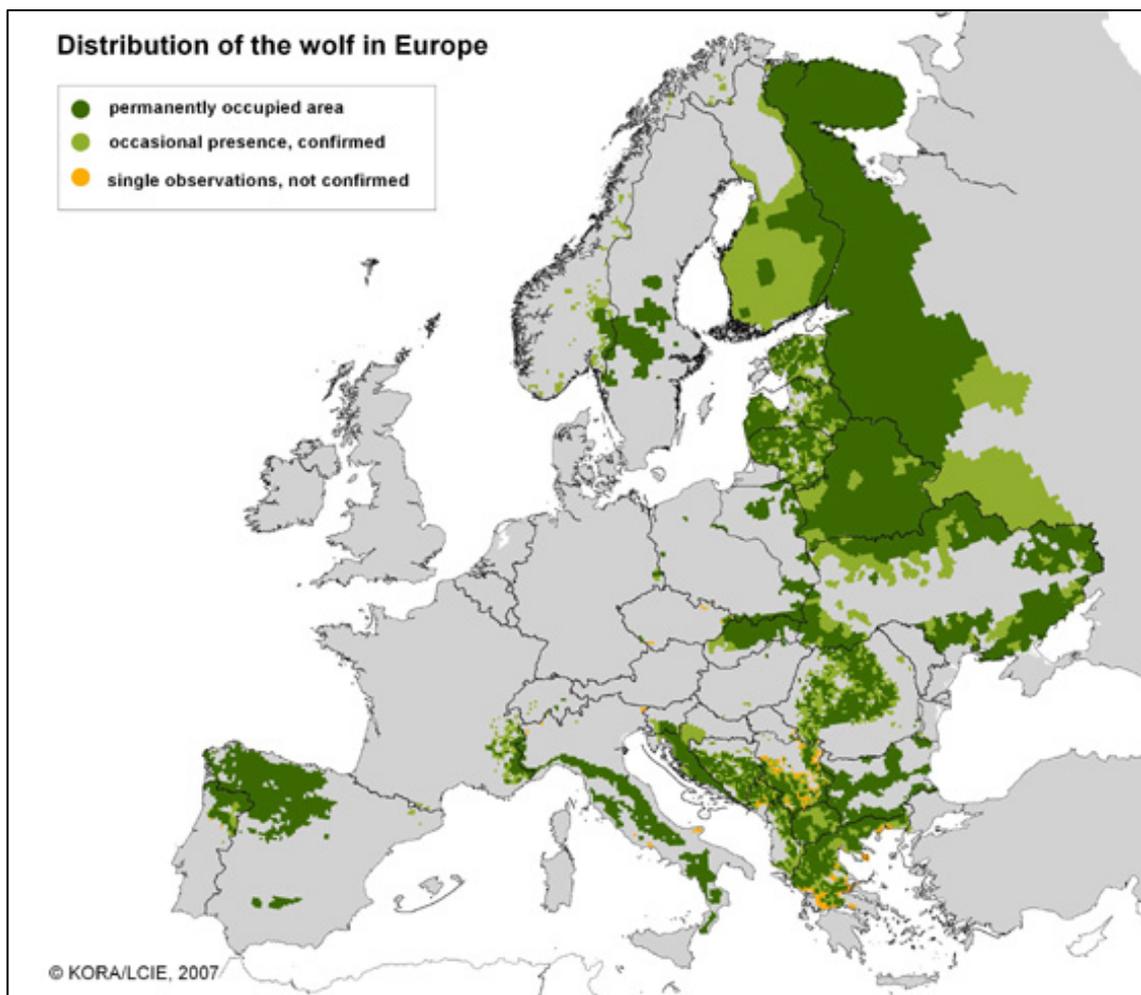
## 1. INTRODUZIONE

La ricolonizzazione delle Alpi Occidentali da parte del lupo italiano (*Canis lupus italicus*) è ormai entrata nel terzo decennio. Le prime evidenze di tale fenomeno si sono, infatti, registrate sul finire degli anni '80 e, successivamente, si sono collezionati i primi dati relativi alla presenza di branchi stabili nel Parc National du Mercantour prima (Pouille et al., 1997) e nel Parco Naturale del Gran Bosco di Salbertrand e nelle Valli Pesio e Tanaro poi (Marucco et al., 2010).

In passato, il lupo era il mammifero dalla maggior distribuzione globale, occupando gran parte dell'emisfero boreale oltre le latitudini di 15° N in Europa ed in America settentrionale e di 12° N in Asia, compreso l'intero subcontinente indiano e il Giappone. Tale ampia distribuzione si è fortemente ridotta, principalmente a causa della competizione con l'uomo: dopo secoli di costante persecuzione, durante l'intero corso del XX sec. si è assistito a diversi eventi di estinzione, che hanno interessato l'intero territorio degli Stati Uniti d'America, salvo le regioni dell'Alaska e del Minnesota, e tutte le nazioni dell'Europa centro-settentrionale, nonostante alcune popolazioni molto ridotte nel numero e isolate fra loro siano riuscite a sopravvivere in zone impervie di diversi paesi. Gli ultimi decenni del secolo, in particolare a partire dagli anni '70, hanno visto lo sviluppo di un lento e graduale fenomeno di espansione dei territori occupati da questo animale, con ricolonizzazione progressiva di sempre più aree precedentemente occupate, in particolare in Nord America ed Europa (Boyd & Pletscher, 1999; Fabbri et al., 2007; **Fig. 1**).

Le cause di un tale fenomeno sono molteplici. Il lupo presenta una straordinaria capacità di dispersione, parte integrante della biologia di questa specie, che le permette di raggiungere e colonizzare zone anche a diverse centinaia di chilometri di distanza da quelle d'origine (Merrill & Mech, 2000). Inoltre, nel corso del 1900, si è verificata una generale cessazione dei programmi di persecuzione volti a contrastare la presenza di questa specie, con l'attuazione invece di misure protezionistiche promosse da implementazione, nella legislazione di diversi stati, di leggi a tutela di questa specie. Infine, una terza causa si può ricercare nel progressivo e costante abbandono delle aree di campagna e montane, a favore delle città di pianura, da parte delle popolazioni umane, fenomeno che ha portato a una diminuzione delle occasioni di conflitto fra le due specie. In Italia, il processo di eradicazione del lupo dall'intero arco alpino venne completato negli anni '20 del secolo scorso mentre,

sull'Appennino, le aree più impervie e di difficile accesso permisero il mantenimento di uno sparuto numero di popolazioni (Boitani, 1992). In concomitanza con i fenomeni registrati in altre parti del mondo, a cominciare dal decennio '70-'80 del 1900, si è assistito a un progressivo aumento delle aree interessate dalla presenza del lupo sull'Appennino. Data la particolare conformazione della penisola italiana e l'esistenza di un corridoio naturale fra le sue principali catene montuose, nella forma dell'Appennino Ligure, la specie poté espandersi anche verso Nord, arrivando sulle Alpi sul finire degli anni '80 e insediandosi in forma stabile nei primi anni '90.



**Figura 1.** Mappa della distribuzione del lupo in Europa. In verde scuro le aree di presenza stabile, in verde chiaro le aree di presenza occasionale. In giallo le zone caratterizzate da osservazioni non confermate. Tratta dall'Online Information System del Large Carnivores Initiative for Europe - LCIE ([www.lcie.org](http://www.lcie.org)).

In Piemonte, secondo i dati disponibili per l'ultima stagione di campionamento 2010-2011, si può individuare un areale di presenza di questa specie che interessa le quattro province, rispettivamente da est a nord-est, di Alessandria, Cuneo, Torino e Biella. All'interno di queste zone, il lupo occupa in maniera stabile, con branchi attivamente riproduttivi, le aree delle

Valli Tanaro e Varaita (Provincia di Cuneo, 9 branchi), delle Valli Susa, Chisone e Germanasca (Provincia di Torino, 5 branchi) e delle Valli Curone, Borbera, Spinti, Lemme oltre all'area del Parco Naturale delle Capanne di Marcarolo (Provincia d'Alessandria, 3 branchi). A queste, si aggiungono aree occupate in maniera saltuaria, quali le zone di confine italo-francese nella Provincia di Cuneo, interessate dalla presenza occasionale di branchi francesi, o aree in cui si hanno segnali sporadici o non si hanno evidenze di un ritorno di tale animale: in particolare, le aree di pianura e delle province di Vercelli e del Verbano-Cusio-Ossola (Marucco & Avanzinelli, 2011). Le analisi genetiche condotte sugli individui che compongono la popolazione piemontese hanno evidenziato, recentemente, come l'intera popolazione alpina attuale di lupo sia stata generata da esemplari in dispersione provenienti dalla popolazione appenninica italiana (Fabbri et al., 2007).

La ricolonizzazione delle Alpi da parte del lupo è un fenomeno gravido di conseguenze e ripercussioni, che si manifestano su numerosi e differenti livelli. Da un lato, si hanno importanti ricadute e implicazioni per quello che riguarda l'uomo e le sue attività, in termini sociali, economici e culturali. Fin dall'inizio di tale fenomeno, molto elevato è stato l'interesse della comunità scientifica italiana e internazionale. Di concerto con le autorità politiche, con lo scopo di studiare, monitorare e gestire questa importante situazione, nel 1999 si è avviato il progetto: *“Il lupo in Piemonte: azioni per la conoscenza e la conservazione della specie, per la prevenzione dei danni al bestiame domestico e per l'attuazione di un regime di coesistenza stabile tra lupo ed attività economiche”*, con il fine di studiare e monitorare la specie e, di concerto, comunicare, educare e supportare il pubblico e le attività economiche presenti in loco. Tale entità, denominata più semplicemente “Progetto Lupo Piemonte”, inizialmente finanziato nella cornice dell'INTERREG II Italia-Francia (1994-1999), ha ricevuto a partire dal 2001 risorse regionali, sulla base della legge 3 aprile 1995, n. 47, “Norme per la tutela dei biotopi”. Di fondamentale importanza è la collaborazione con numerosi enti: le Aree protette regionali, nazionali e internazionali interessate dalla presenza della specie; le Provincie; le Associazioni di categoria di cacciatori e allevatori; i ricercatori di diverse Università; i Servizi Sanitari regionali (A.S.L.) e, infine, il Corpo Forestale dello Stato. Scopo dichiarato del Progetto è il recupero e il mantenimento di popolazioni vitali di lupo in quest'area, in regime di coesistenza con l'uomo e le sue attività socio-economiche. Con “vitale” si intende un numero di branchi tale per cui la popolazione possa considerarsi al riparo dalle probabilità di estinzione dovute a cause genetiche, di casualità demografica e a modificazioni dell'habitat (Boitani et al., 2005). In Piemonte è inoltre nato il “Centro

Conservazione e Gestione Grandi Carnivori”, che coordina l’attività ed il lavoro giornaliero dei numerosi ricercatori, tecnici, veterinari, tesisti, e volontari nel raccogliere, catalogare ed analizzare i segni della presenza di tale animale, coadiuvati dal servizio di vigilanza del Corpo Forestale dello Stato, dalle Guardie Provinciali e dai Guardia Parco. In un contesto spesso transfrontaliero, come quello dello studio del lupo sulle Alpi, si è resa negli anni necessaria la presenza di un organismo di ricerca e collaborazione internazionale che permettesse una migliore copertura del fenomeno. Con tale scopo in mente, nel 2002 è nato il Wolf Alpine Group, che coinvolge Italia, Francia e Svizzera, per permettere di concordare ed attuare strategie di monitoraggio comuni e di condividere le conoscenze da esse ottenute (Marucco et al., 2010). Le caratteristiche di bassa densità, attività notturna ed elusività nei confronti dell’uomo (Ciucci et al., 1996), unite alla volontà dei ricercatori di recare il minor disturbo possibile agli animali hanno portato alla selezione di tecniche di raccolta dati prettamente non invasive. Fra queste, l’analisi della distribuzione spaziale e temporale degli animali è condotta con i metodi dello *snow-tracking* invernale, seguendo le tracce di lupo su neve, e del *wolf-howling*, induce risposte vocali dai lupi riproducendone gli ululati, mentre lo studio della loro ecologia alimentare e della variabilità e composizione genetica della popolazione utilizza principalmente le metodologie di raccolta degli escrementi.

D’altro canto, anche le implicazioni e conseguenze di un tale fenomeno a livello ecologico sono spesso di difficile quantificazione, di alto interesse scientifico e conservazionistico. Le caratteristiche di lunga assenza del lupo dall’arco alpino e del suo naturale ritorno, rendono questa zona uno straordinario esperimento naturale, il cui potenziale informativo è tuttora sconosciuto. In condizioni naturali, un ecosistema è normalmente caratterizzato dalla presenza di alcune specie di predatori e diverse specie di prede. Entrambe queste categorie sono caratterizzate da bisogni comuni, alimentazione e riproduzione in primis, che ne condizionano l’intera vita. La relazione di conflitto che si instaura fra queste due categorie genera l’insorgenza di numerose e complesse interazioni, regolate da adattamenti fisici, ecologici e comportamentali che permangono e si affinano grazie al mantenimento della competizione nel tempo evolutivo. Entrambe le categorie di specie coinvolte sono attivamente impegnate nel contrastare gli adattamenti messi in atto l’una contro l’altra, in una “corsa agli armamenti” che si evolve nel tempo, fino a che una delle due non prende il sopravvento (Crosmary et al., 2012; Halofsky & Ripple, 2008; Krebs & Davies, 2002; Lima & Dill, 1990).

In questo contesto, la scomparsa ed il ritorno, dopo lungo tempo, dei predatori da un particolare ecosistema sono fenomeni spesso collegati a mutamenti nelle relazioni trofiche

all'interno dell'ambiente interessato, a cambiamenti nelle abitudini e nei comportamenti di buona parte delle altre specie animali presenti, in particolare in quelle specie più spesso interessate dalla predazione da parte del lupo e, infine, anche in modifiche delle condizioni e distribuzione delle specie vegetali. Evidenze in tal senso si sono riscontrate in diverse aree del Nord America, in particolare nello Yellowstone National Park (WY) e nella Blue Range Wolf Recovery Area (AZ), caratterizzate dalla presenza di condizioni ambientali e insiemi di specie animali e vegetali differenti (Beschta & Ripple, 2010; Ripple et al., 2001).

Nel caso particolare del lupo presente sull'arco alpino, il periodo di assenza di questo predatore copre un arco di oltre 70 anni, contemporaneo inoltre alla presenza minimale, al limite dell'estinzione, degli altri due grandi predatori alpini: l'orso (*U. arctos*) e la Lince (*L. lynx*). Dal momento del ritorno del lupo in forma stabile su queste montagne, gli animali più direttamente interessati dall'attività predatoria di questa specie sono gli erbivori appartenenti al gruppo degli ungulati, in particolare gli ungulati selvatici, come dimostrato da precedenti studi condotti in loco (Ciampichini, 2006; Boeri, 2007; Guerriero, 2007; Regine, 2008).

Nel periodo di assenza del lupo, le popolazioni di ungulati selvatici presenti su tutto l'arco alpino si sono profondamente modificate, andando incontro a un aumento delle loro dimensioni e del loro areale di distribuzione, modificando i propri comportamenti di difesa, di alimentazione e di selezione dell'habitat per adeguarsi a una pressione predatoria, se non assente, molto ridotta come entità, ed è il caso dell'aquila reale (*A. chrysaetos*) che preda principalmente piccoli dell'anno, o nel tempo, come nel caso delle attività venatorie umane che risultano sempre più strettamente regolamentate e limitate durante il corso dell'anno.

Rappresentative, in questo senso, sono le situazioni che si riscontrano, ad esempio, per il camoscio, che presenta una densità ormai molto elevata nell'area del Parco Naturale delle Alpi Marittime, e del cinghiale, che si è negli anni diffuso a tutto l'arco alpino, raggiungendo numeri anche imponenti ed entrando sempre più spesso in conflitto con le attività antropiche di agro-silvo-pastorizia. Nel contesto delle interrelazioni trofiche descritto poco sopra, appare quindi importante compiere studi che prendano in considerazione, allo stesso tempo, l'ecologia alimentare del lupo e le risposte comportamentali messe in atto dalle sue prede. Oltre alla più approfondita conoscenza scientifica delle modalità con cui si presenta, e si evolve, la dieta del lupo in questo ambiente, un tale approccio consente di osservare anche le modalità con cui specie-preda da lungo tempo disabitate alla presenza di un predatore rispondono ad una sua graduale, ma costante, ricomparsa.

Gli obiettivi che si pone questo studio, pertanto, sono due:

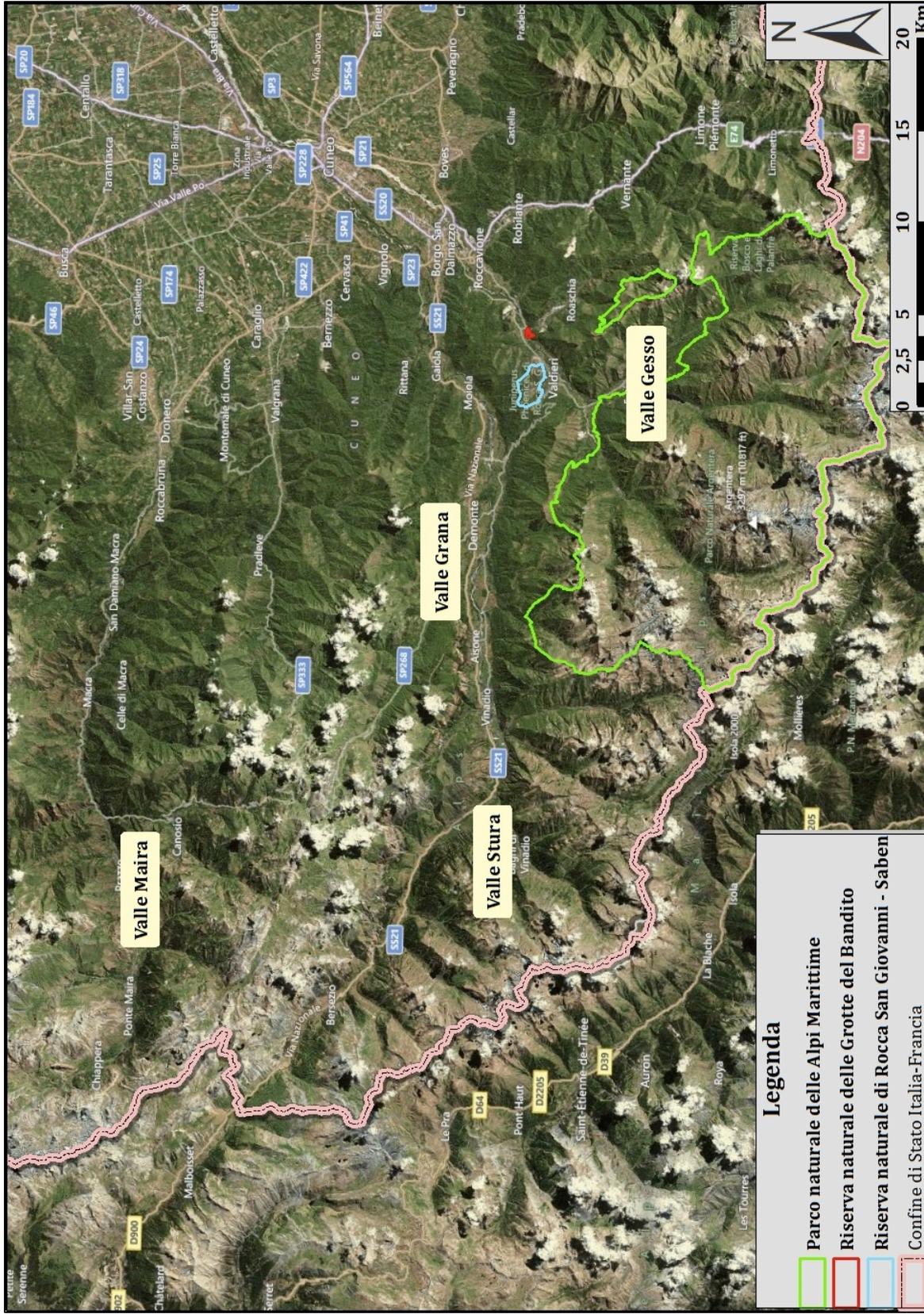
- Analizzare la dieta dei branchi di lupi nelle aree Valle Gesso e Valle Stura-Maira, in Provincia di Cuneo, evidenziando eventuali differenze nell'utilizzo delle diverse specie-preda presenti, selvatiche e domestiche, per meglio comprenderne l'uso operato dal predatore, in continuità con i precedenti studi svolti nell'area;
- Quantificare e analizzare il Comportamento di Vigilanza di una popolazione di camoscio (*Rupicapra rupicapra*), confrontando aree caratterizzate da alta e bassa frequentazione da parte del lupo, e individuare i fattori che ne influenzano l'intensità, al fine di valutarne l'acquisizione a seguito della ricolonizzazione da parte del predatore.

## 2. AREA DI STUDIO

### 1. *Le Valli Gesso, Stura e Maira.*

Il presente studio è localizzato nelle Alpi Occidentali, in particolare nelle Alpi Marittime e Cozie meridionali, coinvolgendo i branchi di lupo delle valli Gesso, Stura, Maira e Grana e le popolazioni di camoscio del Parco Naturale delle Alpi Marittime (**Fig. 2**).

Il cuore delle Alpi Marittime, e delle valli Gesso e Stura, è costituito dal Massiccio Cristallino dell'Argentera, il cui versante italiano è caratterizzato da una particolare asprezza del paesaggio e dalle altitudini maggiori riscontrabili in questa regione: la Cima Nord (3.286 m. s.l.m.) e la Cima Sud (32.97 m. s.l.m.). Derivante dall'orogenesi ercinica, il massiccio ha una forma vagamente ellittica, con l'asse maggiore orientato in direzione nordovest-sudest. L'altitudine minima registrata è di 750 m. s.l.m.. Come dice il nome, questo massiccio è composto principalmente da rocce cristalline di origine profonda, in particolare gneiss e marmi, cui si aggiungono coperture sedimentarie di origine successiva, situate nelle zone periferiche. Dal punto di vista morfologico, nella parte centrale del massiccio domina un paesaggio aspro, caratterizzato da pareti a picco e vette appuntite, in cui è il substrato roccioso è spesso completamente esposto. A questa situazione fa da contrasto la zona periferica, in cui la presenza di rocce sedimentarie (soprattutto calcari) rende più facile la colonizzazione da parte di specie vegetali.



**Figura 2.** Mappa generale dell'area di studio. Sono evidenziate le valli occupate dai branchi di lupo coinvolti ed i confini delle aree protette.

Le Alpi Cozie sono invece caratterizzate da rocce di diversa natura, siliceo-carbonatica, benché non manchino evidenze di rocce dalla maggior durezza, in particolare nel cosiddetto Massiccio cristallino Dora-Maira. La valle Maira si caratterizza per la presenza di due gruppi separati di rocce, di diversa derivazione. Il versante sinistro orografico è caratterizzato, fra i comuni di Dronero e Stroppa, dalle propaggini più meridionali del Massiccio cristallino Dora-Maira, che risulta composto da rocce metamorfiche, quali gneiss e graniti. Le montagne comprese in questa porzione della valle si presentano, quindi, con caratteristici profili duri, aspri e rocciosi. La zona meridionale della valle, sul versante destro orografico, è invece caratterizzata dalla presenza in bassa valle di rocce più fragili, di natura dolomitica; l'alta valle è invece caratterizzata da fasce di calcescisti. La valle Grana, situata a ridosso della pianura cuneese, si caratterizza per una presenza ancora maggiore di formazioni sedimentarie, di varia derivazione, ed una quasi totale assenza di rocce cristalline.

La valle Gesso ha una caratteristica forma a pianta triangolare, derivante dalla ramificazione in valle Gesso di Valletta e valle Gesso di Entracque qualche chilometro dopo l'abitato di Valdieri. E' una valle ampiamente modificata dall'azione glaciale, con caratteristiche valli a U che si dipartono dal fondovalle principale. Quest'ultimo ha andamento sud-ovest, che si mantiene anche nella valle Gesso di Valletta. La valle Gesso di Entracque, invece, si dirama in direzione sud-est. Per la sua particolare posizione, la valle Gesso costituisce una sorta di "cerniera" fra le porzioni delle Alpi Marittime caratterizzata da valli ad orientamento nord-sud e quella con valli orientate da est a ovest. I principali corsi d'acqua della valle Gesso sono i torrenti Gesso di Valletta e Gesso della Barra, che confluiscono a formare il Torrente Gesso appena fuori dal territorio del Parco, poco prima dell'abitato di Valdieri. Costante è, inoltre, la presenza di circhi glaciali estinti e conche di escavazione glaciale, che danno origine ai numerosi laghi presenti in questa zona. E' da rilevarsi anche la presenza d'imponenti bacini artificiali, costruiti nel Vallone delle Rovine negli anni antecedenti l'istituzione dell'area protetta. Per quanto riguarda il clima, l'intera valle beneficia dell'influsso mitigante del vicino Mar Ligure, che genera estati calde e soleggiate e mitiga gli inverni. Importante è la presenza di microclimi, determinati da particolari condizioni geologiche o morfologiche, che hanno permesso l'instaurarsi di numerosi endemismi che rendono questa zona una delle più importanti a livello mondiale per quanto riguarda la varietà e la rarità delle specie, animali e vegetali, presenti. Esempio ne è la "Riserva Speciale *Juniperus phoenicea*", le cui formazioni rocciose sono costituite principalmente da calcare e dolomia ed hanno orientamento meridionale. Grazie a queste caratteristiche, l'area presenta un clima spiccatamente

mediterraneo, che favorisce la permanenza di specie vegetali e animali tipici di zone molto più meridionali quali, ad esempio, il ginepro di Fenicia che dà il nome alla Riserva. Le precipitazioni in valle Gesso si attestano attorno ai 1400 mm annuali (valore calcolato per il decennio 1990-1999) e presentano due picchi annuali, in autunno e primavera. La neve è presenza comune durante i mesi invernali, con precipitazioni abbondanti e una copertura al suolo che perdura da Dicembre fino ad Aprile, con punte massime di freddo che si registrano a Gennaio. Parte del territorio della Valle Gesso, inoltre, costituisce l'area protetta del Parco Naturale delle Alpi Marittime, nata nel 1995 dall'unione del Parco naturale dell'Argentera con la Riserva del Bosco e dei Laghi di Palanfrè. I confini del Parco racchiudono 27.850 ettari di territorio montano, cui si aggiungono i 224 ha. della Riserva Speciale *Juniperus phoenicea* retrostante l'abitato di Valdieri. Comprende entrambe le vallate del Gesso di Valletta e di Entracque ed interessa i territori comunali di Aisone, Entracque, Roaschia, Valdieri e Vernante. E' inoltre situato a ridosso del Confine di Stato fra Italia e Francia e, in forza di ciò, si trova direttamente adiacente al Parc National du Mercantour, con il quale è gemellato dal 1987 e confina per oltre 35 km.

La valle Stura è situata a nord della valle Gesso, ha una lunghezza di circa 50 km e si situa a cavallo fra le Alpi Marittime e Cozie, sviluppandosi lungo l'omonimo fiume, principale tributario del fiume Tanaro. Segue, inizialmente, un orientamento est-ovest, per poi ramificarsi in corrispondenza della frazione Pianche, da cui il fondovalle principale si sviluppa in direzione nord-ovest. In direzione sud-ovest, invece, si apre il vallone secondario di San Bernolfo. Oltre che con la valle Gesso, confina a ovest con le valli francesi della Tinée e dell'Ubaye; a nord con la valle Maira e a nord-est con la valle Grana. Presenta numerosi valloni laterali, in particolare sul versante destro orografico, verso la Valle Gesso, con cui è messa in comunicazione dal valico della Madonna del Colletto. Il clima è più asciutto rispetto alle circostanti vallate, in conseguenza del differente orientamento che condiziona l'afflusso dell'aria calda marina dal vicino Mar Ligure. I due versanti sono molto diversi per quanto riguarda la copertura arborea. Sul versante esposto a sud, domina una vegetazione termofila, con querceti (*Quercus* spp.) e arbusteti nelle zone più basse, che lasciano il passo a pinete di pino silvestre (*P. sylvestris*) e lariceti (*L. decidua*) che, alle quote più elevate, sono sostituite dall'ambiente di prateria alpina. Il versante esposto a nord è invece caratterizzato da estese aree a castagneti (*C. sativa*) e faggeti (*F. sylvatica*) alle quote minori, mentre si ritrova l'abete bianco (*A. alba*) nelle zone a maggior elevazione. E' inoltre caratterizzata dalla presenza di tre Siti di Interesse Comunitario: il Gruppo del Tenibres, situato nel vallone del Piz; il Colle e

Lago della Maddalena, nella valle del Puriac; il torrente Stura di Demonte, nel tratto compreso fra l'abitato di Demonte e di Roccasparvera.

La valle Maira, attraversa dal torrente omonimo, fa parte delle Alpi Cozie e si sviluppa in maniera costante lungo una direttrice est-ovest. L'alta valle è caratterizzata dalla presenza di ramificazioni laterali di grandi dimensioni, a differenza dalla porzione bassa. La valle Maira propriamente detta termina in corrispondenza della frazione Saretto, da cui parte la Valle del Maurin, in direzione nord-ovest. Da notare, inoltre, la presenza dell'altopiano della Gardetta in corrispondenza del confine meridionale con le Valli Stura di Demonte e Grana. I due versanti della valle si differenziano per il tipo di flora che ospitano: il versante sud, caratterizzato da un microclima più umido, permette la crescita di vaste foreste a latifoglie, in particolare castagneti (*C. sativa*) e faggete (*F. sylvatica*) alle quote più basse, che si mischiano a lariceti (*L. decidua*) e pinete a quote più elevate. Il versante nord, invece, più secco, favorisce un'ampia crescita di questi ultimi, assieme a vaste abetaie, a discapito delle latifoglie. Ospita, inoltre, la Riserva naturale dei Ciciu del Villar, istituita nel 1989 nelle vicinanze dell'abitato di Villar San Costanzo, che si estende su circa 64 ha. del territorio comunale. In valle Maira sono anche situati due Siti di Interesse Comunitario: le Sorgenti del torrente Maira, bosco di Saretto e Rocca Provenzale, situato alle pendici del Vallone del Maurin; le Stazione di *Euphorbia vulliniana* Belli, sul versante sinistro orografico.

La valle Grana presenta dimensioni minori rispetto alle precedenti, sviluppandosi per circa 24 km, da Caraglio fino al Colle Fauniera (2.511 m. s.l.m.). Unica, fra quelle considerate, a non confinare con la Francia, presenta altitudini modeste ed è attraversata dal torrente Grana, che sfocia nel torrente Maira nel territorio del comune di Cavallermaggiore. A livello di habitat, la bassa valle è dominata dalla pianura, che ospita vegetazioni arbustive, boschi planiziali padani e, soprattutto, coltivi. Sui versanti montani, alle quote più basse dominano i querceti (*Q. pubescens*) e le pinete di pino mugo (*P. mugo*), insieme a castagneti (*C. sativa*) e faggeti (*F. sylvatica*), per arrivare infine alle praterie subalpine oltre i 1700 m. s.l.m. Anche la valle Grana, inoltre, ospita due Siti di Interesse Comunitario: la Stazione dei Muschi calcarizzanti di Comba Seviana e Comba Barmarossa e le Stazioni floristiche di Pradleves, entrambe sul versante sinistro orografico.

Limitatamente al territorio del Parco Naturale delle Alpi marittime, sia la flora che la fauna si presentano ricche e diversificate. La vegetazione arborea, a livello del piano montano è predominata dal castagno (*C. sativa*), che forma estese foreste, cui fa seguito il faggio (*F. sylvatica*); l'abete bianco (*A. alba*) e l'abete rosso (*P. abies*) sui versanti ombrosi e riparati;

mentre il larice (*L. decidua*) preferisce i versanti esposti al sole. Fra gli arbusti, troviamo il lampone (*R. idaeus*), il sambuco montano (*S. racemosa*), il mirtillo (*V. myrtillus*) e diversi generi di felce. Il già citato *Juniperus phoenicea*, il ginepro della Fenicia, occupa la medesima fascia altitudinale all'interno dell'omonima Riserva Naturale. Nel piano subalpino, sono invece diffuse le formazioni a pino mugo (*P. mugo*), spesso accompagnate da gineprai (*J. compunsi* subsp. *nana*) e formazioni a rosa canina (*R. canina*) o rododendro (*R. ferrugine*). A dominare quest'altitudine sono, però, le praterie di *Festuca* spp. ed altre piante erbacee. Tipici di queste zone sono i cosiddetti "gias", aree in cui il suolo ricco di sostanze organiche indecomposte permette l'instaurarsi di una ricca copertura vegetale che viene sfruttata dall'uomo, durante l'estate, con la tecnica dell'alpeggio. Infine, tipiche del piano alpino (2200-3000 m. s.l.m.) sono le popolazioni endemiche di *Saxifraga florulenta*, *G. tenda* e *S. cordifolia*, spesso associate a *Primula* spp. e *Artemisia* spp., che occupano le fratture e le nicchie presenti sulle numerose pareti rocciose esposte. Le zone più umide sono invece caratterizzate da un'alta concentrazione di specie igrofile, quali muschi e *Saxifraga stellaris*. Infine, nelle zone caratterizzate da pietraie, troviamo soprattutto *Viola* spp., *A. nana* e *L. alpinum*.

Per quanto riguarda la fauna, sempre limitando la descrizione al solo territorio del Parco, quest'ultimo è nuovamente molto ricco, ospitando numerose specie di mammiferi, uccelli, rettili, anfibi e insetti. Limitatamente ai mammiferi, di primaria importanza sono gli ungulati selvatici, rappresentati dalle Famiglie dei Bovidae, Cervidae e Suidae: in particolare, camoscio, stambecco, cervo e capriolo sono considerate specie autoctone di questa zona, a differenza di muflone e cinghiale. Il camoscio alpino (*R. rupicapra*), animale simbolo del parco, è certamente il più diffuso: nel 2006, la sua popolazione all'interno del parco raggiungeva i 500 individui, cui si aggiungevano circa 4000 esemplari nelle terre limitrofe ma esterne all'area protetta. Fa seguito lo stambecco (*C. ibex*), con circa 1500 capi nell'area transfrontaliera, che occupa in maniera omogenea tutti gli ambienti dell'area protetta, sebbene ad altitudini più elevate rispetto al camoscio. Molto frequente è anche il capriolo (*C. capreolus*), che è in fase di forte espansione, osservato con regolarità anche in Valle Gesso, ove occupa aree comprese fra 800 e 1000 m. s.l.m.. Il cervo (*C. elaphus*) ed il muflone (*O. musimon*) sono anch'essi presenti nel territorio di analisi, specialmente al di fuori dell'area protetta dal Parco delle Alpi Marittime: il primo è presente quasi esclusivamente nella Valle Stura, in cui si contano circa 700 capi; il secondo si presenta nei territori del Parco nel periodo compreso fra Aprile e Ottobre e la sua popolazione non supera i 260 capi. Infine, numerosa e

in costante crescita è la popolazione di cinghiali (*S. scrofa*), ormai comune anche a quote elevate. Ad eccezione del camoscio e del cinghiale, le restanti specie di ungulati menzionate sono state, a vario titolo, oggetto d'iniziative di reintroduzione, mirate a riparare i danni prodotti, nel XIX sec., da una pressione venatoria molto elevata. Inoltre, agli erbivori selvatici si aggiungono, nei mesi estivi da Maggio a Settembre, le popolazioni d'alpeggio dei più comuni ungulati domestici: la capra (*capra hircus*), la pecora (*Ovis aries*) e il bue domestico (*Bos taurus*). Per quanto riguarda i Carnivori, tra i Canidi, all'interno del territorio dell'area protetta, si trova anche la volpe rossa (*V. vulpes*) mentre, fra i Mustelidi, s'incontrano specie quali il tasso (*M. meles*), la martora (*M. martes*), la faina (*M. foina*), la donnola (*M. nivalis*) e l'ermellino (*M. erminea*). Per quanto riguarda i mammiferi di minori dimensioni, molto presenti nel parco sono i Roditori, fra cui la marmotta (*M. marmota*), lo scoiattolo (*S. vulgaris*), il ghiro (*G. glis*), il quercino (*E. quercinus*), le arvicole (*Clethrionomys* spp. e *Pitymys* spp.) e i topi selvatici (*Apodemus* spp.). La classe Aves, infine, è rappresentata da oltre settanta specie nidificanti, appartenenti a ventotto Famiglie diverse. Tra queste, le più importanti da un punto di vista conservazionistico sono i Galliformi, con il gallo forcello (*L. tetrix*), la coturnice (*A. graeca*) e la pernice bianca (*L. muta*), e i Passeriformi, in particolare quelli di ambiente aperto come il gracchio (*P. graculus*), il calandro (*A. campestris*), l'averla piccola (*L. collurio*) e l'ortolano (*E. ortulana*). Il Parco Naturale delle Alpi Marittime è, inoltre, coinvolto nel Progetto Internazionale di Reintroduzione del gipeto (*G. barbatus*) sull'arco alpino.

In passato, le Alpi erano anche caratterizzate dalla presenza di almeno tre grandi predatori terrestri: il lupo (*C. lupus*), l'orso (*U. arctos*) e la lince (*L. lynx* subsp. *alpina*). Con l'espansione delle comunità umane alpine e l'aumentare d'importanza delle attività agropastorali, la coesistenza divenne man mano più difficile, culminando con l'eradicazione del lupo dall'intero arco Alpino. L'orso subì il medesimo destino, sopravvivendo in unica popolazione sulle Dolomiti del Brenta, composta da 2-3 individui, che solo da pochi anni ha cominciato a dare i primi segnali di ripresa. Nel corso del secolo appena concluso, anche la lince scomparve da buona parte del territorio alpino, sopravvivendo in popolazioni isolate nelle Alpi Orientali, in particolare nella Provincia di Udine, in maniera simile alle popolazioni di lupo sopravvissute sull'Appennino italiano. Da alcuni anni si hanno segnali di una sua ricomparsa, ma nelle Alpi Occidentali il fenomeno è piuttosto recente e documentato per la sola Provincia del Verbano-Cusio-Ossola (Marucco et al., 2010). Queste caratteristiche hanno reso l'ambiente delle Alpi Marittime estremamente propizio ad un eventuale ritorno di un

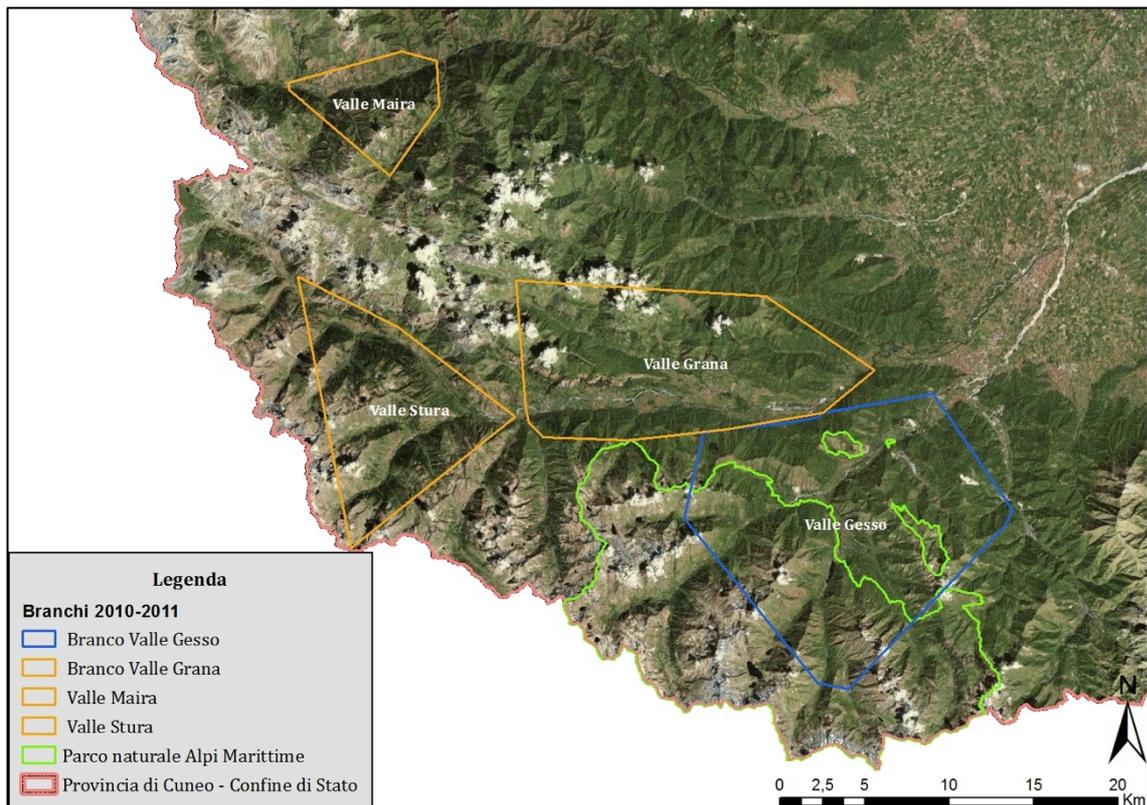
grande predatore, come è successo con l'instaurarsi del processo di ricolonizzazione da parte del lupo (*C. lupus*), sul finire degli anni '90 del XX secolo. Tale fenomeno, del tutto naturale, ha portato questo super-predatore a riabitare stabilmente le vallate del Piemonte sud-occidentale durante l'ultimo decennio del secolo scorso, con i primi avvistamenti avvenuti nel 1992 nel parco del Mercantour. Grazie all'istituzione del Progetto Lupo Piemonte, il ritorno di questo predatore nella regione è stato accuratamente e costantemente monitorato, consentendo di studiarne approfonditamente le abitudini alimentari e comportamentali.

Attraverso le diverse ere della storia umana, l'occupazione antropica delle Alpi Occidentali ha conosciuto diversi periodi di sviluppo ed espansione, e altrettanti di abbandono e diminuzione. Durante i secoli dell'Impero Romano, le *civitas* e le *villae* organizzano l'utilizzo dello spazio agricolo, mentre durante il Medioevo si ha una nuova espansione e la nascita della maggior parte degli attuali centri abitati. La zona conosce periodi di grande importanza strategica durante l'età dei Comuni e, poi, durante le guerre franco-ispaniche del Rinascimento. Infine, dal XVIII secolo in avanti, l'area entra a far parte del Regno di Sardegna e, poi, d'Italia. La fase attuale rientra fra quelle di progressiva diminuzione della presenza umana nelle valli delle Alpi Marittime e non solo. Abitati di versante e di fondovalle sperimentano, attualmente, situazioni profondamente differenti. Al progressivo spopolamento dei primi, fa da riflesso un costante movimento delle popolazioni umane verso il fondovalle e i grandi centri urbani della pianura cuneese. Di conseguenza, l'impatto antropico si è considerevolmente ridotto nelle valli delle Alpi Marittime, sia all'interno sia all'esterno dell'area protetta dal Parco, e Cozie. Questo nonostante che negli ultimi anni si sia avuto una nuova fioritura delle attività agro-silvo-pastorali, per via di una maggior sensibilità pubblica verso i temi dell'ecologia, della conservazione e della sostenibilità ambientale, prima ignorati, ed anche all'interesse e al supporto della Regione Piemonte. La situazione attuale presenta, inoltre, notevoli differenze stagionali. Le attività e l'impatto umano aumentano in maniera consistente durante il periodo estivo, che rappresenta anche il momento di maggior afflusso umano nell'area del Parco: il turismo, fenomeno presente sin dal XIX sec., è andato notevolmente aumentando negli ultimi anni, arrivando a costituire una parte importante nella vita sociale ed economica di queste zone, sia per i centri abitati, sia per il Parco stesso. Importante, in questo senso, è la presenza degli impianti termali delle Terme di Valdieri e di Sant'Anna di Vinadio, che generano un notevole flusso turistico durante tutto l'anno. Allo stesso modo, l'estate è il periodo in cui l'agro-pastorizia presenta i massimi livelli di attività, con i pastori che portano le loro mandrie agli alpeggi e gli agricoltori impegnati nel processo

del raccolto. Nonostante ciò, per gran parte dell'anno le alte valli delle Alpi Occidentali si caratterizzano per una presenza antropica minima, situazione ideale per il benessere e la tranquillità delle numerose specie animali presenti nella zona, e per il progressivo reinsediamento di quelle che, invece, sono da poco ritornate ad abitare queste zone.

## *II. I branchi di lupo delle Aree Valle Gesso e Valle Stura-Maira.*

L'area di campionamento "Valle Gesso" (**Fig. 3**) è stata interessata dalla presenza del lupo a partire dal 1999, anno in cui è stata per la prima volta campionata in quest'area una femmina solitaria, in seguito denominata F9 (Marucco & Avanzinelli, 2010). Questa femmina è rimasta l'unica occupante del territorio della Valle Gesso per otto anni, dal 1999 al 2007. Nell'estate di tale anno, rinvenuta ferita, è stata rimossa per cure dal personale del Parc National du Mercantour. Sempre nel 2007, durante la stagione invernale si riscontrarono le prime evidenze della presenza di due nuovi individui, entrambi già adulti e provenienti da Valli adiacenti, i cui branchi furono sterminati causa bracconaggio: M40, maschio di almeno 6 anni, in precedenza *alpha* dei branchi di Alta Val Tanaro prima e Valle Pesio poi (anni 2000-2006), e F45, femmina nata nel 2002 nel branco della Valle Pesio (Marucco & Avanzinelli, 2010). Questi animali occuparono, nell'inverno 2007-2008 l'intera Valle, riproducendosi per la prima volta nell'estate del 2008 e dando origine ad un branco composto da 2 individui adulti ed un minimo di 2 cuccioli. L'ultimo campionamento di questi due individui risale all'inverno 2009-2010: M40 viene rinvenuto morto mentre F45 scompare. Nella medesima stagione di campionamento sono individuati per la prima volta due nuovi genotipi, CN200 e CN201 (Marucco & Avanzinelli, 2011). Questa coppia si insedia nella Valle Gesso, riproducendosi nell'estate del 2010: durante l'inverno 2010-2011, infatti, si ha un nuovo riscontro della loro presenza grazie alle analisi genetiche che evidenziano, inoltre, la presenza di un minimo di 4 cuccioli. E' quindi ipotizzabile che il 2010 sia stato un anno di avvicendamento per il branco della Valle Gesso, con la scomparsa di un branco e, a distanza di pochi mesi, la formazione di uno nuovo. Per l'inverno 2010-2011, le stime minime del numero di lupi presenti nel territorio della Valle sono di 6 individui ad inizio stagione, che si riducono a 5 sul finire del periodo di campionamento invernale.



**Figura 3.** Mappa dei minimi poligoni dei branchi coinvolti nel presente studio. I dati sono riferiti all'ultima stagione di campionamento, l'inverno 2010-2011.

L'area di campionamento denominata "Valle Stura-Maira" comprende tre branchi distinti (**Fig. 3**), Stura, Grana e Maira, localizzati nelle omonime Valli. Il branco della Valle Stura si è formato dalla coppia d'individui composta da F8 (proveniente dal branco transfrontaliero Vesubie-Tinée) e da M36, proveniente dal branco dell'Alta Valle Stura (Marucco & Avanzinelli, 2010). Questa coppia di individui si è riprodotta per la prima volta nel 2002, producendo un solo cucciolo (M56), e di nuovo nell'inverno successivo (2003-2004), in cui si sono campionati 5 nuovi cuccioli. Da questo momento in poi, si sono registrati eventi di riproduzione per questo branco ogni anno, fino alla stagione di campionamento 2007-2008. Il numero di nuovi cuccioli per anno si è sempre attestato fra un minimo di 3 (Inverno 2004-2005) ed un massimo di 6 (2007-2008) (Marucco & Avanzinelli, 2010). Per la stagione di campionamento più recente considerata in questo studio, l'Inverno 2010-2011, si stima la presenza in questa zona di minimo 3 individui ad inizio inverno, e di minimo 2 individui alla fine del medesimo (Marucco & Avanzinelli, 2011).

In Valle Grana, i dati relativi alla presenza di lupo sono relativamente recenti, in quanto non si hanno dati riguardo ad un'occupazione stabile in questa zona precedenti l'inverno 2008-2009. Durante tale stagione di campionamento, si sono rinvenute le prime evidenze, poi confermate dalle analisi genetiche, della formazione di un nuovo branco. Quest'ultimo risulta formato da

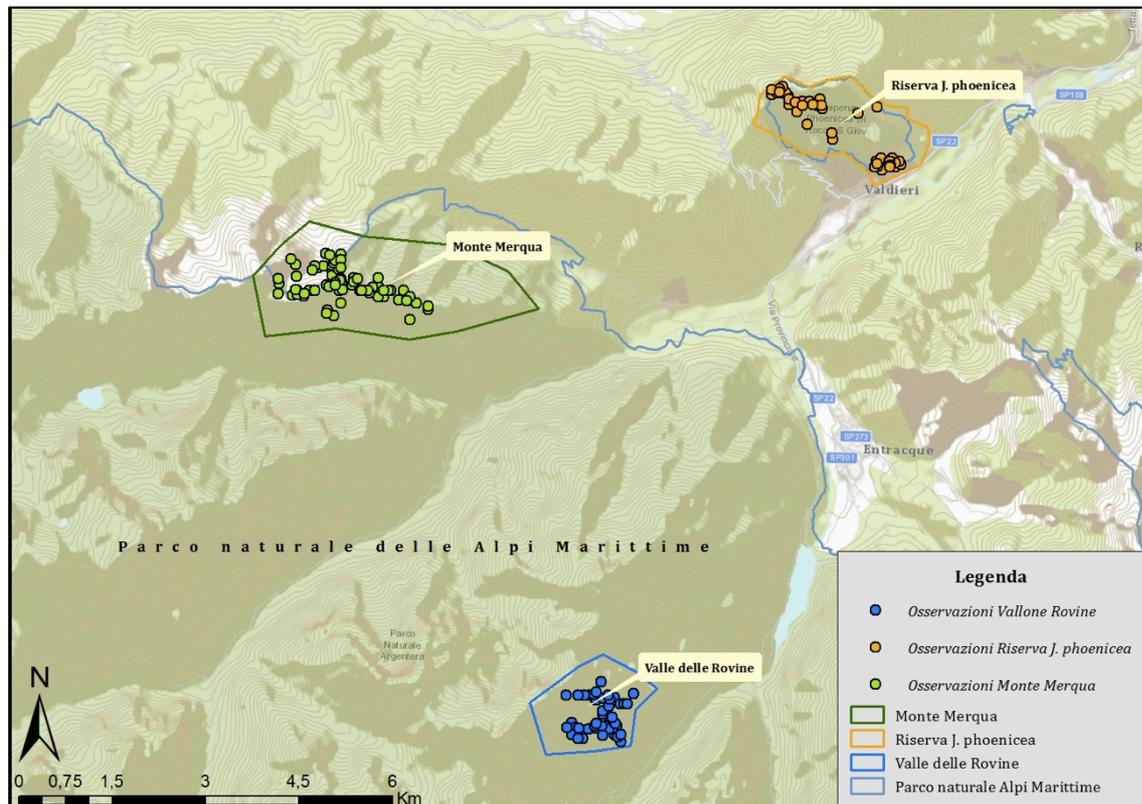
un maschio adulto già noto, M67, nato nel limitrofo branco di Valle Stura nel 2003, e da una femmina mai identificata in precedenza (Marucco & Avanzinelli, 2010). Le stime del numero di individui prevedono un minimo di 3 lupi sia all'inizio che alla fine dell'Inverno 2010-2011 (Marucco & Avanzinelli, 2011). Una situazione simile si ritrova in Valle Maira, dove la presenza del lupo è stata documentata soltanto nella stagione di campionamento invernale del 2007-2008, in cui si sono identificati due nuovi genotipi, CN150 e CN151, da cui si è originato il branco della val Maira. Come per il precedente, anche questo branco non si è ancora riprodotto (Marucco & Avanzinelli, 2010). Per la stagione invernale 2010-2011, si stima la presenza in Valle di un minimo di 5 lupi ad inizio inverno e di un minimo di 3 lupi alla sua fine (Marucco & Avanzinelli, 2011).

### *III. Le zone di Osservazione dei Camosci.*

Poiché non esistono dati sul comportamento anti-predatorio dei camosci negli anni precedenti al ritorno del lupo, in cui l'area delle Alpi Occidentali era libera da grandi predatori terrestri, le osservazioni comportamentali sono state svolte in diverse zone all'interno del territorio Parco, scelte in base alla loro frequentazione da parte del lupo, a sua volta valutata in base ai dati ottenuti per i diversi branchi individuati nei precedenti anni di monitoraggio. Sono state scelte un'area ad alta frequentazione da parte del predatore e due a bassa frequentazione: la prima situata nel Vallone di Desertetto, sulle pendici del Monte Merqua (2148 m.); le seconde localizzate nel Vallone delle Rovine e nella Riserva Speciale *Juniperus phoenicea* (Fig. 4).

Il Vallone di Desertetto è posizionato nella porzione nord del Parco, il cui confine l'attraversa latitudinalmente, racchiudendo le pendici settentrionali del M. Merqua ma lasciando fuori dall'area protetta i rilievi antistanti, dal Colle dell'Arpione al Monte la Piastra (1832 m. s.l.m.). Questi ultimi costituiscono il confine naturale fra le Valli Gesso e Stura. Il territorio, dal lato di Desertetto, è caratterizzato da una forte presenza arborea e arbustiva nella porzione iniziale del vallone, che lascia spazio ad ampie praterie alpine alle quote maggiori, interrotte da boschi di pino e macchie di rododendri, oltre che da numerose zone rocciose. Importante, in questa zona, la presenza antropica: all'imboccatura della Valle si trova l'abitato di San Lorenzo e, a seguire, si incontrano Desertetto e le sue frazioni. Un sentiero molto battuto attraversa tutto il vallone, parallelamente al confine del parco, mettendo in comunicazione le due vallate adiacenti, in corrispondenza del colle dell'Arpione. Durante l'inverno, il turismo sciistico interessa attivamente la Valle, che ospita alcuni impianti di risalita mentre, d'estate,

le aree più elevate, in particolare quella circostante il Colle dell'Arpione, sono interessate dal fenomeno della pastorizia: all'altezza del Colle dell'Arpione è presente una baita utilizzata durante l'estate da una famiglia di pastori, che sfruttano l'area come alpeggio per il proprio gregge di pecore. Infine, l'area esterna al parco in Valle Stura fa parte di un importante comprensorio venatorio, attivo durante i mesi autunnali.



**Figura 4.** Aree di osservazione utilizzate durante la raccolta dei dati comportamentali dei tre gruppi di Camosci presi in considerazione.

Le osservazioni sono state condotte dal Colle dell'Arpione, rilievo che supera di poco i 1700 metri d'altitudine, situato esattamente di fronte alle pendici settentrionali del Merqua e che, costituendo parte della dorsale di confine, permette di tenere sotto controllo sia le pendici che scendono verso la Valle Gesso che quelle che digradano verso la Valle Stura. Il vallone delle Rovine, che ospita una delle due zone a bassa frequentazione da parte del lupo, è situato nel cuore del Parco, a meridione rispetto al M. Merqua. E' una delle due diramazioni della Valle Gesso di Entracque, la quale si divide in due tronconi in corrispondenza del ponte delle Rovine. Ha orientamento sudovest-nordest e ospita tre diversi specchi d'acqua: il lago delle Rovine, il bacino artificiale del Chiotas ed il lago Brocan. Le osservazioni in tale area sono state svolte sul versante meridionale del Massiccio dell'Argentera, sfruttando un pianoro artificiale situato fra le cime del Chiapous (2526 m.) e della Vagliotta (2548 m.), creato

durante i lavori di costruzione della diga del Chiotas. L'ambiente è principalmente caratterizzato da praterie alpine e aree rocciose, queste ultime molto frequenti ed estese. Rare e di scarse dimensioni le formazioni di arbusti, mentre le specie arboree ad alto fusto sono sostanzialmente assenti, ad esclusione di qualche isolato esemplare di latifoglie. L'altra area di bassa frequentazione da parte del lupo è invece situata all'esterno dei confini principali del Parco, nella Riserva Speciale *Juniperus phoenicea*. Quest'area protetta, situata nella Valletta compresa fra la Cima Saben (1670 m.), la Cima Pissousa (1673 m.) e l'abitato di Valdieri, è caratterizzata dalla presenza di un microclima unico in tutto l'arco alpino. Infatti, dall'unione dell'orientamento sud-orientale della Valle, della morfologia e della geologia dei monti che la contornano, nasce un'area caratterizzata da un clima mediterraneo, costantemente più caldo e umido rispetto alle zone circostanti. Tale caratteristica ha permesso l'instaurarsi, in questa porzione di territorio, di numerosi endemismi, primo fra tutti quello del ginepro di Fenicia (*J. phoenicea*) da cui la Riserva prende il nome e la ragion d'essere. L'ambiente è qui caratterizzato da una vegetazione principalmente arbustiva, con alberi ad alto fusto presenti principalmente nella parte inferiore della Valletta che ospita l'area protetta e sulle cime dei due monti. La parte più interna è costituita da numerose pietraie, che contribuiscono al riscaldamento maggiore della zona e alla crescita della flora tipica della macchia mediterranea che si incontra in regioni molto più meridionali del nostro paese.

### 3. MATERIALI E METODI

#### Analisi della Dieta

##### *I. Raccolta dei Dati*

I dati utilizzati nelle analisi di ecologia alimentare del lupo (*C. lupus*) nel presente studio si riferiscono agli anni 2009-2010 e 2010-2011, in particolare ai loro Inverni. Essi provengono dalla ben più ampia banca dati del Progetto Lupo Piemonte, organismo di ricerca istituito nel 1999 che studia e monitora il fenomeno di naturale ricolonizzazione dell'arco alpino da parte di questa specie. Questa banca dati è stata costruita, nel corso degli anni, seguendo un rigoroso protocollo di campionamento, sviluppato appositamente ed applicato su tutto l'arco alpino piemontese grazie al lavoro di ricercatori, volontari, guardia parco, guardie delle Province e agenti del Corpo Forestale dello Stato.

Il protocollo di campionamento è strutturato in modo tale da adattarsi alle diverse condizioni ambientali che si verificano nel corso dell'anno, dovute al naturale susseguirsi delle stagioni.

A tal proposito, due sono le metodologie impiegate:

- Campionamento Sistemático;
- Campionamento Opportunístico;

Il campionamento sistemático è applicato durante i mesi invernali, quando la presenza della neve al suolo favorisce la conservazione d'impronte, escrementi e carcasse per diversi giorni, aumentando quindi le possibilità di raccolta e il numero potenziale di reperti collezionati. Il territorio alpino del Piemonte è suddiviso in settori: ciascuno di questi è assegnato a uno dei diversi enti coinvolto nell'ambito del Progetto Lupo. Per ciascun settore è definito, a priori, un insieme di transetti disposti casualmente sul territorio, da percorrere durante le diverse sessioni organizzate durante l'arco dell'inverno.

La tecnica utilizzata per trovare tracce del passaggio o della presenza di un branco di lupi è quella dello *snow tracking*: ogni transetto è percorso, con racchette da neve o sci, nella sua interezza. Se, nel farlo, s'incontrano le tracce di uno o più lupi che attraversano il transetto, si abbandona quest'ultimo e si cominciano a seguire le impronte in senso opposto a quello di marcia dell'animale. Nel farlo, ogni escremento incontrato è raccolto e conservato in attesa di catalogazione e si prende nota di eventuali carcasse di prede presenti lungo il tragitto. Il giorno successivo, si tornerà nel punto d'incontro della traccia e la si percorrerà seguendone il

sensu di marcia: tale separazione temporale e spaziale permette di raccogliere dati attendibili e in numero soddisfacente e, allo stesso tempo, di arrecare il minor disturbo all'animale o al gruppo di animali durante il loro spostamento. Il campionamento opportunistico è effettuato quando gli escrementi sono rinvenuti durante lo svolgimento altre attività sul territorio, che non prevedevano la raccolta di nuovi reperti o l'aumento delle dimensioni del campione. È comunemente impiegato durante l'estate e nelle stagioni in cui la mancanza di neve al suolo rende difficile e poco profittevole la ricerca sistematica. Esiste anche un terzo metodo di campionamento, definito "random", che permetterebbe di ottenere il campione migliore dal punto di vista statistico. Questo metodo è però di difficile applicazione, per i numerosi requisiti logistici ed economici necessari: in particolare, l'utilizzo di cani addestrati appositamente alla ricerca di fatte di lupo, che ancora non sono disponibili nel nostro paese. In seguito, una volta in laboratorio, ciascuno degli escrementi raccolti è catalogato con un codice che comprende una sigla alfabetica, in base all'area di raccolta, e un numero progressivo indipendente per ciascuna macro-zona coinvolta nel monitoraggio. Contemporaneamente si compila una scheda di raccolta, che permette di riassumere numerose altre informazioni, quali:

- Numero di transetto e sessione di *snow-tracking*;
- Località e data di raccolta;
- Coordinate di ritrovamento;
- Stima di deposizione;
- Luogo di ritrovamento;
- Posizione;
- Orientamento del versante di ritrovamento;
- Habitat circostante;
- Substrato di deposizione;
- Distanza dall'incrocio;
- Ecotono;
- Distanza da cresta, passi e/o carcassa;
- Numero di carcassa;

Il codice identificativo della fatta è quindi riportato sul sacchetto di nylon in cui è riposta la stessa prima che sia messa negli appositi congelatori per la conservazione in regime di freddo spinto (-30°C), che ne mantiene inalterate le proprietà in attesa dell'analisi alimentare.

## II. Analisi delle fatte

Le prime analisi che sono svolte sugli escrementi del campione sono di tipo genetico, per correlare in maniera univoca ciascuna fatta all'individuo che l'ha deposta. A tal fine, dalle singole fatte è prelevata una porzione che comprenda lo strato più esterno dell'escremento, quello cui possono rimanere adese le cellule intestinali: dal genoma contenuto in queste cellule è possibile risalire non solo alla specie, ma anche al genotipo che identifica l'artefice del reperto in questione. L'analisi dei dati genotipici permette di determinare la composizione e dimensione dei diversi branchi presenti sul territorio piemontese. E' inoltre possibile seguire e monitorare gli spostamenti degli individui in dispersione. I campioni ottenuti per la genetica sono conservati tramite immersione in silica gel, che oltre a preservare gli esemplari, assorbe l'eventuale umidità residua presente, impedendo la degradazione biologica del campione. Ogni capsula contenente i campioni riporta l'identificativo unico del reperto d'origine. Le analisi genetiche sono svolte presso il Carnivore Genetic Laboratory della Rocky Mountain Research Station (USFS, Missoula, Montana). Poiché per tali analisi è fondamentale poter estrarre le cellule intestinali dal reperto, fatte che siano rinvenute già non integre o danneggiate (fattori meteorologici, insetti e/o altri organismi decompositori, ecc.) non sono utilizzate. Per lo stesso motivo, questo è l'unico passaggio dell'intero protocollo di analisi dei reperti che è svolto precedentemente alla sterilizzazione in forno dell'escremento, per preservare il DNA nelle cellule. Mantenendo la continuità con i precedenti studi (Ciampichini, 2006; Guerriero, 2007; Regine, 2008) condotti in questa zona, nell'ambito del Progetto Lupo Piemonte, l'analisi degli escrementi è stata svolta usando il metodo descritto da Reynolds & Aebischer (1991) sviluppato per la volpe (*V. vulpes*), adattandolo al caso particolare del lupo. E' questo un metodo molto efficace e diffuso a livello internazionale, nell'ambito degli studi di ecologia alimentare svolti su molte diverse specie di grandi carnivori. Poiché noto dalla letteratura che alcune Famiglie o Classi di animali presenti nell'ecologia alimentare della volpe sono assenti, o molto rare, nella dieta del lupo del Nord Italia (Ciucci et al., 1996), si sono tralasciate quelle parti del protocollo sviluppate al fine di separare, identificare e conservare eventuali occorrenze riconducibili alle seguenti specie: invertebrati di vario tipo, lombrichi e l'intera classe *Aves*. Ad ulteriore conferma di tale scelta, si ha la completa mancanza di occorrenze riconducibili a tali gruppi nell'intero campione analizzato (n=515). Per ovviare alle possibili sovrastime che questo metodo può generare, in particolare per quelle riguardanti le categorie alimentari relative ad animali dalle piccole dimensioni (quindi con un alto valore del rapporto Superficie/Volume) o quelle presenti solo

in tracce nella dieta, si è utilizzato il metodo proposto da Ciucci et al. (1996), che prevede di non considerare nell'analisi della dieta quelle categorie alimentari che si presentano in percentuali di Volume minori del 3%.

Il protocollo di laboratorio segue diverse fasi, a partire dalla già citata sterilizzazione delle fatte in analisi: ogni reperto è posto in forno a 90°C per 6 ore, ciascuno all'interno di una vaschetta di alluminio, o capsula Petri in vetro, debitamente etichettata. Questa fase assolve l'importante compito di eliminare tutti gli organismi viventi dalle fatte, in particolare parassiti come *Echinococcus granulosus* e altri microorganismi che possono infettare l'uomo. A tal proposito, la raccolta dei campioni per l'analisi genetica e qualunque altro trattamento degli escrementi precedente a questa fase è svolto indossando guanti da laboratorio. Una volta completata la sterilizzazione, sono misurati il peso, utilizzando una bilancia al centesimo di grammo, e il volume, tramite immersione dell'escremento in un cilindro graduato. La fase successiva prevede l'eliminazione della matrice e l'isolamento di tutti i resti indigesti, oggetto della seguente analisi microscopica. Per eliminare la matrice, le fatte vengono "lavate" e filtrate sotto acqua corrente, utilizzando dei setacci con maglie da 0,5 mm per trattenere i resti non digeriti. Questi ultimi sono, in seguito, collocati nella vaschetta d'alluminio/piastra Petri d'origine e, per facilitarne l'identificazione e successiva conservazione, essiccati in forno a 70°C per un periodo di tempo variabile in base alla loro composizione. Una volta asciutti, i resti macroscopici sono infine pronti per la fase di quantificazione e identificazione. Tramite la quantificazione si definiscono le proporzioni con cui i diversi elementi compaiono all'interno della fatta in analisi: gli strumenti utilizzati per svolgere questa valutazione sono diversi, dalle griglie graduate per la stima a occhio del volume ai binoculari per la stima media delle proporzioni di quegli elementi non separabili fra loro come, ad esempio, peli e rumine. L'identificazione è svolta sui resti macroscopici, principalmente peli e, saltuariamente, ossa o resti vegetali. I peli sono gli elementi maggiormente caratterizzanti le prede presenti nelle fatte di lupo, perché consentono di identificare chiaramente la specie di appartenenza e, in certi casi, anche caratteristiche individuali quali il sesso o l'età, intesa come individui giovani o adulti. Il processo d'identificazione parte dall'analisi a occhio nudo dell'aspetto del pelo, colore, lunghezza, presenza o assenza di ondulature, ecc.; di come si presenta al tatto e della sua resistenza alla rottura. Segue a questa un'analisi al microscopio, in cui si osserva l'aspetto del pelo al fine di riconoscerne la specie d'appartenenza con ancora maggior accuratezza. Sono normalmente osservate le cellule della medulla e la cuticola del pelo; in rari casi se ne osserva anche la sezione trasversale. Durante tutto il processo di identificazione, il pelo in analisi viene confrontato con il materiale di riferimento disponibile:

una collezione di peli delle diverse specie-preda presenti nel territorio interessato dalla presenza del lupo e manuali di identificazione dei peli delle specie europee (Debrot et al., 1982; Teerink, 1991).

Quest'analisi è il punto centrale, principale dell'intero studio dell'ecologia alimentare del lupo. Per questa sua fondamentale importanza, si rende necessario l'uso di operatori le cui capacità di riconoscimento dei diversi peli sia ottimale e, quindi, anche l'uso di procedure di test e monitoraggio di tale capacità. Ciascun operatore, prima di cominciare ad analizzare i peli indigesti, è sottoposto a un *blind test* in cui è chiamato a riconoscere 120 peli assortiti, rappresentanti l'intera gamma delle specie presenti nella fauna del territorio oggetto dello studio, con una soglia d'errore massima dell'1%. L'intero processo di analisi della fatta è registrato mediante un'apposita scheda, su cui sono riportati il codice identificativo della fatta e i dati di peso e volume, nonché le proporzioni (esprese come percentuali di volume) delle singole specie-preda e categorie alimentari identificate. Per le specie-preda, è inoltre indicata la composizione dei loro resti, in termini di percentuale di peli e di ossa rinvenute, e l'età dell'individuo predato. Una volta completata l'analisi, i resti indigesti - separati per categoria alimentare e tipologia (peli, ossa) - sono riposti in un sacchetto di plastica riportante l'identificativo del reperto in questione, che è quindi archiviato e conservato in appositi locali per eventuali ulteriori analisi future.

### *III. Grandezza del campione in analisi*

Al fine di stimare la rappresentatività del campione in analisi, si è calcolata la percentuale di fatte raccolte, rispetto alla popolazione stimata totale di escrementi presenti sul territorio nelle diverse stagioni di campionamento e per i vari branchi coinvolti. La stima del totale degli escrementi presenti sul territorio si è basata sul tasso di defecazione medio di 2 escrementi/lupo/giorno (Floyd et al., 1978; Weaver, 1993; Tosoni, 2002; Marucco et al., 2008; Regine, 2008), e sul numero medio di individui presenti per ciascun branco e per ogni stagione analizzata. Tale valore medio si è ricavato dai dati ottenuti tramite la conta dei genotipi individuati tramite le analisi genetiche (Marucco et al., 2010). Per definire la finestra temporale, si è considerato il totale dei giorni costituenti la stagione invernale. Si è quindi confrontato il totale degli escrementi stimati essere presenti con il totale degli escrementi raccolti per stagione e per branco, per valutare la rappresentatività del campione raccolto. Si sono esclusi i reperti degli individui solitari.

## Analisi Comportamentali

### I. Metodologie di Osservazione

La raccolta dei dati comportamentali si è svolta nel periodo Luglio - Ottobre 2011, cinque giorni la settimana, in una finestra di due ore consecutive fra le 7.30 e le 11.30 del mattino, periodo in cui gli animali sono più attivi e quindi più facilmente avvistabili. Tale finestra temporale si è progressivamente spostata durante il periodo di raccolta dati, per ovviare alla minor illuminazione disponibile, dovuta all'accorciamento delle giornate fra il periodo estivo e la stagione autunnale. Durante le sessioni di osservazione diretta, due sono state le tecniche usate (Altmann, 1974) :

- *Focal Sampling*
- *Scan Sampling*

La tecnica del *Focal Sampling*, prevede che un animale focale all'interno del gruppo sia seguito per un intervallo di tempo prefissato, in questo caso cinque minuti, registrando tutti i comportamenti che sono effettuati e la loro durata. Lo *Scan Sampling* si differenzia dal precedente per la scala spaziale e temporale cui viene svolto: ad un dato istante, sono registrati tutti i comportamenti che tutti gli individui del gruppo stanno svolgendo, ottenendo così un dato istantaneo di frequenza.

Come già fatto da precedenti studi (Burger et al., 2000; Childress & Lung, 2003; Li et al., 2012), per comodità di registrazione i comportamenti svolti dai dagli animali focali sono stati così classificati:

- *Vigilanza (Vigilance)*, l'animale presenta testa e collo in posizione eretta, a formare un angolo di circa 90° con il piano delle spalle, ed è sostanzialmente immobile, ed è intento a osservare l'ambiente circostante;
- *Foraggiamento (Foraging)*, l'animale ha la testa rivolta verso il terreno, al di sotto del piano delle spalle, ed è intento a brucare, comprende anche l'alimentazione in movimento;
- *Interazione Sociale (Social)*, l'animale interagisce, in maniera aggressiva per gli adulti o giocosa per i capretti ed i giovani, con gli altri conspecifici all'interno del gruppo, l'intera attenzione è diretta al compagno;
- *Allattamento*, registrato solo per femmine e capretti, in cui l'animale è intento, rispettivamente a fornire nutrimento al piccolo o ad assumerlo dalla madre, con l'attenzione rivolta all'oggetto del comportamento;

- *Riposo (Resting)*, animale sdraiato o accucciato a terra, con il capo in posizione eretta o anch'esso appoggiato sul terreno o le zampe anteriori, intento a ruminare;
- *Vigilanza Seduta*, simile alla precedente, da cui si differenzia per l'assoluta immobilità dell'animale, il capo in posizione eretta a 90° con il piano delle spalle e l'osservazione dell'ambiente circostante, non è mutualmente esclusiva con altre attività;
- *Movimento*, ogni attività di spostamento dell'animale, a varia velocità, da solo o in gruppo, comprende anche i movimenti di fuga;
- *Fuori Vista*, l'animale si sposta in una zona scarsamente o completamente non visibile dall'osservatore, comporta l'immediata interruzione dell'osservazione;

Oltre ai dati comportamentali, per ogni individuo e ogni gruppo sono stati raccolti anche dati di tipo demografico e sociale: il sesso, la classe d'età (suddivisa in tre categorie: adulto, giovane o "binello" e capretto), la dimensione del gruppo d'appartenenza, la posizione dell'individuo all'interno del gruppo e, infine, altri dati relativi all'habitat utilizzato: la distanza del gruppo dai terreni di fuga (zone rocciose), la tipologia di habitat utilizzato; le condizioni metereologiche.

Le osservazioni sono state condotte cercando di campionare tutti gli individui presenti nel gruppo: a tal fine, la poca mobilità registrata degli animali componenti i gruppi ha aiutato nell'identificazione e nella scelta degli animali da osservare di volta in volta. Nel caso in cui il gruppo si muovesse, portandosi in una posizione fuori dal campo visivo dell'operatore, l'osservazione di detto gruppo era abbandonata per dedicarsi alla ricerca e campionamento di un altro gruppo. Durante la sessione di campionamento, la ricerca degli individui e dei gruppi da osservare è stata svolta tramite un binocolo Canon 18x30 (Canon, Tokyo, JP), mentre la registrazione dei comportamenti si è avvalsa di un telescopio Swarovski 30x (Swarovski Optik, Absam, AT) e di un registratore MP3 (Olympus WS-321 M, Olympus, Shinjuku, JP) in cui è stata dettata la sequenza dei comportamenti svolti.

In seguito, le registrazioni sono state trasferite su computer (Mac Book Pro, Apple Inc., Cupertino, CA). Ogni file audio è stato catalogato con un codice alfanumerico composto di:

- una sigla, indicante la zona di provenienza;
- la data, in cui si è effettuata l'osservazione;
- una sigla, a rappresentare le due diverse tecniche di campionamento usate;
- un numero progressivo univoco, a numerazione indipendente per ciascun'area;

Le sequenze di comportamenti sono state estratte dai file audio e organizzate in un foglio di lavoro di Excel (Microsoft Corp., Redmond, WA). Infine, una volta riporta la durata in secondi di ciascun comportamento, questi ultimi sono stati espressi come percentuali sulla durata totale del *bout* d'osservazione (5 minuti, nel caso del *Focal Sampling*) o come frequenza relativa sul totale dei comportamenti effettuati per *bout*, nel caso dello *Scan Sampling*.

## Analisi Statistiche

### I. Analisi della Dieta

Lo scopo di questa parte dello studio è descrivere la dieta del lupo nelle aree e nelle stagioni d'interesse, evidenziandone eventuali variazioni e peculiarità. L'analisi statistica è, pertanto, rivolta principalmente all'individuazione di somiglianze o differenze nell'alimentazione dei branchi coinvolti nello studio, secondo le aree o le stagioni prese, di volta in volta, come riferimento. Fra i diversi metodi di quantificazione disponibili, si è utilizzato quello della Frequenza d'Occorrenza per ciascuna categoria alimentare, una scelta che è stata principalmente condizionata dalla volontà di mantenere una continuità con i precedenti studi svolti nell'ambito del Progetto Lupo e anche dalla grande diffusione di questo metodo nella letteratura internazionale. Questo metodo calcola la frequenza con cui le diverse categorie alimentari, definite a priori, si presentano nella dieta del predatore in analisi, all'interno di un dato intervallo di tempo scelto. Poiché, a seconda delle caratteristiche della preda utilizzata, il cibo ingerito può rimanere per diverso tempo nell'apparato digerente del lupo, è possibile che fatte rinvenute durante una stessa sessione di *snow-tracking* siano ascrivibili all'utilizzo di una medesima preda: se tali reperti fossero considerati singolarmente, questo porterebbe a sovrastimare la presenza di una determinata specie-preda all'interno dell'analisi totale della dieta, inficiandone la validità. Al fine di mantenere l'indipendenza dei dati e minimizzare questo problema, il database è stato corretto prima di calcolare i valori di Frequenza di Occorrenza. Tale correzione è stata operata considerando diverse caratteristiche per ciascun elemento del database: data e località di ritrovamento, stima di deposizione del reperto e, inoltre, la categoria alimentare cui sono stati attribuiti i resti indigesti nello svolgimento dell'analisi macroscopica. Fatte che presentavano casi di congruenza di tutti questi elementi sono state considerate come un'unica occorrenza della data categoria alimentare presa in considerazione, in modo da avere una rappresentazione univoca della preda utilizzata, in particolare ai fini del calcolo della Frequenza. Quando possibile, e in casi particolarmente

difficili da valutare, si è anche fatto riferimento ai dati riguardanti le carcasse di prede rinvenute durante la sessione di *snow-tracking*. I valori di frequenza di occorrenza per le categorie alimentari coinvolte in questa correzione, principalmente quelle dei mammiferi, sono state calcolate sulla base del totale delle occorrenze registrate nel database corretto.

Da questa correzione si sono escluse le categorie alimentari di vegetazione, in quanto per queste ultime non è possibile discriminare fra casi di alimentazione vera e propria e casi di assunzione collaterale da parte dell'animale, o dell'operatore durante le sessioni di raccolta. Pertanto, le Frequenze di Occorrenza di queste categorie sono state calcolate sui dati di occorrenza del database non corretto. Per comodità di visualizzazione e utilizzo, i valori delle Frequenze di Occorrenza di ciascuna categoria alimentare sono, di seguito, espressi in percentuale. Allo scopo di valutare la precisione del processo di campionamento, ed in particolare per stimare l'Errore Standard associato a ciascuna delle frequenze calcolate, ai dati ottenuti dall'analisi delle fatte è stato inoltre applicato il metodo del Bootstrapping (Manly, 1998; Marucco et al., 2008). Questo metodo prevede l'estrazione di 2000 sotto-campioni dal campione d'interesse, sfruttando la tecnica del ricampionamento casuale. Da questi sotto-campioni si ricava l'Errore Standard, in seguito utilizzato per calcolare l'Errore Standard medio e avere così una misura del grado di bontà con cui il campione descrive la realtà naturale. I valori ricavati da questa procedura sono riportati di seguito ai valori percentuali di Frequenza di Occorrenza, tra parentesi. Il processo di Bootstrapping è stato svolto utilizzando il software S-Plus 8.0 per Windows (TIBCO Software Inc., Palo Alto, CA).

Per evidenziare eventuali differenze nelle frequenze relative delle diverse categorie alimentari, si è utilizzato il Test del Chi Quadrato ( $\chi^2$ ) di Pearson, anche detto "d'indipendenza" (Sokal & Rohlf, 1995), con gli appropriati gradi di libertà. Le particolari assunzioni di tale test hanno imposto di prendere in considerazione solamente quelle categorie alimentari rappresentate da un sufficiente numero di casi all'interno del campione. Tale necessità ha portato ad escludere dalle analisi statistiche gli Ungulati domestici e le altre categorie alimentari minori, quali ad esempio Roditori e Mustelidi, in quanto spesso presenti in un numero di casi tale da inficiare la validità del test. Le analisi statistiche sono state svolte utilizzando il software statistico SPSS 20 per MacOS X (IBM Corp., Armonk, NY). Il livello di significatività ( $\alpha$ ) considerato per queste analisi è del 5%. Nel riportare valori medi, si riportano di seguito anche i valori di Deviazione Standard, tra parentesi.

## *II. Analisi Comportamentali*

Le analisi statistiche dei dati comportamentali sono state svolte principalmente sul comportamento di Vigilanza, scelto come indicatore di attività anti-predatoria da parte degli animali in analisi. Tale scelta è stata fatta perché questo comportamento è facilmente visibile e riconoscibile, soprattutto negli ungulati selvatici, e porta tutti gli organi di senso in una posizione ottimale per l'individuazione di un potenziale pericolo. Inoltre, permette di mantenere un'ideale continuità operativa con i numerosi studi analoghi presenti in letteratura. I dati provenienti dai Focal Sampling sono stati analizzati in forma di percentuali di tempo speso nel comportamento in esame. I dati provenienti dagli Scan Sampling sono stati, invece, analizzati nella loro forma originale, poiché l'argomento delle analisi è la frequenza dei comportamenti presi in considerazione. I dati comportamentali sono stati, innanzitutto, testati per verificare l'assunzione di normalità. Poiché i dati non rispettavano tale assunzione, si è operata una trasformazione logaritmica (Sokal & Rohlf, 1995), nel tentativo di normalizzarli. Poiché, nonostante tale operazione, non si è riusciti a verificare l'assunto di normalità, si è proceduto all'analisi utilizzando i seguenti Test non Parametrici (Sokal & Rohlf, 1995):

- Test U di Mann-Whitney, per verificare l'esistenza di differenze significative fra due campioni, o gruppi, indipendenti;
- Test di Kruskal-Wallis a campioni indipendenti, nel caso i campioni, o gruppi, oggetto dell'analisi fossero più di due, nel caso di differenze significative, i gruppi in analisi sono stati successivamente confrontati tramite il Test dei Confronti Multipli;

Alcuni dei fattori presi in considerazioni durante le analisi del comportamento di vigilanza, perché potenzialmente influenti su quest'ultimo, sono stati analizzati per verificare la casualità della loro distribuzione di frequenza. In tali occasioni, indicate di volta in volta, è stato utilizzato il Test del Chi Quadrato ( $\chi^2$ ) a campione singolo (Sokal & Rohlf, 1995) per confrontare la distribuzione di frequenza osservata con quella attesa. Sul campione sono state, inoltre, effettuate analisi di correlazione sia per i dati provenienti dal Focal Sampling che per i dati provenienti dagli Scan Sampling: per tali analisi si è utilizzato il Coefficiente di Correlazione di Spearman ( $\rho_s$ ), in quanto i dati non rispettano gli assunti di Normalità. Tali analisi di correlazione sono state svolte per verificare l'esistenza di interazioni fra la Vigilanza, il numero di individui all'interno del gruppo osservato e la distanza di quest'ultimo dai terreni di fuga. I livelli di significatività, qualora non sia diversamente specificato, sono sempre imposti  $\alpha=5\%$ . Anche per l'analisi statistica comportamentale è stato utilizzato il software SPSS 20 per MacOS X (IBM Corp., Armonk, NY).

## 4. RISULTATI

### **Ecologia Alimentare del Lupo (*C. lupus*).**

#### *Descrizione del Campione*

Il campione oggetto dell'analisi consiste di 515 reperti di escrementi di lupo, collezionati fra l'Ottobre 2009 ed il Maggio 2011, nelle Aree Valle Gesso e Valle Stura-Maira, sul territorio della Provincia di Cuneo. Per semplicità di organizzazione, all'interno del protocollo di campionamento si considerano due sole stagioni: l'Inverno, che viene considerato estendersi dall'Ottobre al Maggio di ciascun anno, e l'Estate, che si protrae dal Giugno al Settembre. All'interno del campione preso in considerazione sono rappresentate entrambe queste stagioni: per l'Inverno, sono disponibili dati per due anni consecutivi, il 2009-2010 ed il 2010-2011. Per l'Estate si hanno, invece, dati riguardanti il solo anno 2010.

#### *I. Grandezza del campione in analisi*

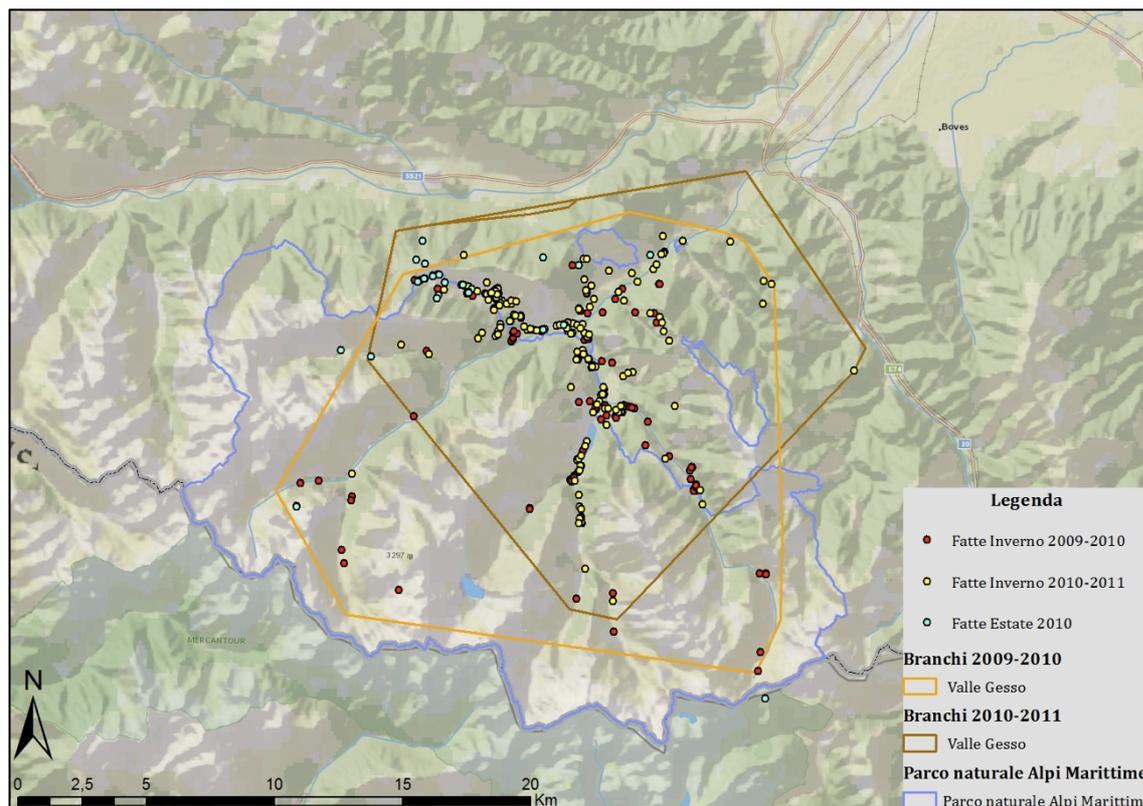
Riferito alle sole stagioni invernali, a livello dei branchi coinvolti in questo studio, quindi non considerando gli escrementi di dubbia attribuzione o di individui solitari, il campione è di 466 fatte. Sempre considerando le sole stagioni invernali, al branco Gesso sono attribuiti  $n=322$  reperti; al branco Grana,  $n=26$ ; al branco Maira,  $n=75$ ; al branco Stura,  $n=43$  (**Tab. 1**). Per quanto riguarda la proporzione che questi sotto-campioni rappresentano rispetto al totale stimato presente nell'area di studio considerata, il branco Gesso si caratterizza per il miglior campionamento di cui è stato oggetto (7,35%) per entrambi gli inverni considerati. Le percentuali di precisione risultano molto minori per i branchi Maira (2,20%), Stura (1,77%) e Grana (0,89%). Fra i due inverni considerati, si evidenzia un miglioramento complessivo della rappresentatività del campione collezionato per le due aree considerate. Considerando, infine, i soli branchi presenti, su tutto il territorio e per le due stagioni invernali, si è campionato il 3,55% della popolazione totale di escrementi, stimata in  $n=13122$ .

**Tabella 1.** Ripartizione per branco e rappresentatività dei dati relativi alla dieta del lupo per i quattro branchi e le due stagioni coinvolti nell'analisi.

	<b>Branco Gesso</b>	<b>Branco Maira</b>	<b>Branco Stura</b>	<b>Branco Grana</b>	<b>Totale Stagione</b>	
<b>Inverno 2009-10</b>	Stima Lupi	4	3	3	<b>13</b>	
	Stima Scats	1944	1458	1458	<b>6318</b>	
	n raccolto	103	57	25	<b>196</b>	
	%	<b>5,30%</b>	<b>3,91%</b>	<b>1,71%</b>	<b>0,75%</b>	<b>3,10%</b>
<b>Inverno 2010-11</b>	Stima Lupi	5	4	2	<b>14</b>	
	Stima Scats	2430	1944	972	<b>6804</b>	
	n raccolto	219	18	18	<b>270</b>	
	%	<b>9,01%</b>	<b>0,93%</b>	<b>1,85%</b>	<b>1,03%</b>	<b>3,97%</b>
<b>Totale Branco</b>	Stima Scats	<b>4374</b>	<b>3402</b>	<b>2430</b>	<b>2916</b>	<b>13122</b>
	n raccolte	<b>322</b>	<b>75</b>	<b>43</b>	<b>26</b>	<b>466</b>
	%	<b>7,36%</b>	<b>2,20%</b>	<b>1,77%</b>	<b>0,89%</b>	<b>3,55%</b>

## II. Area Valle Gesso

Il campione dell'area Valle Gesso si compone di 360 escrementi complessivi: di questi, 103 (28,61%) risalgono all'Inverno 2009-2010, 38 (10,56%) all'Estate del 2010 e 219 (60,83%) all'Inverno 2010-2011. Parte di questi reperti sono stati raccolti all'interno dell'area protetta del Parco Naturale delle Alpi Marittime ma, come mostra la figura (**Fig. 5**), la maggior parte proviene da zone adiacenti ma esterne al confine di quest'ultima. Il volume medio delle fatte del campione è di 46,40 ml ( $\pm 41,57$  DS), mentre il peso medio è di 33,73 gr. ( $\pm 29,42$  DS).



**Figura 5.** Mappa dei siti di ritrovamento delle singole fatte facenti parte del campione relativo all'area Valle Gesso. Si può notare come una buona parte di tali reperti derivi dalla zona subito esterna al confine del Parco Naturale.

Delle oltre trecento fatte, 292 (81,11%) contiene i resti indigesti di un'unica specie alimentare mentre il restante 12,22% del campione presenta più occorrenze contemporaneamente: in 42 casi si è registrata la presenza simultanea di due diverse specie alimentari e solo in 2 casi si sono ritrovati resti riconducibili a tre diverse categorie alimentari. A seguito della correzione apportata al campione di fatte, per quanto riguarda le categorie alimentari dei mammiferi, le frequenze di occorrenza delle singole specie preda sono state calcolate su un totale di 273 elementi univoci, riconducibili a fenomeni di utilizzo differenti e distinguibili.

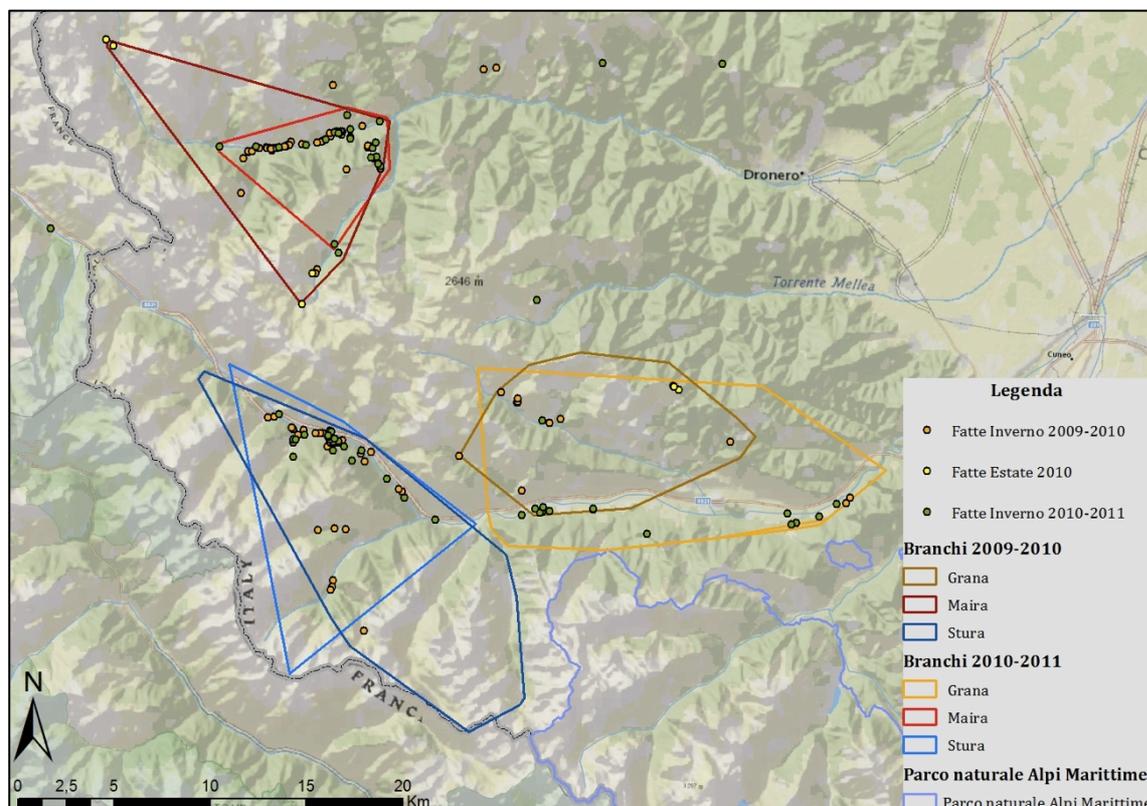
In tutto il campione sono inoltre molto comuni le fatte contenenti resti vegetali: per quanto riguarda quest'aspetto, si sono registrati 195 reperti contenenti una categoria vegetale, ventitré casi in cui le categorie vegetali diverse rappresentate erano due e, infine, un solo caso in cui la fatta conteneva tre diverse categorie vegetali. Infine, 68 reperti (18,89%) presentano, al proprio interno, resti di alimentazione su frutta, primo caso di tale fenomeno nella regione delle Alpi Marittime: per descriverlo è stato necessario aggiungere un'ulteriore categoria alimentare all'elenco.

L'intero campione relativo all'area Valle Gesso è ascrivibile, sulla base dei dati degli anni precedenti e degli studi di genetica condotti sulle fatte raccolte, ad un solo branco. Tale branco, che deriva il suo nome dalla vallata che occupa, presenta alcune differenze nella sua composizione sociale, fra i due inverni in analisi. Durante l'inverno 2009-2010 sono, infatti, presenti due coppie di individui: la prima formata da F45 e M40, la seconda formata da CN200 e CN201. Nell'inverno 2010-2011, l'unica coppia presente in valle è quella composta da CN200 e CN201, ai quali si aggiungono però un minimo di 4 cuccioli, portando il numero minimo totale di lupi presenti nell'area durante questo periodo di campionamento a 6 lupi in un unico branco. Durante questo inverno, inoltre, è riportata anche la presenza di un individuo solitario.

### *III. Area Valle Stura-Maira*

Questa porzione del campione in analisi è composta da 151 escrementi complessivi, raccolti nei territori delle Valli Grana, Stura e Maira. Di questi, 96 reperti (61,93%) derivano dalla stagione di campionamento dell'Inverno 2009-2010; 4 (2,58%) dall'Estate 2010 e 54 (34,39%) dall'Inverno 2010-2011. La Valle Maira contribuisce al campione con il maggior numero di elementi: sono, infatti, 76 (50,33%) le fatte provenienti da questa valle, nel campione totale. Segue la Valle Stura con 56 (28,48%) elementi e, da ultima, la Valle Grana con 29 reperti (19,20%). Tale situazione si può osservare nella mappa sottostante (**Fig. 6**), che riporta i siti di ritrovamento delle singole fatte. Il volume medio è di 42,50 ml ( $\pm$  31,70 DS), ed il loro peso medio è di 34,93 gr. ( $\pm$  28,46 DS). Dal punto di vista delle occorrenze delle diverse categorie alimentari, la maggioranza delle fatte prese in analisi (145 reperti, il 93,55% del totale) contiene una sola specie alimentare. Delle restanti, 9 (5,81%) presentano due diverse categorie alimentari e, infine, una risulta interamente composta da vegetazione. Per quanto riguarda le categorie vegetali, a differenza dell'area Valle Gesso, queste sono meno

comuni ma comunque presenti: 58 (37,42% del totale) reperti presentano almeno un'occorrenza vegetale; 6 reperti (3,87%) ne presentano due diverse.



**Figura 6.** Mappa dei siti di ritrovamento dei singoli reperti per l'area Valle Stura-Maira. Si può notare la maggiore quantità riconducibile alla Valle Maira.

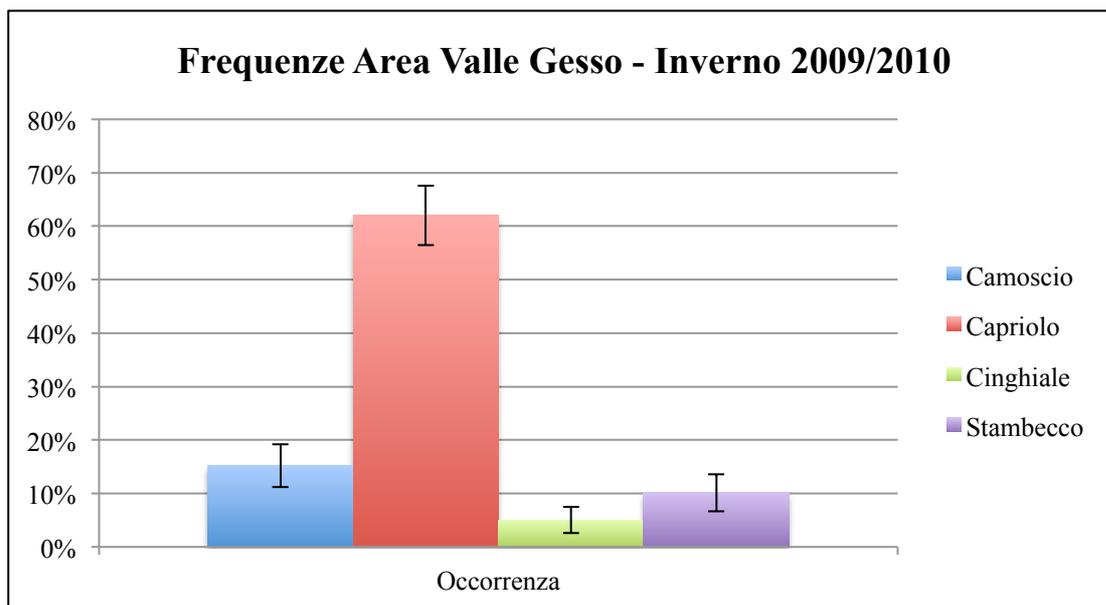
In un caso, vi è occorrenza di frutta all'interno del reperto ma è un fenomeno, in questo caso, isolato. I branchi rappresentati in questo campione sono diversi, a differenza di quando accade per l'altra zona considerata: durante l'Inverno 2009-2010, si hanno occorrenze ascrivibili ai branchi Maira, Stura-Grana, Stura bassa e Grana Arma. A seguito di modificazioni di ordine sociale e territoriale, durante l'Inverno 2010-2011 si è resa necessaria una revisione e modificazione dei nomi e del computo dei branchi presenti in quest'area di campionamento. Per tale motivo, oggi si considerano solamente tre branchi all'interno dell'area S: il branco Stura, il branco Grana ed il branco Maira. La **figura 6** soprastante riporta solamente i nomi più recenti dei diversi branchi, per semplicità d'interpretazione.

Per quanto riguarda le analisi genetiche queste sono, al momento in cui si scrive, ancora in corso. Non è possibile, quindi, indeterminate a livello genotipico gli individui presenti in zona negli anni d'interesse per questo lavoro. E' comunque riportata la presenza, durante l'Inverno 2010-2011, di tre individui solitari.

## Descrizione della Dieta

### I. Area Valle Gesso

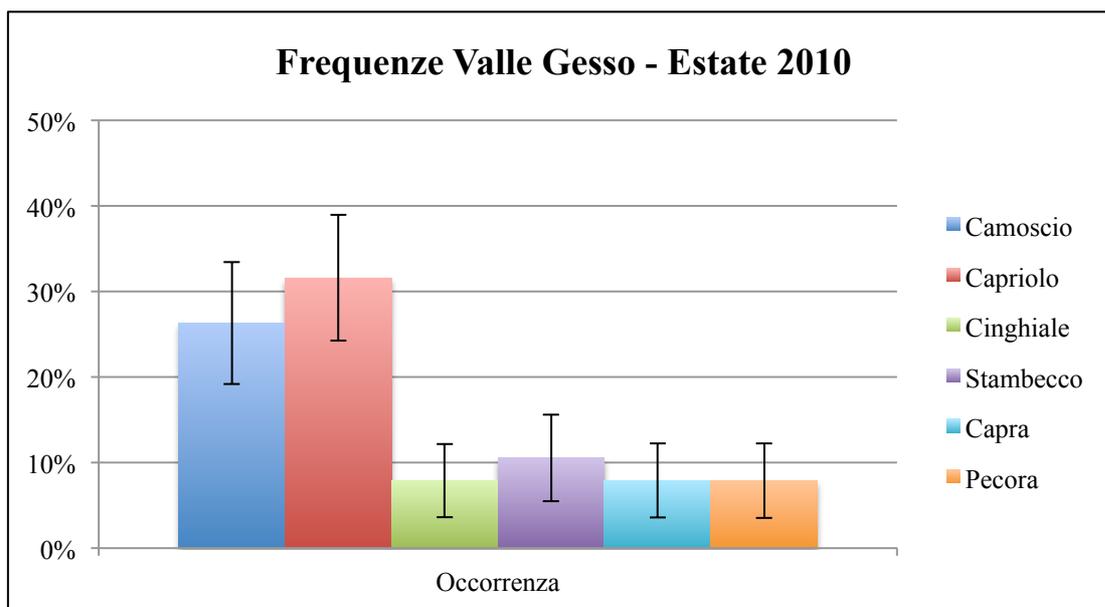
A seguito della correzione apportata al campione di escrementi analizzato, il set di dati considerato per le analisi relative a questa zona conta 273 casi di utilizzo distinti su diverse specie preda: questo è il totale su cui sono calcolati i valori delle Frequenze d'Occorrenza riportati di seguito ed utilizzati nelle analisi statistiche. L'Inverno 2009-2010 (**Fig. 7**) è rappresentato da 103 escrementi all'interno del campione, riconducibili a 79 diversi atti di utilizzo, per un volume medio di 53,97 ml. ( $\pm 47,35$  DS) ed un peso medio di 41,44 gr. ( $\pm 32,81$  DS). Dieci sono le categorie alimentari rappresentate. La più rappresentata è quella del capriolo (*C. capreolus*), con il 62,03% ( $\pm 5,58$  SE) del totale. Segue il camoscio (*R. rupicapra*), specie cui sono riconducibili 12 dei 79 utilizzi totali (15,19%  $\pm 4,03$  SE). La terza specie più utilizzata dal lupo in quest'area, per questa stagione, è lo stambecco (*C. ibex*), con 8 casi registrati (10,13%  $\pm 3,47$  SE). Oltre a queste, si è rilevata la presenza anche di fatte contenenti resti di cinghiale (*S. scrofa*, 4 casi, 5,06%  $\pm 2,47$  SE).



**Figura 7.** Dati di frequenza per l'area della Valle Gesso, stagione di campionamento dell'Inverno 2009-2010.

Oltre a tali specie, si sono rinvenuti anche resti di ungulati domestici: in particolare, si è osservato un caso per ciascuna delle categorie capra (*C. hircus*, 1,27%  $\pm 1,25$  SE) e pecora (*O. aries*, 1,27%  $\pm 1,25$  SE). Infine, in due occasioni si sono rinvenuti resti indigesti di Mustelidi ed Erinaceidi (Mustelidi: 2,53%  $\pm 1,73$  SE; Erinaceidi: 1,27%  $\pm 1,26$  SE).

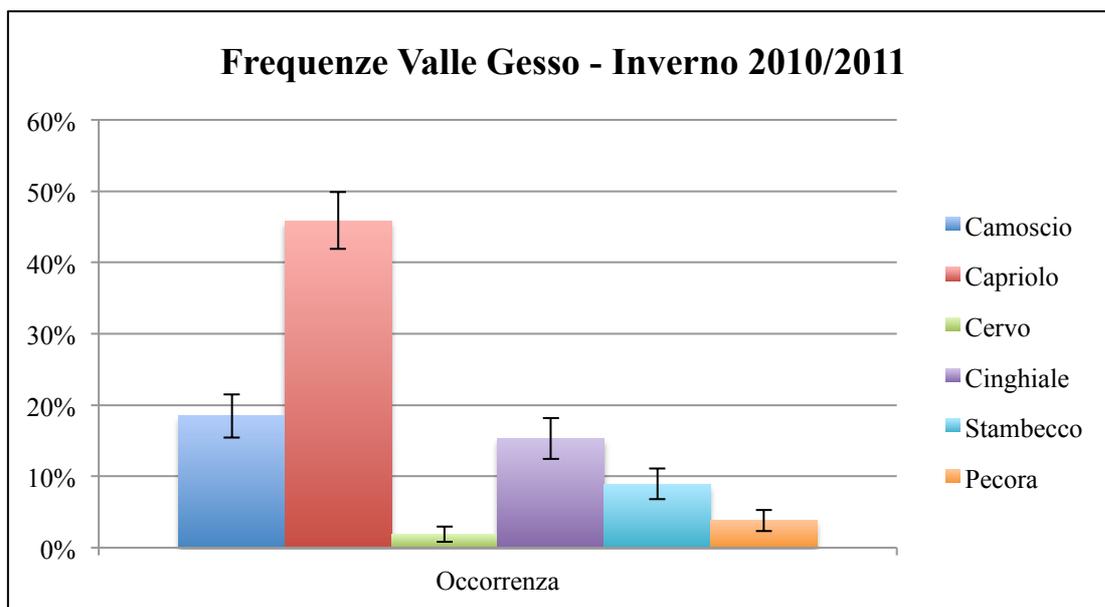
L'Estate del 2010 è, per questa zona, caratterizzata da un ugual numero di reperti e di occorrenze, che ammontano a 38, per 9 categorie alimentari rappresentate. Il volume medio è di 46,45 ml. ( $\pm 42,35$  DS), mentre il peso medio ammonta a 30,26 gr. ( $\pm 28,27$  DS). Anche per questa stagione, la categoria alimentare più rappresentata è il capriolo, che presenta 12 casi ( $31,58\% \pm 7,36$  SE). Il camoscio risulta similmente molto utilizzato, con una frequenza del  $26,32\% \pm 7,14$  SE (10 casi). Nuovamente presenti sono anche lo stambecco, con 4 occorrenze ( $10,53\% \pm 5,04$  SE), ed il cinghiale, con 3 ( $7,89\% \pm 4,28$  SE). Per quanto riguarda gli Ungulati domestici, le specie utilizzate sono le medesime della precedente stagione, capra e pecora, ciascuna rinvenuta in 3 diverse occasioni ( $7,89\% \pm 4,33$  SE). Si sono inoltre incontrate, sporadicamente, fatte contenenti resti di Roditori ed Erinaceidi, come avvenuto in precedenza (Roditori:  $5,26\% \pm 3,53$  SE; Erinaceidi:  $2,63\% \pm 2,58$  SE). La **Figura 8** riporta, in percentuale, le frequenze delle quattro categorie di ungulati selvatici rinvenuti nella dieta, per questa stagione.



**Figura 8.** Frequenze di occorrenza delle categorie alimentari maggiormente rappresentate durante l'Estate 2010. Si notino gli alti valori relativi alle due specie di Ungulati domestici, assenti nelle stagioni invernali.

L'ultima stagione analizzata, l'Inverno 2010-2011, contribuisce al campione totale con 219 escrementi collezionati, da cui si è risaliti a 157 eventi distinti di utilizzo di prede diverse. All'interno di tale sotto-campione, 13 sono le categorie alimentari rappresentate, per un volume medio di 40,67 ml. ( $\pm 35,66$  DS) ed un peso medio di 28,89 gr. ( $\pm 25,79$  Ds). Gli ungulati selvatici sono rappresentati, nell'arco di questa stagione, da cinque diverse specie. La più frequente è, come nelle stagioni precedenti, il capriolo, con 72 utilizzi, che ammontano al

45,86% ( $\pm 3,99$  SE) del totale. La seconda specie maggiormente utilizzata è il camoscio, cui si riferiscono 29 dei casi d'uso documentati (18,47%  $\pm 3,03$  SE). Più abbondante rispetto alle stagioni precedenti è il cinghiale, che ammonta al 15,39% ( $\pm 2,85$  SE) del totale delle occorrenze di questo periodo (24 casi). Importante è anche la percentuale relativa allo stambecco, i cui resti sono stati rinvenuti in 14 casi (8,92%  $\pm 2,15$  SE). Infine, dall'analisi della dieta in questa stagione si riscontra anche un limitato utilizzo di cervo (*C. elaphus*), che ammonta all'1,91% ( $\pm 1,09$  SE) del totale (3 casi). Tale situazione è riassunta dal grafico sottostante (**Fig. 9**).



**Figura 9.** Dati relativi all'Inverno 2010-11 per l'area "Valle Gesso". Da notare come compaia nuovamente, seppure in quantità limitate, l'utilizzo di Ungulati domestici.

Per quanto riguarda le altre categorie alimentari, gli ungulati domestici sono rappresentati con 7 casi. Di questi, 6 sono ascrivibili a Pecore (3,82%  $\pm 1,51$  SE) ed uno solo a capra (0,64%  $\pm 0,60$  SE). Si contano inoltre 4 casi in cui si registra la presenza di Roditori (2,54%  $\pm 1,22$  SE) ed un caso ciascuna per le famiglie di Erinaceidi e Mustelidi (Erinaceidi: 0,64%  $\pm 0,63$  SE; Mustelidi: 0,64%  $\pm 0,63$  SE).

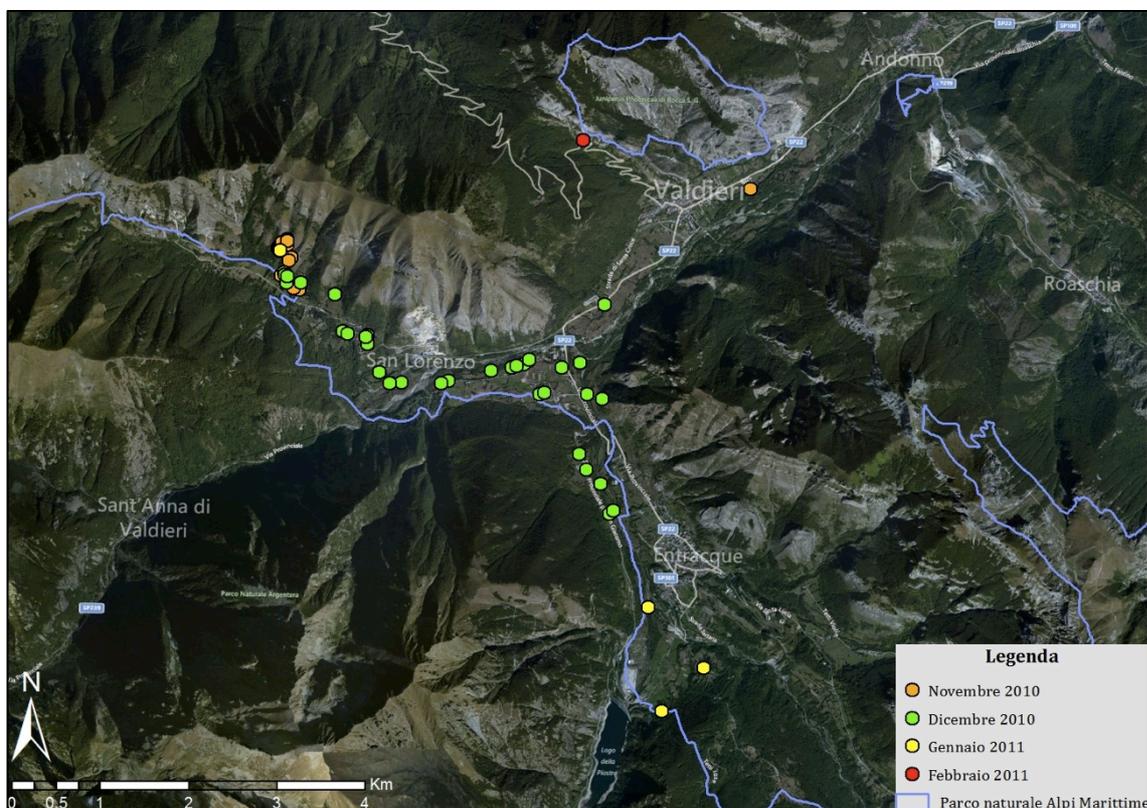
A livello generale, la categoria alimentare più rappresentata fra le tre stagioni analizzate è quella degli ungulati selvatici, con 244 casi distinti, pari all'89,05% ( $\pm 1,94$  SE) del campione. Nelle stagioni in analisi, gli ungulati domestici sono utilizzati dai lupi di quest'area in maniera saltuaria: ammontano, infatti, al 5,47% ( $\pm 1,35$  SE) del campione totale. Tra le altre specie-preda incontrate nell'analisi, presenti anch'esse a livello poco più che sporadico,

spicca la categoria dei Roditori che, con 6 occorrenze ( $2,20\% \pm 0,90$  SE) sull'intero arco di tempo abbracciato dalla presente analisi, è la più rappresentata fra queste "minori". Da ultimo, a livello sovra-stagionale, si sono registrati tre casi in cui non si è riusciti ad assegnare i resti rinvenuti a una categoria alimentare univoca ( $1,09\% \pm 0,62$  SE).

A scopo puramente descrittivo, si nota come tutte e tre le stagioni presentino, inoltre, una comune presenza di residui vegetali indigesti all'interno delle fatte. Per l'Inverno 2009-2010, tali resti fanno registrare 58 casi distinti, suddivisibili fra resti di Graminacee ( $22,33\% \pm 4,14$  SE), frammenti di Latifoglie ( $15,53\% \pm 3,58$  SE), *Brachypodium* ( $13,59\% \pm 3,37$  SE) e frammenti di corteccia e rametti, che costituiscono il restante  $4,85\%$  ( $\pm 2,18$  SE). Allo stesso modo, per l'Estate 2010, si sono rinvenuti resti vegetali in 39 casi: di questi, il  $58,97\%$  ( $\pm 8,02$  SE) è riconducibile a Graminacee, il  $38,46\%$  ( $\pm 8,0$  SE) a Latifoglie e, infine, il  $2,56\%$  ( $\pm 2,63$  SE) a resti di rametti o corteccia. I casi registrati per l'Inverno 2010-2011 ammontano a 120. Tra questi, nuovamente si ha un'alta percentuale di Graminacee ( $25,57\% \pm 2,94$  SE), di frammenti di Latifoglie ( $21,00\% \pm 2,69$  SE) e di resti di corteccia o rami ( $5,48\% \pm 1,54$  SE). Sporadicamente si è registrata la presenza di resti riconducibili a *Brachypodium* ( $2,74\% \pm 1,10$  SE). Questo fenomeno di assunzione di materiale vegetale, per quanto diffuso su tutte e tre le stagioni, non è stato però ulteriormente indagato: è, infatti, impossibile discriminare a posteriori i casi di assunzione attiva da parte del lupo da quelli di assunzione passiva, collaterali all'utilizzo di una preda o alla raccolta del campione da parte dell'operatore.

A differenza del caso dei resti vegetali sopra riportato, l'Inverno 2010-2011 è caratterizzato da un fenomeno curioso, raramente documentato in altre regioni italiane e registrato qui per la prima volta negli ambiti del Progetto Lupo Piemonte e della regione delle Alpi Marittime. Gli escrementi collezionati fra il 29 di Novembre 2010 ed il 20 di Gennaio del 2011 sono, infatti, caratterizzati dalla presenza, a vario titolo, di resti di frutta: mele (*M. domestica*), in particolare. Un solo caso di escremento contenente resti di frutta è datato fuori da tale finestra temporale, essendo stato rinvenuto il 10 di Febbraio 2010. In totale, sono 68 le fatte che presentano al loro interno la presenza di resti di mela, corrispondenti al  $31,05\%$  ( $\pm 3,13$  SE) del campione di reperti collezionati per questa stagione. Di queste, 14 risultano composte interamente da resti indigesti identificabili come mele. Dei 54 reperti rimanenti, 48 ( $60,29\%$ ) risultano composti da frutta in percentuale di volume maggiore del  $50\%$  e, di questi ultimi, 27 ( $56,25\%$ ) hanno una percentuale compresa fra l' $80\%$  ed il  $100\%$ .

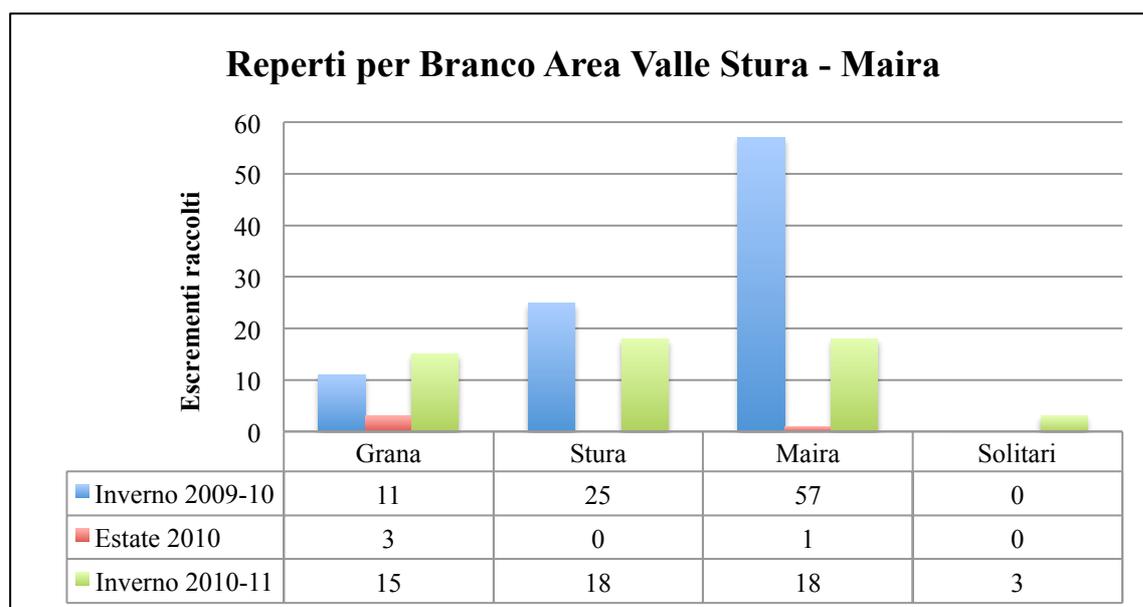
A livello geografico, come si può vedere nella mappa sottostante (**Fig. 10**), la maggior parte di questi reperti è localizzata tra il vallone di Desertetto, una valle sospesa che si sviluppa longitudinalmente alla valle Gesso ed il fondovalle di quest'ultima, nel territorio compreso fra gli abitati di Valdieri ed Entracque. Si può, inoltre, riconoscere una particolare struttura temporale dei ritrovamenti. Si ha, infatti, un primo gruppo collezionato il giorno 29 di Novembre 2010, che si localizza nella zona più interna del vallone di Desertetto, verso il Colle dell'Arpione; un secondo, più numeroso, gruppo che interessa l'intero mese di Dicembre 2010, fino al giorno 4 di Gennaio 2011 e che si distribuisce su tutto il territorio compreso fra la Cima Cialancia e l'imbocco della Valle Gesso di Entracque. Infine, si ha un terzo gruppo, collezionato il giorno 20 di Gennaio 2011, più rarefatto a livello territoriale, con reperti incontrati nella zona del Colle dell'Arpione e nelle aree immediatamente posteriori al comune di Entracque. Un unico reperto si localizza fuori da questa finestra temporale e spaziale, essendo stato raccolto il giorno 12 di Febbraio 2011 nelle vicinanze della Madonna del Colletto, dietro l'abitato di Valdieri. Questi dati, in forza delle loro percentuali di volume insolitamente elevate, della loro concentrazione spaziale e temporale sono, a differenza di quelli relativi alle categorie vegetali, riconducibili a fenomeni successivi di alimentazione vera e propria.



**Figura 10.** Dislocazione sul territorio degli escrementi contenenti, in parte o completamente, resti indigesti di mele. Si nota la concentrazione nelle aree limitrofe al vallone di Desertetto, in cui si situano inoltre i reperti più vecchi, risalenti al Novembre 2010.

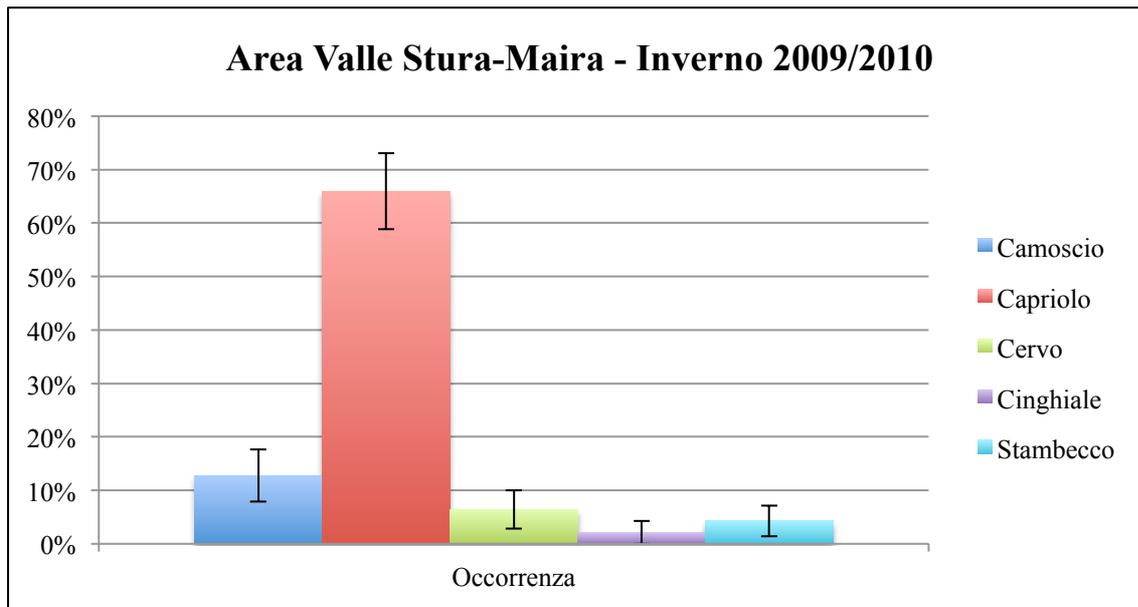
## II. Area Valle Stura-Maira

Il campione riguardante l'area Valle Stura-Maira è caratterizzato da una minore numerosità dei reperti, 155, dai quali si è risaliti a 79 casi distinti di utilizzo di prede diverse. Inoltre, si registra una loro maggior differenziazione per quanto riguarda la provenienza: sei sono, infatti, i branchi rappresentati all'interno del campione, distribuiti fra le tre stagioni oggetto della presente analisi. Il grafico seguente rappresenta il numero di fatte raccolte per branco, in base alla stagione di raccolta (**Fig. 11**).



**Figura 11.** Dettaglio dei reperti rinvenuti per ciascun branco situato nel territorio dell'area Valle Stura-Maira. Sono riportati anche i dati relativi agli individui solitari.

Durante l'Inverno 2009-2010, per 97 fatte collezionate si hanno 47 casi di utilizzo differenti e 8 categorie alimentari rappresentate. Il volume medio è di 47,49 ml. ( $\pm 33,72$  DS) ed il peso medio è di 38,45 gr. ( $\pm 30,58$  DS). Tra gli ungulati selvatici (**Fig. 12**), la specie più frequente nell'analisi è il capriolo, con 31 casi, pari al 65,96% ( $\pm 7,15$  SE) del totale. Segue il camoscio, presente nel 12,77% ( $\pm 4,86$  SE) del campione (6 casi). Le altre specie presenti nel campione sono il cervo, con 3 casi (6,38%  $\pm 3,58$  SE); lo stambecco, 2 casi (4,26%  $\pm 2,89$  SE), ed infine il cinghiale, che fa registrare un solo caso (2,13%  $\pm 2,13$  SE). In una sola occasione si ha presenza, in un reperto, di resti riconducibili ad ungulati domestici, in particolare ad un esemplare di bue domestico (*B. taurus*, 2,13%  $\pm 2,14$  SE). Casi particolari nella dieta di questa stagione sono due fatte contenenti pelo indetificato come lupo o cane (*C. lupus* subsp. *familiaris*; 4,26%  $\pm 2,90$  SE) ed un reperto contenente pelo di volpe rossa (*V. vulpes*, 2,13%  $\pm 2,13$  SE).

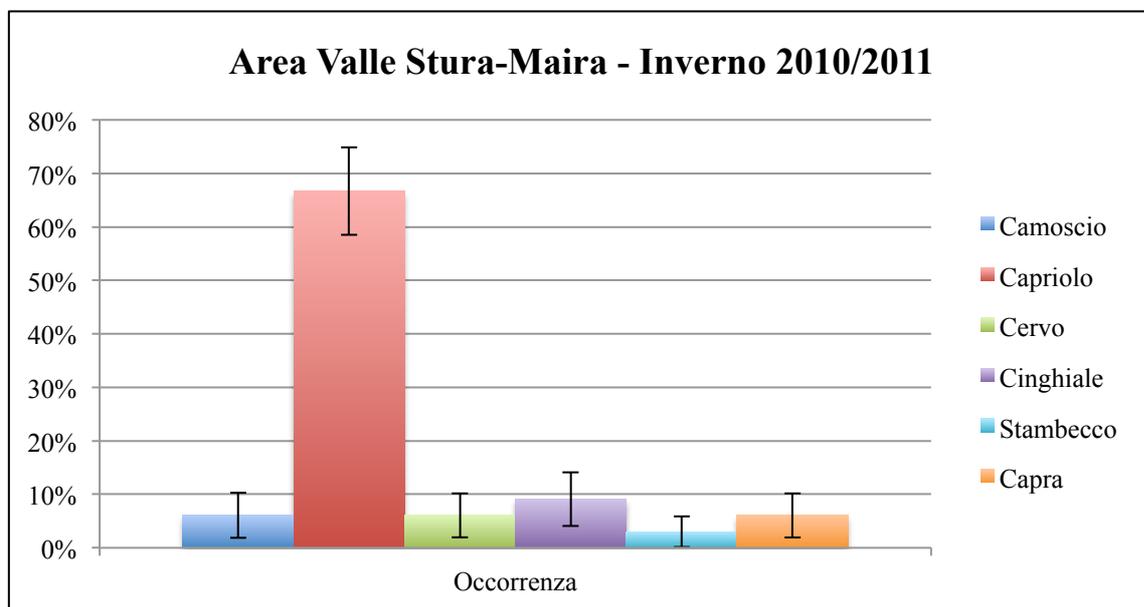


**Figura 12.** Dati di Frequenza di Occorrenza degli Ungulati selvatici per l'Inverno 2009-2010 dell'area Valle Stura-Maira.

Una delle due fatte contenenti pelo di lupo contiene anche dei resti indigesti riconducibili a un capriolo, che ammontano al 30% del volume del reperto. Le restanti due fatte risultano composte completamente dai resti della specie indicata in precedenza. La presenza di pelo di lupo nelle fatte di questa specie viene, normalmente, interpretata come dovuta al fenomeno del *grooming*, il comportamento di cura personale del pelo che ogni individuo opera. La percentuale insolitamente alta dei resti indigesti sia di lupo che di volpe nelle altre due fatte sembra indicare un caso di raro, effettivo, utilizzo su esemplari di tali specie. A livello generale, il gruppo più rappresentato all'interno della dieta di questa stagione è quello degli ungulati selvatici che, da soli, occorrono nel 91,40% ( $\pm 4,14$  SE) dei casi. A questo fa seguito la famiglia dei Canidi che, con le sue tre occorrenze totali, costituisce il 6,46% ( $\pm 3,60$  SE) dei casi analizzati. Da ultimo, troviamo gli ungulati domestici, cui si riferisce il 2,18% del campione ( $\pm 2,14$  SE).

L'Estate del 2010 è rappresentata, come riportato dalla **Figura 11**, da soli quattro reperti distribuiti fra i branchi Grana e Maira, per un volume medio di 50,00 ml. ( $\pm 18,26$  DS) ed un peso medio di 38,53 gr. ( $\pm 26,88$  DS). A livello puramente descrittivo, tre sono le specie di cui sono rinvenuti resti nelle fatte di questo periodo: capriolo e stambecco fra i selvatici e capra fra i domestici.

Per l'Inverno 2010-2011, a fronte di 53 reperti collezionati, si sono identificati 33 casi di utilizzo differenti, in cui si riconoscono 7 categorie alimentari. Il volume medio dei reperti collezionati durante questa stagione si attesta su 32,96 ml. ( $\pm 26,44$  DS), mentre il peso medio è di 28,33 gr. ( $\pm 23,48$  DS). La categoria alimentare più frequentemente incontrata durante l'analisi è quella del capriolo, in 22 casi, pari al 66,67% ( $\pm 8,20$  SE) del totale. A questa fa seguito il cinghiale, con 4 casi (9,09%  $\pm 5,06$  SE) e poi, con due casi ciascuna, le categorie alimentari del camoscio e del cervo (camoscio: 6,06%  $\pm 4,19$  SE; cervo: 6,06%  $\pm 4,10$  SE). Ultima, per occorrenza, fra le categorie alimentari degli ungulati selvatici, risulta quella dello stambecco, per la quale si sono rinvenuti i resti solamente in un'occasione (3,03%  $\pm 2,90$  SE) (Fig. 13).



**Figura 13.** Frequenza di Occorrenza delle diverse specie di Ungulati, Selvatici e Domestici, rappresentati nella dieta del lupo per l'Inverno 2010-2011. Area Valle Stura-Maira.

Per quanto riguarda gli ungulati domestici, se ne sono incontrati i resti in tre occasioni: due identificate come capra (6,06%  $\pm 4,15$  SE) e la restante catalogata come pecora (3,03%  $\pm 2,86$  SE). Per questa stagione, il gruppo degli ungulati selvatici è nuovamente quello maggiormente rappresentato: costituisce il 91,13% del campione ( $\pm 4,95$  SE). Gli ungulati domestici costituiscono il restante 9,10% ( $\pm 4,85$  SE), non essendosi riscontrate evidenze di utilizzo di altre specie preda per la dieta di questa stagione.

A livello generale sovra-stagionale, il gruppo maggiormente rappresentato nella dieta dei lupi presenti nell'area dell'area Valle Stura-Maira è quello degli ungulati selvatici, di cui si sono rinvenute evidenze d'utilizzo in 75 casi distinti, pari al 90,36% del totale di occorrenze ( $\pm$

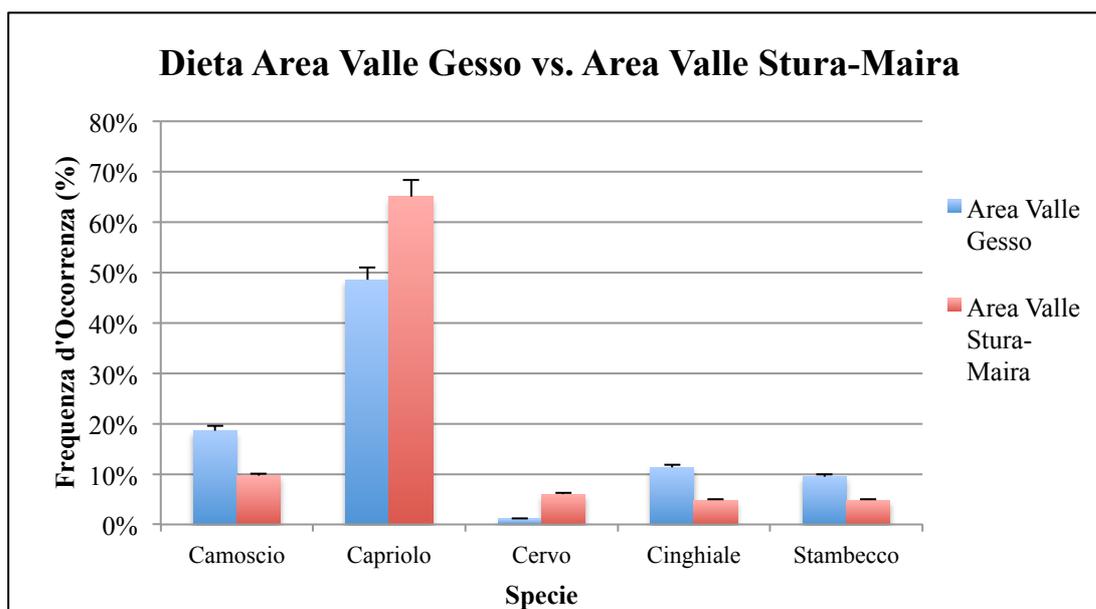
3,19 SE). A questi fanno seguito gli ungulati domestici, per i quali i casi registrati sono 5, costituendo il 6,02% del totale ( $\pm 2,64$  SE). Infine, si ricordi il caso particolare di occorrenza di resti riconducibili alla famiglia dei Canidi, unica altro gruppo di specie-preda a comparire nella dieta di quest'area, pari al 3,61% ( $\pm 1,99$  SE) del totale, la cui provenienza può essere probabilmente ascritta al fenomeno del *grooming* o, in una più rara eventualità, a veri e propri casi di utilizzo di tali specie come fonte di cibo.

### *Analisi della Dieta*

Nell'analizzare la dieta dei lupi che popolano le due aree oggetto di questa analisi si è inizialmente indagato se esistessero, fra le aree Valle Gesso e Valle Stura-Maira, delle variazioni nell'utilizzo delle diverse specie-preda disponibili. Successivamente, si è passato ad indagare se e come tale utilizzo possa diversificarsi all'interno di una stessa area, per concludere la ricerca confrontando l'uso operato dei branchi maggiormente rappresentati nei campioni ricavati dalle due aree: il branco Gesso ed il branco Maira.

#### *1. La dieta fra le due zone di campionamento.*

La prima analisi svolta in questo contesto riguarda le frequenze di occorrenza delle categorie alimentari maggiormente rappresentate fra le due aree in analisi quindi, necessariamente, relative agli ungulati selvatici. Si sono confrontate le frequenze d'occorrenza generali, non suddivise per stagione o branco d'appartenenza, applicando il test del Chi Quadrato. Le



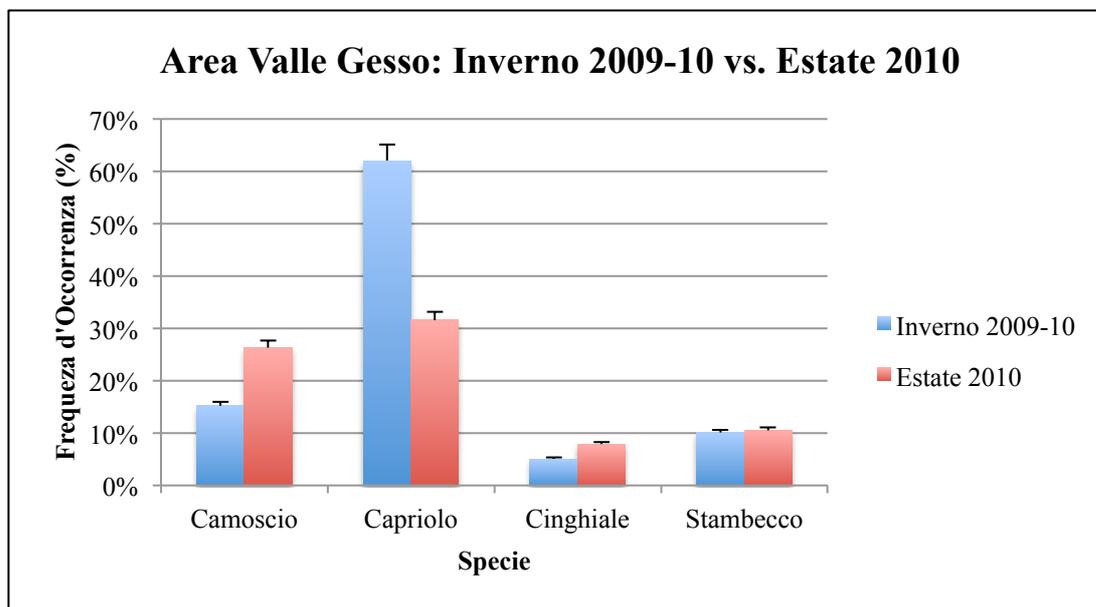
**Figura 14.** Confronto sovra-stagionale fra le due aree di studio. Le barre d'errore visualizzate si riferiscono ad un intervallo del 5%.

categorie alimentari coinvolte sono quattro per ciascun'area: il camoscio; il capriolo; il cinghiale e lo stambecco. L'esame evidenzia una differenza significativa fra le due aree, nella frequenza con cui si presentano nella dieta dei lupi le quattro categorie alimentari prese in considerazione ( $n=311$ ;  $\chi^2=10,969$ ;  $d.f.=3$ ;  $p=0,012$ ). Dal grafico soprastante (**Fig. 14**) si può notare come a capriolo e camoscio spetti un ruolo di primo piano in entrambe le zone, mentre il cervo è più frequente nell'area Stura-Maira e cinghiali e stambecchi lo sono nell'area Valle Gesso. In seguito, si è analizzata la dieta delle due aree dividendo i dati per stagione. Si sono considerati, in particolare, i due Inverni presenti nel campione (2009-2010 e 2010-2011), per la maggior dimensione dei campioni disponibili. Come visto in precedenza, le due aree si differenziano per il numero di branchi presenti sul territorio durante tali stagioni: nell'ambito di questa analisi, si è scelto di considerare i dati di ciascun'area complessivamente, senza operare suddivisioni in base all'appartenenza a branchi diversi. Per l'Inverno 2009-2010, il test non riesce ad individuare alcuna differenza significativa fra le frequenze d'occorrenza delle varie specie di ungulati selvatici rappresentate nella dieta delle due aree ( $n=116$ ;  $\chi^2=0,312$ ;  $d.f.=2$ ;  $p=0,855$ ). La medesima analisi, svolta sui dati di frequenza delle stesse specie preda, relativi all'Inverno 2010-2011, non evidenzia alcuna differenza significativa fra le due aree di studio ( $n=172$ ;  $\chi^2=5,635$ ;  $d.f.=2$ ;  $p=0,060$ ).

## *II. La dieta nell'area Valle Gesso.*

Dopo aver analizzato la dieta a livello generale, si è proceduto svolgendo un'analisi focalizzata sulle singole aree coinvolte dallo studio. Il primo passo è stato indagare la presenza di eventuali differenze d'utilizzo delle specie-preda fra le stagioni, all'interno di una stessa area. Nuovamente, i confronti si sono svolti considerando solo la macro-categoria alimentare degli ungulati selvatici. Per quest'area, confrontando l'Inverno 2009-2010 e l'Estate del 2010 (**Fig. 15**), si è riscontrata l'esistenza di una differenza significativa nelle frequenze di occorrenza degli ungulati selvatici ( $n=102$ ;  $\chi^2=6,094$ ;  $d.f.=2$ ;  $p=0,048$ ). Confronto analogo è stato svolto per i dati di frequenza delle specie di ungulati selvatici fra l'Estate 2010 e l'Inverno 2010-2011. In questo caso, il test del Chi Quadrato non risulta significativo ( $n=171$ ;  $\chi^2=2,706$ ;  $d.f.=2$ ;  $p=0,258$ ): non si riscontrano quindi differenze nella dieta delle due stagioni. Infine, si sono poste a confronto le frequenze registrate per le specie di ungulati selvatici fra i due Inverni compresi nel campione, le due stagioni maggiormente rappresentate per numero di reperti. Anche in questo caso, tuttavia, non si sono riscontrate

differenze significative fra le frequenze delle singole specie preda registrate per le due stagioni ( $n=212$ ;  $\chi^2=7,525$ ;  $d.f.=3$ ;  $p=0,057$ ).



**Figura 15.** Dieta del branco Gesso, confronto tra l'Inverno 2009-10 e l'Estate 2010. Si noti il maggior utilizzo di camosci e cinghiali nel periodo estivo. Barre d'errore relative a un intervallo del 5%.

### III. La dieta nell'area Valle Stura-Maira.

I dati disponibili per quest'area di studio permettono unicamente un confronto fra i due Inverni del 2009-2010 e del 2010-2011: i 4 reperti disponibili per l'Estate del 2010 sono infatti troppo pochi per rispettare le assunzioni del test del Chi Quadrato di Pearson. La medesima necessità ha portato, inoltre, a considerare il capriolo come categoria a sé stante mentre le altre specie di Ungulati selvatici rappresentate nella dieta, dati i minori valori di frequenza d'occorrenza, sono state raggruppate in un'unica categoria. Svolto secondo tali premesse, il test risulta non significativo per le differenze fra le frequenze di occorrenza delle specie di Ungulati selvatici coinvolte, nella dieta dell'area Valle Stura-Maira ( $n=73$ ;  $\chi^2=0,014$ ;  $d.f.=1$ ;  $p=0,907$ ).

### IV. La dieta dei branchi Gesso e Maira.

Come ultima analisi di questa parte del lavoro, si sono messe a confronto le diete dei branchi maggiormente rappresentati per ciascun'area: il branco Gesso, per l'area Valle Gesso, ed il branco Maira, per l'area Valle Stura-Maira. A causa delle limitate dimensioni dei campioni

stagionali disponibili per quest'ultimo branco, si è potuta svolgere solamente un'analisi generale a livello sovra-stagionale, tralasciando il confronto fra le singole stagioni di campionamento dei due branchi. Per rispettare le assunzioni del test del Chi Quadrato, si sono raggruppati i dati di frequenza relativi alle specie preda cervo, cinghiale e stambecco, considerando separatamente capriolo e camoscio. Confrontate in tale maniera, le frequenze di occorrenza non risultano statisticamente differenti fra i due branchi ( $n=272$ ;  $\chi^2=4,495$ ;  $d.f.=2$ ;  $p=0,106$ ).

## **Comportamento di Vigilanza del Camoscio (*R. rupicapra*)**

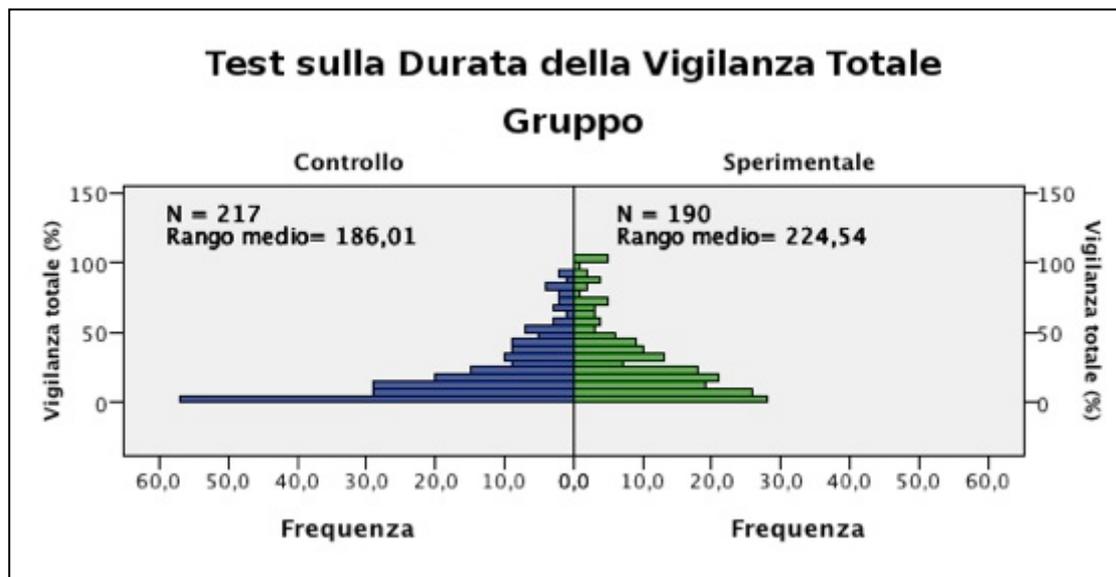
Sono state svolte analisi per valutare se il comportamento di Vigilanza è utilizzato in maniera strategica da parte dei camosci come comportamento anti-predatorio in presenza del lupo, esaminando le diverse condizioni in cui si presenta il comportamento di Vigilanza e la loro influenza su quest'ultimo.

### *I. Differenze nel comportamento di Vigilanza fra i camosci dell'area Sperimentale e di Controllo.*

Poiché le aree di controllo sono due, si è svolta un'analisi preliminare per valutare se fosse possibile considerare le due zone a bassa frequentazione da parte del lupo (Vallone delle Rovine e Riserva *J. phoenicea*) come un unico gruppo di controllo o meno. Si è quindi svolto un Test U di Mann-Whitney (Sokal & Rohlf, 1995) sui valori di Vigilanza totale, Vigilanza in piedi e Vigilanza seduta. Tale test è risultato non significativo per tutti e tre i comportamenti, permettendo di considerare insieme i dati provenienti dalle due zone di controllo (Vigilanza totale:  $n=217$ ; U di Mann-Whitney=5.978,5;  $p=0,824$ ; Vigilanza in piedi:  $n=217$ ; U di Mann-Whitney=5.996,5;  $p=0,794$ ; Vigilanza seduta:  $n=217$ ; U di Mann-Whitney=5.962,5;  $p=0,688$ ).

La zona di campionamento del Monte Merqua è stata, invece, indicata come “Sperimentale”, in quanto interessata da una più alta, e costante, frequentazione da parte del branco di lupi denominato “Gesso”. E' quindi fra i camosci campionati in questa zona che, ipoteticamente, ci si aspetta di incontrare un maggiore sviluppo dei comportamenti anti-predatori, in particolare del comportamento di Vigilanza. Dal successivo confronto, svolto con un test U di Mann-Whitney, fra l'area Sperimentale e quella di Controllo, il tempo dedicato al

comportamento di Vigilanza, inteso come somma di Vigilanza in piedi e seduta, è risultato essere significativamente maggiore nell'area con presenza stabile di lupo (Fig. 16; n=407; U di Mann-Whitney=16.712,0; p=0,001).



**Figura 16.** Grafico dei ranghi del Test u di Mann-Whitney svolto sulle durate della Vigilanza totale. Sono evidenziati dimensione del campione e rango medio per ciascun gruppo in analisi. Dati in percentuale.

Prese, invece, singolarmente, la Vigilanza seduta non presenta una differenza significativa fra il gruppo sperimentale e il controllo (n=407; U di Mann-Whitney=20.744,0; p=0,810), mentre si riscontra invece una differenza significativa per la Vigilanza in piedi (n=407; U di Mann-Whitney=17.099,0; p=0,003). I camosci che abitano l'area Sperimentale del Monte Merqua, abitualmente frequentata dai lupi, presentano quindi valori di durata maggiore del comportamento di Vigilanza in piedi, e del tempo dedicato alla Vigilanza in generale, rispetto ai loro conspecifici osservati nelle aree del Vallone delle Rovine e della Riserva *J. phoenicea*, che sono invece scarsamente interessate dalla presenza del predatore.

L'analisi dei dati derivanti dallo Scan Sampling rivela risultati simili. Anche in questo caso, al fine di aver un unico gruppo di Controllo, si è inizialmente esaminato se i dati provenienti dalla zona delle Rovine e dalla Riserva presentino o meno differenze significative. Ciò non si è verificato né per i dati di frequenza del comportamento di Vigilanza in piedi (n=220; U di Mann-Whitney=5.562,5; p=0,291), né per i casi di Vigilanza seduta (n=220; U di Mann-Whitney=6.089,0; p=0,513). Si è quindi proceduto considerando le due zone come un unico gruppo di controllo anche nelle successive analisi dei dati di frequenza.

Si è in seguito testata l'esistenza di differenze significative nelle frequenze registrate per i comportamenti di Vigilanza in piedi e seduta fra il gruppo Sperimentale ed il gruppo di

Controllo. Nel primo caso, la frequenza della Vigilanza in piedi, è significativamente maggiore nell'area con presenza di lupo stabile (i.e. l'area Sperimentale) (**Fig. 17**; n=407; U di Mann-Whitney=16.081,5; p=0,000). Risultato analogo si ottiene per le frequenze della Vigilanza svolta seduta (n=407; U di Mann-Whitney=19.194,5; p=0,003).

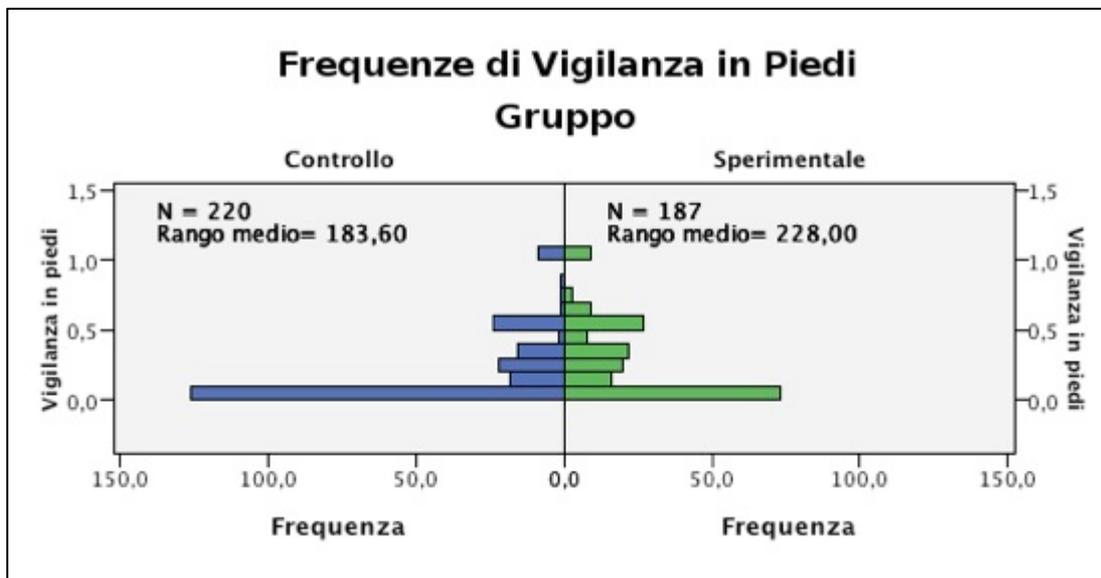


Figura 17. Grafico del test U di Mann-Whitney condotto sui dati di frequenza della Vigilanza in piedi dei due gruppi in analisi. Vengono riportati la taglia campionaria (N) ed il rango medio.

## II. Differenze nel comportamento di Vigilanza fra i due sessi

Poiché individui maschi e femmine sperimentano la pressione predatoria in maniera differente (Childress & Lung, 2003; Hunter & Skinner, 1998; Laundré et al., 2001; Z. Li et al., 2009; Shorrocks & Cokayne, 2005; Xu et al., 2010), si sono svolte delle analisi per valutare se tali differenze siano individuabili dall'osservazione del comportamento di Vigilanza. A tale scopo, all'interno di ogni area si sono analizzate le percentuali di tempo impegnate in tale attività, considerando solamente i dati provenienti da focal per i quali è stato possibile stabilire il sesso dell'individuo in osservazione.

Per l'area del Monte Merqua, non esistono differenze statisticamente significative fra maschi e femmine nel tempo dedicato al comportamento di vigilanza totale (n=159, U di Mann-Whitney=1.640,0; p=0.923). Poiché tale valore è il risultato della somma dei tempi di due comportamenti diversi, la vigilanza in piedi e la vigilanza seduta, si è successivamente svolto lo stesso test anche sui valori presi separatamente. Per quanto riguarda la vigilanza seduta, non si riscontra alcuna differenza significativa (n=159; U di Mann-Whitney=1.605,0;

$p=0.875$ ). Il test svolto sulla quantità di tempo spesa in vigilanza mentre l'animale è in piedi, invece, mostra l'esistenza di una differenza significativa tra i due sessi ( $n=159$ ; U di Mann-Whitney=1.140,0;  $p=0,021$ ). In particolare, i maschi appaiono dedicare intervalli di tempo di durata maggiore alla Vigilanza in piedi, a differenza delle loro conspecifiche, che invece presentano una minor durata degli intervalli di Vigilanza in piedi campionati.

Si sono poi applicate queste medesime analisi alle due zone di Controllo, Vallone delle Rovine e Riserva *J. phoenicea*, considerandole separatamente. Nel Vallone delle Rovine, i casi considerati sono 77 e il test U di Mann-Whitney a due vie risulta non significativo sia per la Vigilanza totale ( $n=77$ ; U di Mann-Whitney=405,5;  $p=0,828$ ), sia per le sue componenti: la Vigilanza seduta ( $n=77$ ; U di Mann-Whitney=426,0;  $p=0,757$ ) e la Vigilanza in piedi ( $n=77$ ; U di Mann-Whitney=368,0;  $p=0,277$ ). Per l'area della Riserva *J. phoenicea*, i casi analizzati sono 61. Il test condotto sulla Vigilanza totale risulta non significativo ( $n=61$ ; U di Mann-Whitney=136,5;  $p=0,500$ ). Come per le due zone precedenti, il test viene condotto anche sulle due componenti della Vigilanza totale prese singolarmente. Entrambi i test risultano non significativi: per la Vigilanza in piedi, il valore di significatività è di  $p=0,323$  ( $n=61$ ; U di Mann-Whitney=123,0); per la Vigilanza seduta tale valore è di  $p=0,679$  ( $n=61$ , U di Mann-Whitney=183,0).

A differenza, quindi, di quanto riportato per la zona Sperimentale, in nessun caso si rileva una differenza significativa tra gli individui dei due sessi, per quel che riguarda il tempo dedicato alle varie forme del comportamento di Vigilanza, all'interno delle due aree di Controllo.

### *III. Il comportamento di vigilanza nelle Femmine delle tre zone.*

Da quanto si può evincere dalla letteratura (Hunter & Skinner, 1998; Laundré et al., 2001; Childress & Lung, 2003), gli individui femmine di diverse specie animali sono esposte a maggiori livelli di pressione predatoria rispetto ad altre classi, in particolare nei periodi della loro vita dedicati alle cure parentali. Nonostante dalle analisi precedenti sia risultato che sono i maschi a svolgere gli intervalli di Vigilanza in piedi di maggior durata temporale, poiché all'interno del campione sono presenti sia femmine con uno o più piccoli dell'anno (i.e. capretti), sia femmine senza, si è ritenuto interessante svolgere un'indagine per evidenziare eventuali differenze fra gli individui appartenenti a queste due categorie.

Condotta sui dati di durata della Vigilanza totale provenienti dal monte Merqua, il test non risulta statisticamente significativo ( $n=135$ ; U di Mann-Whitney=868,0;  $p=0,823$ ). Anche conducendo il test separatamente sui dati di durata della Vigilanza in piedi e seduta, i risultati

rimangono non significativi (seduta:  $n=135$ ; U di Mann-Whitney= $825,0$ ;  $p=0,247$ ; in piedi:  $n=135$ ; U di Mann-Whitney= $977,0$ ;  $p=0,590$ ). Non sono pertanto riscontrabili differenze statisticamente significative, nel tempo dedicata al comportamento di Vigilanza, fra femmine con e senza capretto.

Per quanto riguarda le zone del vallone delle Rovine, le femmine con e senza capretto campionate in quest'area non differiscono fra loro per tempo dedicato al comportamento di Vigilanza totale ( $n=65$ ; U di Mann-Whitney= $540,0$ ;  $p=0,864$ ), né per il tempo dedicato alla Vigilanza seduta ( $n=65$ ; U di Mann-Whitney= $489,0$ ;  $p=0,320$ ) né, infine, per il tempo dedicato all'attività di Vigilanza in piedi ( $n=65$ ; U di Mann-Whitney= $585,0$ ;  $p=0,446$ ). Nella Riserva, il campione in analisi, ristretto alle sole femmine con e senza piccolo, è di 55 unità. L'analisi della Vigilanza totale risulta, anche in questo caso, non significativa ( $n=55$ ; U di Mann-Whitney= $385,0$ ;  $p=0,259$ ). Analizzando separatamente la Vigilanza in piedi e seduta, si ottengono nuovamente risultati non significativi sia per la Vigilanza svolta da seduti ( $n=55$ ; U di Mann-Whitney= $374,0$ ;  $p=0,086$ ), sia per la Vigilanza svolta in piedi ( $n=55$ ; U di Mann-Whitney= $339,0$ ;  $p=0,770$ ).

Per tutte e tre le aree d'osservazione non è, quindi, possibile verificare l'esistenza di differenze significative nelle quantità di tempo dedicate all'attività anti-predatoria fra le femmine, con e senza capretto, all'interno di una stessa zona.

In seguito, si è svolta un'analisi che pone a confronto i dati provenienti dal gruppo Sperimentale con quelli del gruppo di Controllo, per verificare se esistano differenze fra femmine nella medesima condizione ma che abitano in aree sottoposte a diversa frequentazione da parte del lupo. Per le femmine senza capretto dei due gruppi, non vengono individuate differenze statisticamente significative dal test U di Mann-Whitney svolto sui dati di durata della Vigilanza totale ( $n=168$ ; U di Mann-Whitney= $2.366,0$ ;  $p=0,071$ ). Risultati analoghi si ottengono quando si oggetto dell'indagine sono le durate della Vigilanza in piedi ( $n=168$ ; U di Mann-Whitney= $2.410,0$ ;  $p=0,099$ ) o della Vigilanza seduta ( $n=168$ ; U di Mann-Whitney= $2.870,0$ ;  $p=0,942$ ).

I dati relativi alle femmine accompagnate da uno, o più, capretti risultano parimenti non differenti fra i due gruppi, sia che vengano analizzati i tempi dedicati alla Vigilanza totale ( $n=87$ ; U di Mann-Whitney= $510,0$ ;  $p=0,736$ ), sia che a esserlo siano i tempi dedicati alla Vigilanza in piedi ( $n=87$ ; U di Mann-Whitney= $443,0$ ;  $p=0,276$ ) o di Vigilanza seduta ( $n=87$ ; U di Mann-Whitney= $600,0$ ;  $p=0,179$ ).

#### *IV. Analisi dei tempi di Vigilanza, in base alle dimensioni dei gruppi.*

Per svolgere questa analisi si sono suddivisi i dati in base alle dimensioni dei gruppi osservati, creando sei categorie, ciascuna associata ad un particolare intervallo di dimensioni dei gruppi:

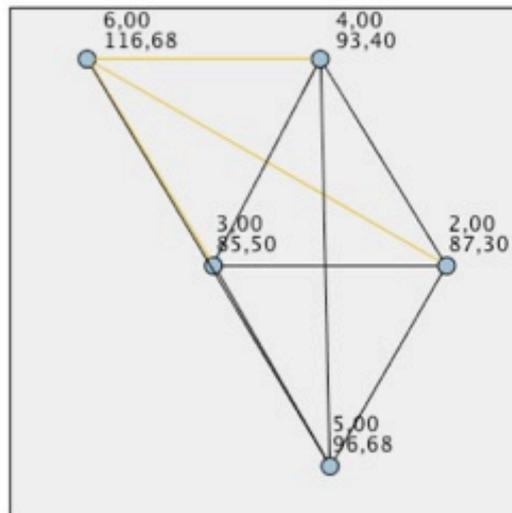
1. Gruppi da 1 individuo (Individui Solitari);
2. Gruppi da 2-3 individui;
3. Gruppi da 4-5 individui;
4. Gruppi da 6-7 individui;
5. Gruppi da 8-10 individui;
6. Gruppi da 10+ individui (massimo osservato: 15);

Si è quindi, inizialmente, indagato se esistono differenze nella frequenza con cui le diverse categorie di dimensione dei gruppi sono rappresentate all'interno dei campioni di ciascuna area. In seguito, si è indagato se e come le diverse dimensioni dei gruppi influenzino il tempo dedicato all'attività di Vigilanza.

Nell'area Sperimentale si evidenzia una differenza significativa nella frequenza con cui si presentano le diverse categorie di dimensione di gruppo ( $n=190$ ;  $\chi^2=33,6$ ;  $d.f.=5$ ;  $p=0,000$ ). In particolare, le categorie **2** e **5**, relative ai gruppi composti da un numero di individui compreso fra 2-3 e 8-10 rispettivamente, presentano un'elevata frequenza in questa zona. Al contrario, le categorie **3** e **6**, cioè quelle dei gruppi composti da 4-5 e più di 10 individui rispettivamente, sono estremamente poco rappresentate nel campione di quest'area. Sembra quindi che i camosci, nella zona del monte Merqua, preferiscano riunirsi in gruppi di dimensioni piccole o medio-grandi, piuttosto che in gruppi di dimensioni medio-piccole o molto grandi.

Si è quindi passati a indagare l'effetto del fattore "dimensione del gruppo" sul comportamento di Vigilanza. Per prima cosa, si è considerata la Vigilanza totale, utilizzando un test di Kruskal-Wallis a campioni indipendenti a due vie (Sokal & Rohlf 1995). Il test non evidenzia, però, alcuna differenza significativa ( $n=190$ ;  $K=5,2$ ;  $d.f.=5$ ;  $p=0,393$ ). Si sono poi considerate separatamente la Vigilanza in piedi e la Vigilanza seduta. Per il tempo dedicato alla prima, non si hanno differenze fra gruppi di diverse dimensioni ( $n=190$ ;  $K=6,1$ ;  $d.f.=5$ ;  $p=0,301$ ) e un risultato simile si ottiene anche per la seconda attività ( $n=190$ ;  $K=2,9$ ;  $d.f.=5$ ;  $p=0,719$ ). L'analisi dei dati di Scan Sampling presenta, invece, risultati differenti. Per la Vigilanza seduta il test di Kruskal-Wallis è estremamente significativo ( $n=187$ ;  $K=19,1$ ;  $d.f.=4$ ;  $p=0,001$ ) e i confronti multipli (**Fig. 18**) indicano la categoria 6 (dimensioni >10) come quella che differisce dalle restanti, presentando una maggior frequenza di questo comportamento.

### Confronti pairwise di Categoria di dimensioni di gruppo



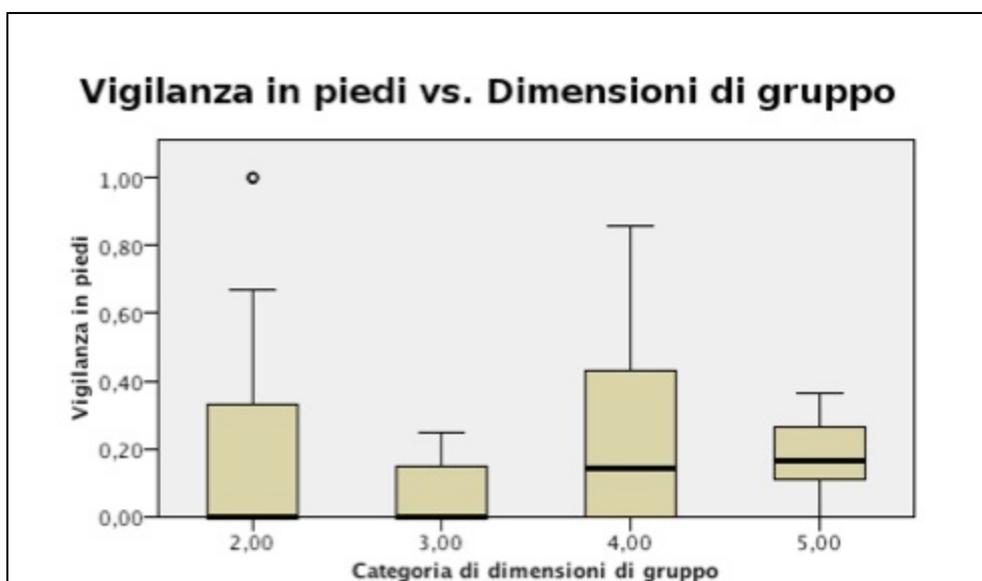
Ogni nodo mostra il rango medio campione di Categoria di dimensioni di gruppo.

Campione1-Campione2	Statistica test	Errore std.	Dev Statistica test	Sign.	Sign. reg.
3,00-2,00	1,800	7,862	,229	,819	1,000
3,00-4,00	-7,896	7,984	-,989	,323	1,000
3,00-5,00	-11,183	7,911	-1,414	,157	1,000
3,00-6,00	-31,176	9,561	-3,261	,001	,011
2,00-4,00	-6,096	5,331	-1,143	,253	1,000
2,00-5,00	-9,383	5,221	-1,797	,072	,723
2,00-6,00	-29,376	7,490	-3,922	,000	,001
4,00-5,00	-3,287	5,403	-,608	,543	1,000
4,00-6,00	-23,281	7,618	-3,056	,002	,022
5,00-6,00	-19,994	7,541	-2,651	,008	,080

Figura 18. Grafico e tabella del test dei confronti multipli condotto sui dati di frequenza della Vigilanza seduta all'interno dell'area Sperimentale.

Per il vallone delle Rovine, l'analisi della frequenza delle diverse categorie di dimensioni dei gruppi evidenzia una maggior occorrenza ( $n=113$ ;  $\chi^2=49,8$ ;  $d.f.=4$ ;  $p=0,000$ ) della categoria 2 (gruppo di 2-3 individui), che appare quindi preferita dai camosci di questa zona. Per tale area, l'analisi del tempo totale speso in Vigilanza non riscontra differenze significative legate all'appartenenza a gruppi di diversa dimensione ( $n=113$ ;  $K=5,6$ ;  $d.f.=4$ ;  $p=0,230$ ). Analizzando, poi, le due componenti della Vigilanza totale, non si riscontrano differenze significative fra gruppi di diverse dimensioni né per il tempo speso in Vigilanza seduta ( $n=113$ ;  $K=5,8$ ;  $d.f.=4$ ;  $p=0,213$ ) né quello speso in Vigilanza in piedi ( $n=113$ ;  $K=1,9$ ;  $d.f.=4$ ;  $p=0,750$ ).

Per quanto riguarda la frequenza del comportamento di Vigilanza, i gruppi del Vallone delle Rovine non presentano differenze significative per i valori della Vigilanza seduta ( $n=119$ ;  $K=1,4$ ;  $d.f.=3$ ;  $p=0,703$ ). Si hanno invece differenze statisticamente molto significative per quanto riguarda la frequenza della Vigilanza in piedi ( $n=119$ ;  $K=9,4$ ;  $d.f.=3$ ;  $p=0,024$ ; **Fig. 19**). Il test dei confronti multipli condotto di seguito, però, non riesce ad evidenziare quali siano le categorie che differiscono fra di loro significativamente.

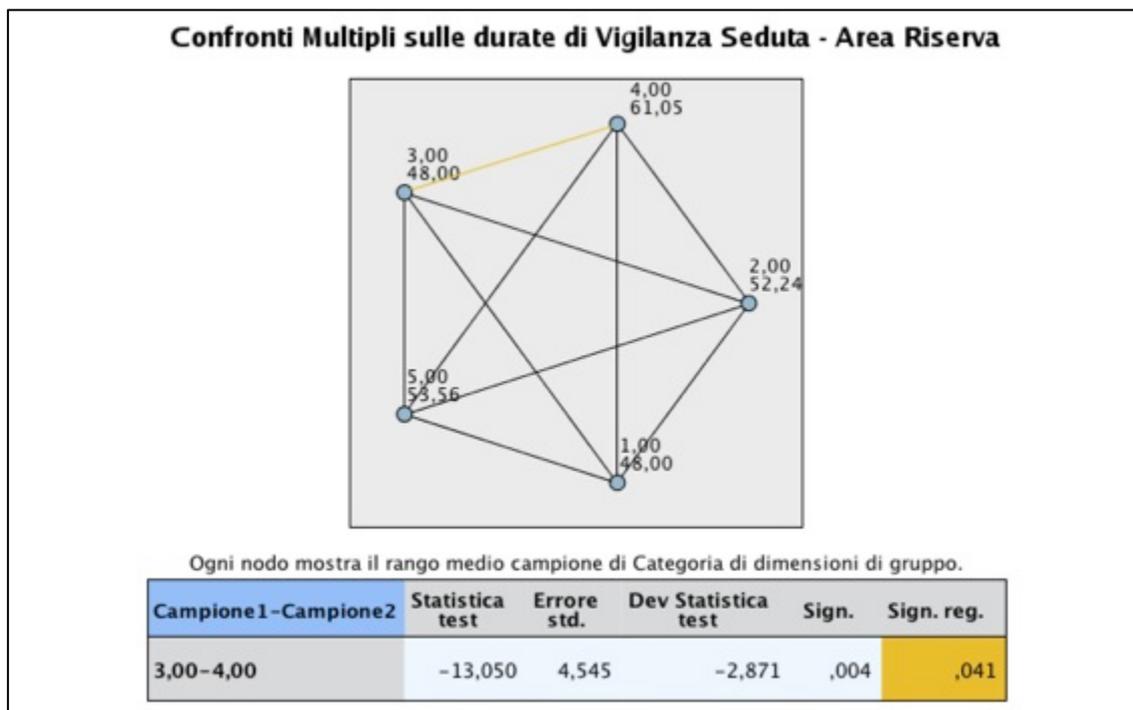


**Figura 19.** Test di Kruskal-Wallis per i dati di frequenza della Vigilanza in piedi, area del Vallone delle Rovine. Si notano i valori maggiori delle categorie 4 e 5, tuttavia il test dei confronti multipli non riesce a individuare le categorie effettivamente differenti fra loro.

I camosci della Riserva *J. phoenicea*, presentano una preferenza per gruppi di dimensioni minori, 2-3 individui, rispetto a quelli osservati nell'area Sperimentale del monte Merqua, come evidenziato dalla frequenza significativamente maggiore della corrispondente categoria, che si riscontra anche in quest'area. (Test del Chi Quadrato:  $n=104$ ;  $\chi^2=20,5$ ;  $d.f.=4$ ;

$p=0,000$ ). Dall'analisi sui dati comportamentali, per quanto riguarda la quantità di tempo dedicata alla Vigilanza totale, non si evidenziano differenze significative fra gruppi di dimensioni maggiori e gruppi di dimensioni minori ( $n=104$ ;  $K=0,5$ ;  $d.f.=4$ ;  $p=0,974$ ). Svolgendo il test di Kruskal-Wallis sulla durata della Vigilanza in piedi e seduta, prese singolarmente, si osserva che, nel primo caso, non sussistono differenze significative fra i gruppi di diverse dimensioni ( $n=104$ ;  $K=1,1$ ;  $d.f.=4$ ;  $p=0,897$ ). Nel secondo caso, invece, per la Vigilanza svolta mentre l'animale è seduto, il test riscontra una differenza significativa fra gruppi di dimensioni diverse ( $n=104$ ;  $K=10,4$ ;  $d.f.=4$ ;  $p=0,035$ ). In particolare, l'uso del test dei confronti multipli (**Fig. 20**) evidenzia che tale differenza si riscontri fra le categorie **3** e **4** di dimensione del gruppo, quindi fra i gruppi composti da 4-5 individui e quelli composti da 6-7 individui, rispettivamente.

L'analisi dei dati di frequenza non porta all'individuazione di alcuna differenza significativa. La frequenza del comportamento di Vigilanza da in piedi non differisce fra gruppi di dimensioni differenti ( $n=101$ ;  $K=5,1$ ;  $d.f.=3$ ;  $p=0,163$ ) e, allo stesso modo, mancano differenze fra i diversi gruppi per la frequenza del comportamento di Vigilanza svolta da seduti ( $n=101$ ;  $K=1,4$ ;  $d.f.=3$ ;  $p=0,711$ ).



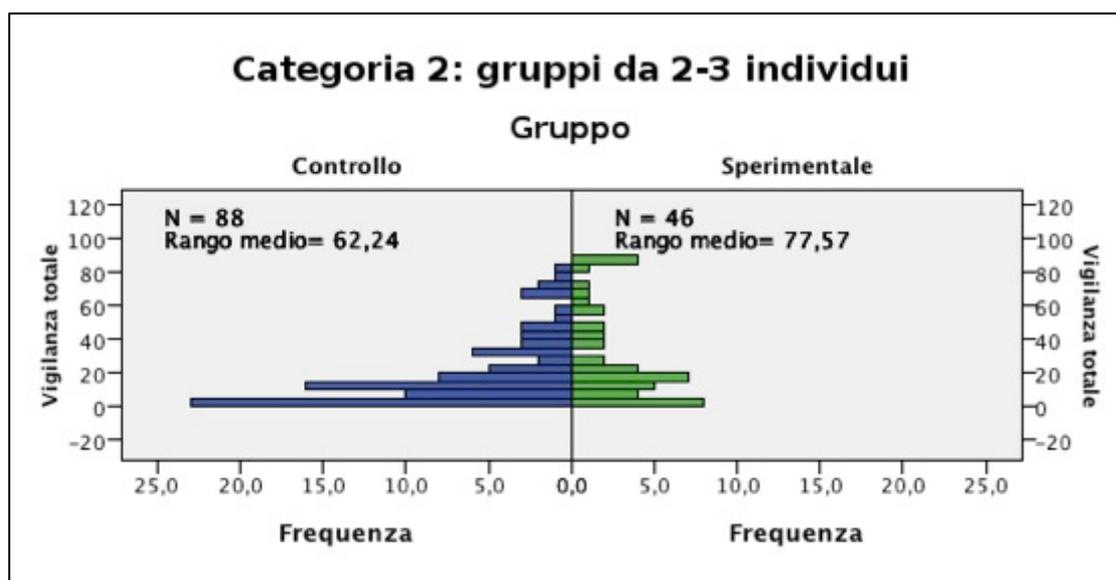
**Figura 20.** Grafico e tabulazione dell'unico risultato significativo per il test dei confronti multipli svolto sui dati di durata della Vigilanza seduta nell'area della Riserva *J. phoenicea*.

## V. Analisi della vigilanza tra gruppi di dimensioni simili.

Utilizzando la medesima categorizzazione per le diverse dimensioni di gruppo, si è svolta un'analisi che confronta i gruppi appartenenti ad una data categoria di dimensione fra la zona Sperimentale e le due zone di Controllo, considerate insieme. Le categorie 1 e 6 non sono coinvolte in questa analisi: la prima perché comprende gli individui solitari; la seconda perché rappresentata solo nella zona Sperimentale.

### a. Categoria 2: gruppi da 2-3 individui

La prima analisi ha come oggetto il tempo di Vigilanza complessiva. Il test U di Mann-Whitney a due vie, il cui grafico dei ranghi è sotto riportato (**Fig. 21**), evidenzia per questa categoria di dimensioni una differenza significativa fra il gruppo Sperimentale e il gruppo di Controllo (n=134; U di Mann-Whitney=2.487,0; p=0,030).



**Figura 21.** Test U di Mann-Whitney applicato ai dati percentuali di Vigilanza totale dei gruppi con n=2-3 individui.

Analizzando le singole componenti della Vigilanza totale, il test evidenzia una differenza statisticamente significativa fra la zona Sperimentale e quella di Controllo per la Vigilanza in piedi (n=134; U di Mann-Whitney=2.519,0; p=0,020), mentre non è così per la Vigilanza svolta quando gli animali si trovano seduti (n=134; U di Mann-Whitney=1.910,5; p=0,195). L'analisi delle frequenze di ciascuno di questi due comportamenti non riesce, in questo caso, a individuare differenze significative fra il gruppo Sperimentale ed il Controllo, né per la Vigilanza in piedi (n=167; U di Mann-Whitney=3.542,5; p=0,074), né per la Vigilanza da seduti (n=167; U di Mann-Whitney=3.026,5; p=0,537).

*b. Categoria 3: gruppi da 4-5 individui.*

Per questa categoria, il test non evidenzia differenze significative né a livello della Vigilanza totale (n=54; U di Mann-Whitney=277,0; p=0,953), né per quanto riguarda l'analisi più approfondita svolta sulla Vigilanza svolta in piedi (n=54; U di Mann-Whitney=266,5; p=0,790) e la Vigilanza svolta seduti (n=54; U di Mann-Whitney=286,0; p=0,765).

Per quanto riguarda l'analisi delle frequenze derivanti dallo Scan Sampling, i risultati ottenuti sono diversi. In particolare, mentre la frequenza di Vigilanza seduta del gruppo Sperimentale non differisce dal Controllo (n=58; U di Mann-Whitney=322,5; p=1,0), la Vigilanza svolta in piedi presenta una frequenza significativamente maggiore nella zona Sperimentale rispetto al Controllo (n=58; U di Mann-Whitney=497,0; p=0,001).

*c. Categoria 4: gruppi da 6-7 individui.*

Il test U di Mann-Whitney non individua differenze significative fra i tempi dedicati alla vigilanza totale operata dai camosci delle aree Sperimentale e Controllo (n=66; U di Mann-Whitney=692,0; p=0,058). Approfondendo l'analisi, indagando il comportamento di Vigilanza in piedi e quello di Vigilanza seduta, non si riesce comunque ad evidenziare una variazione statisticamente significativa dei tempi dedicati a queste attività fra la zona Sperimentale e la zona Controllo (in piedi: n=66; U di Mann-Whitney=659,0; p=0,140; seduta: n=66; U di Mann-Whitney=530,0; p=0,763).

Risultati analoghi si ottengono per l'analisi dei dati derivanti di Scan Sampling. La frequenza della Vigilanza svolta in piedi non risulta differente fra i due gruppi in analisi (n=92; U di Mann-Whitney=890,5; p=0,174). Allo stesso modo, non vengono evidenziate differenze significative fra il gruppo Sperimentale ed il Controllo per la Vigilanza svolta seduti (n=92; U di Mann-Whitney=994,5; p=0,217).

*d. Categoria 5: gruppi da 8-10 individui.*

Anche per quest'ultima analisi, non si sono trovate differenze significative fra il gruppo Sperimentale ed il gruppo di Controllo.

L'analisi del tempo speso in Vigilanza totale risulta non significativa (n=60; U di Mann-Whitney=451,0; p=0,239) e così pure le analisi svolte, separatamente, sulla Vigilanza svolta

in piedi (n=60; U di Mann-Whitney=470,0; p=0,137) e sulla Vigilanza svolta da seduti (n=60; U di Mann-Whitney=365,0; p=0,662).

L'analisi dei dati di Scan Sampling porta a risultati analoghi ai precedenti. La frequenza del comportamento di Vigilanza in piedi svolto dai camosci del gruppo Sperimentale non si differenzia da quella del gruppo di Controllo (n=73; U di Mann-Whitney=530,5; p=0,844). Alla stessa maniera, i valori di frequenza del comportamento di Vigilanza seduta del gruppo Sperimentale non presentano differenze significative con quelli del gruppo di Controllo (n=73; U di Mann-Whitney=483,0; p=0,107).

## *VI. Analisi dell'influenza della Distanza dal Terreno di Fuga sulla vigilanza.*

Questa indagine è svolta prima su ciascuna delle tre aree di osservazione e, successivamente, confrontando gli individui che si trovano ad una stessa distanza dal terreno di fuga fra il gruppo Sperimentale e quello di Controllo.

### *a. Analisi interna alle tre aree di osservazione.*

In primo luogo, si è analizzato il sotto-campione di ciascuna area per verificare se la durata o la frequenza dei comportamenti di vigilanza varino in relazione alla distanza dalle zone rocciose, considerate terreni di fuga. Prima di far questo, si è indagato se esistano, per ciascuna area, delle differenze nella frequenza con cui si presentano le diverse distanze dai terreni di fuga. A tale scopo, si è utilizzato un test del Chi Quadrato di Pearson, per applicare il quale è stato necessario suddividere i dati di distanza dal terreno di fuga in due categorie:

- <50 metri, comprendenti tutti i gruppi che si trovavano ad una distanza stimata di 50 metri o meno dal terreno di fuga, compresi i casi in cui si trovavano già in terreno di fuga all'inizio della sessione di osservazione;
- >50 metri, in cui sono raggruppati tutti i gruppi situati ad una distanza stimata maggiore di 50 metri dal terreno di fuga.

Da questa analisi preliminare, svolta a scopo puramente descrittivo, è risultato il campione relativo all'area del monte Merqua è composto in maggioranza da gruppi situati ad una distanza maggiore di 50 metri dalle zone rocciose (n=171;  $\chi^2=116,3$ ; d.f.=1; p=0,000). Per quanto riguarda i gruppi campionati nel Vallone delle Rovine, si verifica una situazione analoga, in quanto anche il campione derivante da questa zona è caratterizzato da una

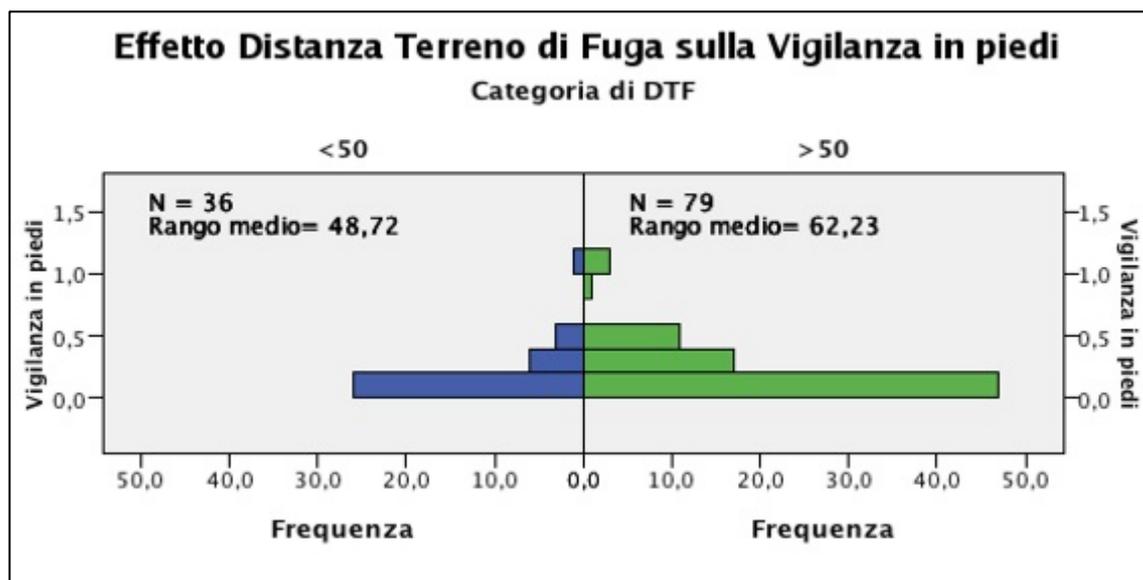
maggior frequenza di gruppi situati a distanze superiori ai 50 metri dai terreni di fuga (n=110;  $\chi^2=9,31$ ; d.f.=1; p=0,002). Infine, il campione proveniente dall'area della Riserva *J. phoenicea* si presenta invece come caratterizzato da un maggior numero di gruppi situati entro 50 metri dal terreno di fuga (n=95;  $\chi^2=7,7$ ; d.f.=1; p=0,006).

Si è, in seguito, svolta un'analisi dell'effetto che tale maggiore o minore vicinanza al terreno di fuga può avere sulla quantità di tempo e sulla frequenza del comportamento di Vigilanza. Nell'area del monte Merqua si è potuto constatare che, per il tempo dedicato alla Vigilanza totale, non esistono differenze significative fra individui più o meno distanti dal terreno di fuga (n=171; U di Mann-Whitney=963,5; p=0,259). Per i tempi dedicati alle due componenti della Vigilanza totale, si ottengono risultati differenti. Infatti, mentre il test non riscontra differenze significative nella quantità di tempo dedicata alla Vigilanza in piedi fra individui più o meno distanti dal terreno di fuga (n=171; U di Mann-Whitney=1.093,5; p=0,676), il medesimo esame riesce invece a verificare una differenza significativa nelle quantità di Vigilanza seduta (n=171; U di Mann-Whitney=1.007,0; p=0,044), che indica una minor quantità di tempo spesa in questa modalità di Vigilanza da parte degli individui più distanti dal terreno di fuga.

I risultati ottenuti dall'analisi dei dati di frequenza di questi comportamenti, per questa zona di osservazione, sono in parziale accordo con i precedenti: la mancanza di differenze significative per la Vigilanza in piedi si riscontra anche per la frequenza di tale comportamento e, inoltre, anche per la Vigilanza seduta non esistono differenze nella frequenza viene effettuata in base alla distanza dal terreno di fuga (in piedi: n=142; U di Mann-Whitney=352,3; p=0,326; seduta: n=142; U di Mann-Whitney=233,0; p=0,359).

Il test svolto sulla quantità di tempo speso in Vigilanza totale nell'area del Vallone delle Rovine, a seconda della distanza dal terreno di fuga, non è significativo (n=110; U di Mann-Whitney=1.504,0; p=0,455). Non si riscontrano, inoltre, differenze significative nelle quantità di tempo dedicate alla Vigilanza seduta (n=110; U di Mann-Whitney=1.268,0; p=0,106) ed alla Vigilanza in piedi (n=110; U di Mann-Whitney=1.599,5; p=0,179).

I dati derivati dallo Scan Sampling, invece, evidenziano sia per la Vigilanza in piedi che per quella seduta una differenza significativa fra le due categorie di distanza dal terreno di fuga. Nel caso della Vigilanza in piedi, questa presenta frequenza maggiore nel caso dei gruppi situati a maggior distanza dal terreno di fuga ( $n=115$ ; U di Mann-Whitney=1.756,0;  $p=0,027$ ; **Fig. 22**). Nel caso, invece, della Vigilanza seduta, questa si presenta con frequenza maggiore per quei gruppi localizzati a minor distanza dal terreno di fuga ( $n=115$ ; U di Mann-Whitney=1.343,0;  $p=0,035$ ).



**Figura 22.** Grafico dei ranghi, dal test U di Mann-Whitney svolto sui dati di frequenza della Vigilanza svolta da in piedi.

Per l'area della Riserva *J. phoenicea*, il test U di Mann-Whitney a due vie non riesce a evidenziare alcuna differenza statisticamente significativa nella quantità di tempo impiegato in Vigilanza totale ( $n=95$ ; U di Mann-Whitney=1.052,0;  $p=0,907$ ), in quella del tempo speso svolgendo Vigilanza in piedi ( $n=95$ ; U di Mann-Whitney=1.073,0;  $p=0,779$ ) o in quella del tempo di Vigilanza seduta ( $n=95$ ; U di Mann-Whitney=980,0;  $p=0,384$ ).

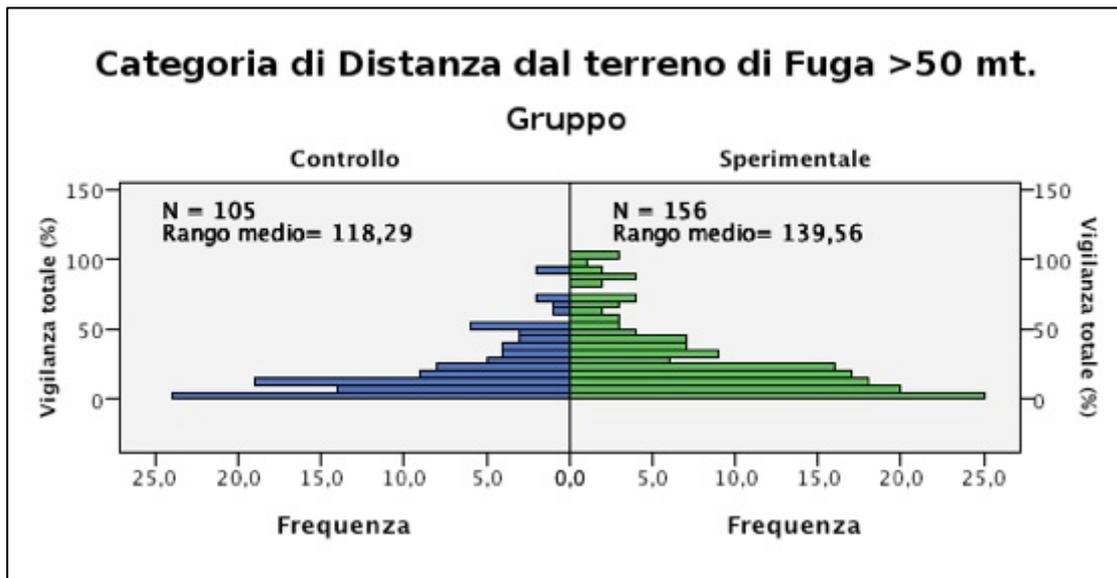
Analoga situazione si ha per i risultati ottenuti dall'analisi delle frequenze ottenute dagli Scan Sampling. Per la Vigilanza in piedi, non si ha prova di significatività per l'ipotesi di differenza fra i gruppi appartenenti alle due distanze dal terreno ( $n=71$ ; U di Mann-Whitney=625,5;  $p=0,984$ ). Allo stesso modo, non si hanno indizi di differenza fra i gruppi che si trovano distanza diversa dal terreno di fuga nella frequenza della Vigilanza seduta ( $n=71$ ; U di Mann-Whitney=565,5;  $p=0,052$ ).

*b. Analisi tra individui a Distanze dal Terreno di Fuga simili.*

In questa analisi, come precedentemente fatto per le categorie di taglia di gruppo, si confrontano i dati del monte Merqua (zona Sperimentale) con quelli del Vallone delle Rovine e della Riserva (gruppi di Controllo). La classificazione delle distanze è la stessa dell'analisi interna alle aree.

Per quanto riguarda l'analisi degli individui situati a distanze minori di 50 metri dai terreni di fuga, l'analisi condotta sulla quantità di tempo della vigilanza totale con un test U di Mann-Whitney risulta significativa ( $n=115$ ; U di Mann-Whitney=505,5;  $p=0,041$ ), individuando un minor lasso di tempo speso da parte dei camosci del gruppo Sperimentale. Dati il basso valore di significatività e la dimensione molto ridotta del sotto-campione "distanza <50 metri" per l'area del monte Merqua, rispetto a quello disponibile per il gruppo di Controllo, non si può escludere che tale risultato sia un artefatto. L'analisi non risulta significativa, inoltre, né per la Vigilanza in piedi ( $n=115$ ; U di Mann-Whitney=567,0;  $p=0,127$ ), né per quanto riguarda la Vigilanza seduta ( $n=115$ ; U di Mann-Whitney=677,0;  $p=0,300$ ). Sempre per questa categoria di distanza dai terreni di fuga, dall'analisi delle frequenze non risultano differenze statisticamente significative fra il gruppo Sperimentale e quello di Controllo. Non vengono, infatti, evidenziate differenze nella frequenza con cui è effettuata la Vigilanza in piedi ( $n=72$ ; U di Mann-Whitney=132,0;  $p=0,934$ ), né per quanto riguarda la Vigilanza svolta seduta ( $n=72$ ; U di Mann-Whitney=126,0;  $p=0,822$ ).

L'analisi svolta sulle quantità di tempo dedicate all'attività di Vigilanza totale, per la categoria di distanza ">50 metri" dal terreno di fuga, risulta in una differenza significativa (**Fig. 23**;  $n=261$ ; U di Mann-Whitney=6.855,0;  $p=0,026$ ), che corrisponde ad una maggior quantità di tempo spesa in questa attività, a livello generale, per i camosci dell'area Sperimentale. Per quanto riguarda la Vigilanza in piedi e la Vigilanza seduta prese singolarmente, però, non si hanno evidenze di differenze fra il gruppo Sperimentale ed il Controllo: entrambi i test condotti su queste due variabili risultano non significativi (in piedi:  $n=261$ ; U di Mann-Whitney=7.048,0;  $p=0,056$ ; seduta:  $n=261$ ; U di Mann-Whitney=8.097,0;  $p=0,690$ ).



**Figura 23.** Istogrammi dei ranghi del test U di Mann-Whitney per la Vigilanza totale (%), distanza dal terreno di fuga >50 mt.

Per le analisi condotte sui dati di frequenza, per gli individui appartenenti a questa categoria di distanza dal terreno di fuga, il test U di Mann-Whitney evidenzia una maggior frequenza per la Vigilanza svolta in piedi operata dagli individui del gruppo Sperimentale rispetto a quelli del gruppo di Controllo ( $n=256$ ; U di Mann-Whitney=9.315,5;  $p=0,036$ ). Allo stesso modo, per la Vigilanza seduta il test individua una differenza significativa nella frequenza con cui viene svolta dai componenti del gruppo Sperimentale rispetto a quelli del gruppo di Controllo ( $n=256$ ; U di Mann-Whitney=9.027,0;  $p=0,000$ ).

### *VII. Analisi dell'effetto della posizione sul tempo dedicato alla Vigilanza.*

Questa analisi viene svolta per testare l'ipotesi per cui, all'interno di un gruppo, gli individui in posizione esterna siano esposti ad un maggior rischio di predazione e, quindi, dedichino più tempo alla Vigilanza rispetto ai loro conspecifici in posizione centrale. Tale ipotesi è stata in principio avanzata da Hamilton (1971) e confermata da numerosi lavori successivi (Hunter & Skinner, 1998; Burger & Gochfeld, 1994; Burger et al., 2000; Blanchard et al., 2008). Anche quest'analisi si divide in due parti: la prima in cui si analizza l'effetto della posizione nel gruppo all'interno delle aree di osservazione; la seconda in cui si opera il confronto fra gruppo Sperimentale e Controllo. La distinzione fra individuo "Interno" e "Esterno" è stata operata sul campo durante l'osservazione.

*a. Analisi interna alle aree di osservazione*

In quest'analisi, sono coinvolte solo le aree del monte Merqua e del vallone delle Rovine: i dati provenienti dalla Riserva sono tutti riferiti a individui esterni e quindi esclusi. Per la zona del monte Merqua, il campione risulta composto in proporzione maggiore da individui catalogati come "Esterni" ( $n=138$ ;  $\chi^2=97,507$ ;  $d.f.=1$ ;  $p<0.01$ ).

Il test U di Mann-Whitney, svolto sulla quantità di tempo speso in Vigilanza totale, non evidenzia alcuna differenza significativa fra gli individui campionati nelle due posizioni ( $n=138$ ; U di Mann-Whitney=908,0;  $p=0,100$ ). Il medesimo test, svolto sulle due componenti della Vigilanza totale, evidenzia una differenza significativa fra individui Esterni ed Interni nelle quantità di tempo dedicate alla Vigilanza in piedi ( $n=138$ ; U di Mann-Whitney=987,0;  $p=0,023$ ). In particolare, risultano spendere un maggior lasso di tempo in attività di Vigilanza in piedi gli individui Esterni dei vari gruppi campionati. Tale differenza significativa non si verifica per quel che riguarda il comportamento di Vigilanza seduta ( $n=138$ ; U di Mann-Whitney=676,0;  $p=0,679$ ).

Anche nella zona del vallone delle Rovine, si ha una maggior porzione di individui campionati in posizione esterna rispetto al gruppo ( $n=82$ ;  $\chi^2=46,9$ ;  $d.f.=1$ ;  $p=0,000$ ). A fronte di ciò, il test U di Mann-Whitney non risulta, però, in differenze significative fra i due gruppi di individui, né quando ha come oggetto il tempo di Vigilanza totale ( $n=82$ ; U di Mann-Whitney=445,0;  $p=0,228$ ), né quando ha come oggetto i tempi dedicati alla Vigilanza seduta ( $n=82$ ; U di Mann-Whitney=395,0;  $p=0,306$ ) o i tempi dedicati alla vigilanza in piedi ( $n=82$ ; U di Mann-Whitney=397,0;  $p=0,600$ ).

*b. Analisi dei tempi di vigilanza, in base alla categoria di posizione.*

Questa analisi è svolta confrontando le quantità di tempo dedicate alla vigilanza dal gruppo Sperimentale e del gruppo di Controllo. Il fattore discriminante è la posizione degli animali nei gruppi osservati: "Esterni" o "Interni". Per quanto riguarda gli individui "Esterni", il test U di Mann-Whitney condotto sui valori di tempo della Vigilanza totale è altamente significativo, individuando l'esistenza di una differenza fra gli individui del gruppo Sperimentale e quelli del gruppo di Controllo (**Fig. 24**;  $n=271$ ; U di Mann-Whitney=7.485,0;  $p=0,010$ ). In particolare, il gruppo Sperimentale si distingue dal Controllo per la maggior quantità di tempo dedicata alla Vigilanza totale dagli individui in posizione esterna.

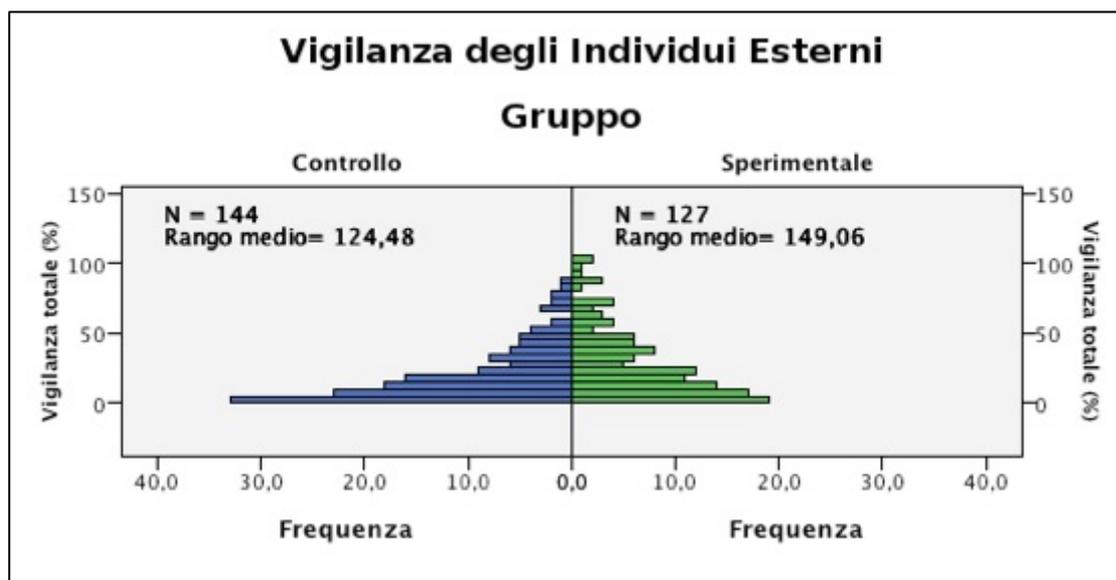


Figura 24. Grafico dei ranghi del test U di Mann-Whitney condotto sugli individui in posizione Esterna dell'area Sperimentale e di Controllo.

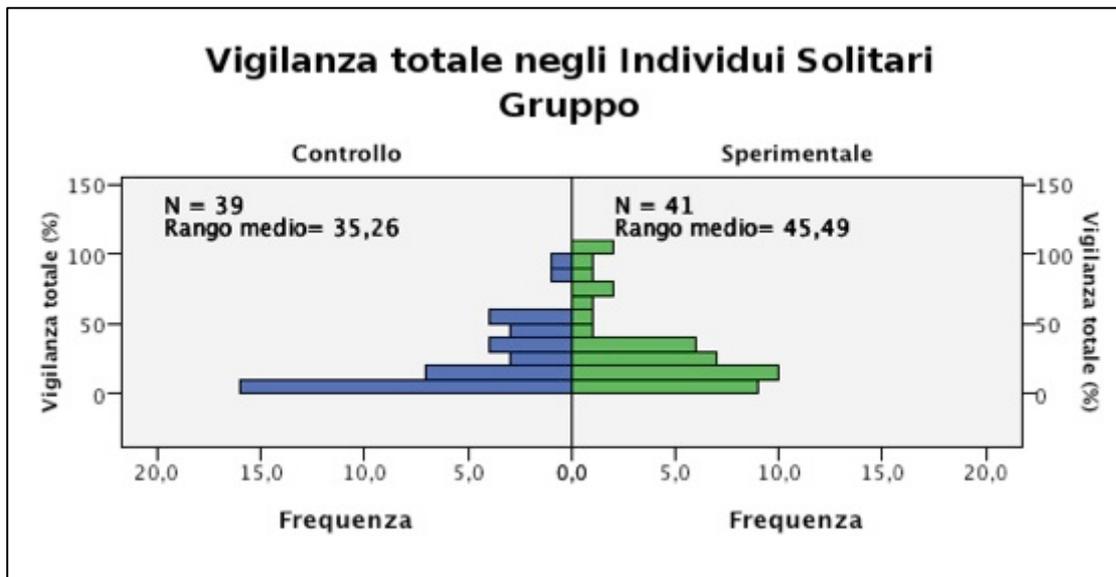
Analizzando separatamente la Vigilanza in piedi e seduta, si ottiene che, per la Vigilanza svolta da seduti, non esistono differenze significative fra le due zone ( $n=271$ ; U di Mann-Whitney=9.247,5;  $p=0,716$ ). Esiste, invece, una differenza significativa per la Vigilanza svolta in piedi: in questo caso, il test U di Mann-Whitney evidenzia come gli individui del gruppo Sperimentale dedichino più tempo alla Vigilanza in piedi quando sono in posizione esterna rispetto a quelli del gruppo di Controllo ( $n=271$ ; U di Mann-Whitney=7.504,0;  $p=0,011$ ).

I test condotti sulla Vigilanza degli individui “Interni” non presentano alcuna significatività (totale:  $n=21$ ; U di Mann-Whitney=55,0;  $p=1,000$ ; seduta:  $n=21$ ; U di Mann-Whitney=50,0;  $p=0,756$ ; in piedi:  $n=21$ ; U di Mann-Whitney=65,0;  $p=0,512$ ), risultato che si può probabilmente ascrivere alla dimensione ridotta del campione.

### VIII. Analisi del comportamento di Vigilanza negli individui solitari

Il test U di Mann-Whitney, svolto sulla Vigilanza totale, evidenzia un maggior lasso di tempo viene speso in tale attività da parte dei camosci del gruppo Sperimentale, rispetto ai loro conspecifici del gruppo di Controllo (**Fig. 25**;  $n=80$ ; U di Mann-Whitney=595,0;  $p=0,049$ ).

Analizzando le singole componenti della Vigilanza totale, però, non si riscontrano ulteriori differenze significative. La Vigilanza seduta non presenta differenza significative fra il gruppo Sperimentale e quello di Controllo (n=80; U di Mann-Whitney=760,0; p=0,314) e così pure il test svolto sulla Vigilanza in piedi (n=80; U di Mann-Whitney=632,5; p=0,108).



**Figura 25.** Test U di Mann-Whitney svolto sui dati di durata degli individui Solitari. Si nota la maggior frequenza delle durate più elevate per il gruppo Sperimentale.

### *IX. Analisi di Correlazione.*

Sono state svolte due analisi di correlazione: la prima ha come oggetto la durata dei comportamenti di Vigilanza osservati nelle tre aree; la seconda ha come oggetto la loro frequenza. In entrambi i casi, si è cercato di stabilire se fosse presente una correlazione fra il comportamento di Vigilanza, la dimensione dei gruppi (n), e la distanza dal terreno di fuga (DTF). Nello svolgere queste analisi di correlazione, si sono usati i valori continui per queste variabili, senza avvalersi della classificazione operata per alcune di esse in precedenti analisi.

#### *a. Tempo di vigilanza, dimensione del gruppo, distanza dal terreno di fuga.*

Nella zona Sperimentale, del monte Merqua, si è indagata in primo luogo l'esistenza di una correlazione fra il tempo di vigilanza totale ed i due succitati fattori. I risultati di tale analisi indicano una correlazione significativa positiva fra la distanza dai terreni di fuga (DTF) e le dimensioni del gruppo (n) (n=171;  $\rho_s=0,273$ ; p=0,000): all'aumentare della distanza dal terreno di fuga, aumenta anche la dimensione dei gruppi osservati. Non viene, però, verificata

l'esistenza di alcuna correlazione significativa fra le due variabili succitate e il tempo dedicato all'attività di Vigilanza totale (con DTF:  $n=171$ ;  $\rho_s = -0,146$ ;  $p=0,056$ ; con n:  $n=190$ ;  $\rho_s = -0,078$ ;  $p=0,286$ ).

In seguito, si è svolta la medesima analisi considerando i dati relativi ai comportamenti di Vigilanza in piedi e Vigilanza seduta. Per il primo, nuovamente non si evidenziano correlazioni significative con la distanza dai terreni di fuga ( $n=171$ ;  $\rho_s = -0,010$ ;  $p=0,894$ ) o le dimensioni del gruppo in analisi ( $n=190$ ;  $\rho_s = -0,098$ ;  $p=0,180$ ). Per la Vigilanza seduta, invece, esiste una correlazione significativa fra la distanza dal terreno di fuga e la quantità di tempo dedicata a questa attività ( $n=171$ ;  $\rho_s = -0,253$ ;  $p=0,001$ ). Il segno negativo del coefficiente di correlazione di Spearman indica come questa correlazione sia inversa: al crescere della distanza dai terreni di fuga, diminuisce la quantità di tempo dedicata al comportamento di Vigilanza seduta. In entrambe le analisi viene confermata la correlazione positiva riscontrata fra le dimensioni dei gruppi e la distanza dal terreno di fuga.

Nel Vallone delle Rovine, l'analisi di correlazione svolta su distanza da terreno di fuga, dimensioni di gruppo e tempo di Vigilanza totale non evidenzia alcuna relazione significativa fra le tre variabili (Vigilanza totale e DTF:  $n=110$ ,  $\rho_s=0,099$ ;  $p=0,305$ ; Vigilanza totale e n:  $n=113$ ,  $\rho_s=0,059$ ,  $p=0,537$ ; DTF e n:  $n=110$ ;  $\rho_s=0,087$ ;  $p=0,365$ ).

Analoghi risultati si ottengono svolgendo l'analisi sui dati di durata dei comportamenti di Vigilanza in piedi e seduta, che non risultano correlati a nessuna delle due altre variabili (in piedi e DTF:  $n=110$ ;  $\rho_s=0,109$ ;  $p=0,256$ ; in piedi e n:  $n=113$ ;  $\rho_s = -0,002$ ;  $p=0,980$ ; seduta e DTF:  $n=110$ ;  $\rho_s = -0,094$ ;  $p=0,329$ ; seduta e n:  $n=113$ ;  $\rho_s=0,024$ ;  $p=0,799$ )

I dati provenienti dalla Riserva *J. phoenicea* non presentano alcuna correlazione significativa tra l'attività di Vigilanza totale e le due variabili di distanza e numerosità considerate, o fra queste ultime (Vigilanza totale e DTF:  $n=95$ ;  $\rho_s = -0,060$ ;  $p=0,566$ ; Vigilanza totale e n:  $n=104$ ;  $\rho_s = -0,023$ ;  $p=0,819$ ; DTF e n:  $n=95$ ;  $\rho_s=0,036$ ;  $p=0,726$ ). Allo stesso modo, non si verifica l'esistenza di correlazione significativa per la Vigilanza in piedi (con DTF:  $n=95$ ;  $\rho_s = -0,038$ ;  $p=0,716$ ; con n:  $n=104$ ;  $\rho_s = -0,082$ ;  $p=0,406$ ). Per la Vigilanza seduta, invece, risulta esserci una correlazione significativa positiva con le dimensioni dei gruppi ( $n=104$ ;  $\rho_s=0,210$ ;  $p=0,033$ ), mentre manca con la distanza dai terreni di fuga ( $n=95$ ;  $\rho_s = -0,113$ ;  $p=0,277$ ). Al crescere dei gruppi, quindi, si osserva per questa zona una crescita anche della quantità di tempo dedicata alla Vigilanza seduta.

*b. Frequenza di vigilanza, dimensione del gruppo, distanza dal terreno di fuga.*

Come nel caso precedente, per la zona del monte Merqua si ha una correlazione altamente significativa e positiva fra la dimensione del gruppo e la distanza dal terreno di fuga ( $n=142$ ;  $\rho_s=0,242$ ;  $p=0,004$ ). L'analisi evidenzia, inoltre, una correlazione significativa fra la frequenza del comportamento di Vigilanza seduta e la dimensione del gruppi, per la quale il segno del coefficiente di correlazione di Spearman è positivo ( $n=187$ ;  $\rho_s=0,217$   $p=0,003$ ). Non viene riscontrata alcuna correlazione fra frequenza della Vigilanza seduta e distanza dal terreno di fuga ( $n=142$ ;  $\rho_s= -0,123$ ;  $p=0,144$ ). Non si evidenziano correlazioni significative, con la distanza dal terreno di fuga e la dimensione dei gruppi, per la frequenza della Vigilanza in piedi (con DTF:  $n=142$ ;  $\rho_s= -0,002$ ;  $p=0,981$ ; con n:  $n=187$ ;  $\rho_s= -0,60$ ;  $p=0,411$ ).

La medesima analisi, condotta sui dati provenienti dal Vallone delle Rovine, evidenzia una correlazione significativa fra la frequenza del comportamento di Vigilanza in piedi e la distanza dal terreno di fuga ( $n=115$ ;  $\rho_s=0,208$ ;  $p=0,026$ ): al crescere della distanza, aumenta anche la frequenza del comportamento di Vigilanza in piedi. Non risulta invece significativa la correlazione con la dimensione dei gruppi ( $n=119$ ;  $\rho_s=0,062$ ;  $p=0,500$ ). Una seconda correlazione significativa viene evidenziata per la frequenza della Vigilanza seduta, con la distanza dal terreno di fuga ( $n=115$ ;  $\rho_s= -0,028$ ;  $p=0,026$ ): il segno negativo del coefficiente di correlazione indica un'interazione inversa fra queste due variabili, con l'una che diminuisce all'aumentare dell'altra e viceversa. Anche in questo caso, la correlazione con le dimensioni dei gruppi non risulta significativa ( $n=119$ ;  $\rho_s= -0,098$ ;  $p=0,287$ ).

Infine, per la zona della Riserva Speciale *J. phoenicea*, la medesima analisi di correlazione non evidenzia alcuna interazione statisticamente significativa tra la Vigilanza in piedi o seduta, la dimensione dei gruppi e la distanza dal terreno di fuga o fra queste ultime due variabili (Vigilanza in piedi e n:  $n=101$ ;  $\rho_s=0,109$ ;  $p=0,278$ ; Vigilanza in piedi e DTF:  $n=75$ ;  $\rho_s= -0,064$ ;  $p=0,584$ ; Vigilanza seduta e n:  $n=101$ ;  $\rho_s= -0,077$ ;  $p=0,444$ ; Vigilanza seduta e DTF:  $n=75$ ;  $\rho_s= -0,218$ ;  $p=0,060$ ; n e DTF:  $n=75$ ;  $\rho_s= -0,050$ ;  $p=0,688$ ).

## 5. DISCUSSIONE

Il presente lavoro descrive in maniera quantitativa e qualitativa l'ecologia alimentare del lupo (*C. lupus*) nella regione delle Alpi Sud-Occidentali. Si indaga, inoltre, l'acquisizione e differenziazione del comportamento anti-predatorio da parte del camoscio (*R. rupicapra*), specie fra le più interessate dall'attività predatoria del lupo, ponendo a confronto un'area interessata da un'alta frequentazione da parte del predatore con due aree caratterizzate, invece, da bassa o nulla presenza di questo predatore. I protocolli e le tecniche utilizzate in questo lavoro sono stati scelti anche perché diffusi negli studi riguardanti l'alimentazione dei grandi predatori e l'osservazione del comportamento animale. Il metodo della frequenza relativa delle occorrenze, scelto per operare l'analisi quantitativa della dieta, è molto diffuso a livello globale in studi che si occupano di quantificare ed analizzare la dieta di svariate specie animali (Kumaraguru, et al., 2010; Lanszki et al., 2012; Stahler & Smith, 2006), permettendo di attingere ad un'ampia letteratura di confronto e di mantenere una continuità ideale con i precedenti lavori svolti nell'ambito del Progetto Lupo Piemonte. Una dettagliata dissertazione che evidenzia i maggiori punti di forza di tale metodo e, al contempo, ne discute le principali debolezze e possibili fonti d'errore è stata svolta da Regine (2008), cui si rimanda per ulteriori informazioni su questo metodo.

Per quanto riguarda i metodi utilizzati nella raccolta dati relativa al comportamento dei camosci, in tutte e tre le aree, le tecniche di *Focal Sampling* e *Scan Sampling* scelte sono capillarmente presenti negli studi sul comportamento animale (Childress & Lung, 2003; Dalmau et al., 2009; C. Li et al., 2012; Ruckstuhl & Neuhaus, 2002), fin dalla loro minuziosa descrizione ad opera di Altmann (1974).

### *La dieta del Lupo nelle Valli Gesso e Stura*

La dieta del lupo è stata, ed è oggetto di numerosi studi, condotti in aree e ambienti diversi all'interno del *range* di distribuzione globale di questo predatore. La grande diffusione, a livello mondiale, che contraddistingue questo mammifero contribuisce alla varietà di alimenti che il lupo utilizza per soddisfare le proprie richieste metaboliche. Fra le numerose specie che costituiscono possibili prede, particolarmente ampia è la documentazione che lega questo animale al gruppo degli Ungulati, selvatici e domestici. In particolare, questo vale per le

regioni Europee (Nowak et al., 2011; Wagner et al., 2012) e Nord Americane (Mech et al., 2001; Metz et al., 2012) e, recentemente, Asiatiche (Zhang et al., 2009). L'alto interesse per questo argomento, che si riscontra in Europa e Nord-America, è principalmente dovuto alla necessità di monitorare il fenomeno di ricolonizzazione messo in atto da questa specie da alcuni anni a questa parte; dall'interesse scientifico per i numerosi "esperimenti naturali" che si stanno sviluppando in quelle zone in cui il lupo si re-insedia stabilmente e, infine, anche da attenzione di tipo socio-economico, in particolare per gli effetti e le ricadute che ha a livello di ecosistemi e di rapporto con le attività agricole e pastorali umane. Anche l'Italia è interessata da questa situazione, che ha cominciato a prendere forma negli anni '70 del secolo scorso, per poi svilupparsi appieno sul finire degli anni '90 e con l'inizio del nuovo millennio.

Nell'area di studio è presente un predatore di medie dimensioni, la volpe rossa (*V. vulpes*) che non sembra, però, entrare in competizione con il lupo per l'accesso alle risorse alimentari: la dieta della volpe è, infatti, caratterizzata da uno spettro alimentare più ampio che include, ma non si limita a, invertebrati, mammiferi di dimensioni medie e piccole, uccelli, anfibi, rettili e uova. E' stato inoltre documentato come questo animale si comporti, a volte, da "spazzino", consumando carcasse abbandonate dal lupo. Da studi condotti in altre aree in cui le due specie presentano habitat sovrapposti (Bassi et al., 2012), comunque, è noto come le nicchie trofiche sfruttate da volpe e lupo sono effettivamente differenti e raramente si presentano in contrasto o sovrapposte. In accordo con quest'ultimo punto, e con quanto precedentemente riportato per l'area di studio (Marucco et al., 2010), i dati ottenuti in questo lavoro indicano che l'utilizzo di micro mammiferi di vario genere da parte del lupo è saltuario e sparpagliato nel tempo, confermando inoltre recenti studi svolti sull'Appennino italiano (Milanesi et al., 2012) e in altre zone europee (Sidorovich et al., 2003).

L'analisi delle frequenze d'occorrenza delle diverse categorie alimentari rappresentate nel campione evidenzia come, nonostante la succitata ampia scelta che gli si presenta in questa porzione dell'arco alpino, il lupo appare concentrare la propria alimentazione su di un ben definito gruppo di prede, principalmente capriolo, camoscio e cinghiale, confermando quanto riportato nell'ultimo lavoro svolto nella medesima area di studio (Regine, 2008).

All'interno di questo gruppo di prede, l'alimentazione del lupo si differenzia sulla base di diversi fattori concorrenti. Oltre alla già citata qualità ecologica dell'area in cui si stanziava il branco, su cui influisce anche la differente presenza antropica, entrano in gioco anche altre

variabili. Queste possono essere di tipo meteorologico, come la presenza e l'abbondanza di copertura nevosa durante gli inverni, che appare particolarmente limitante per specie quali il capriolo ed il cinghiale, oppure legate alle singole specie-preda e, in questo caso, acquistano grande importanza l'abbondanza e le condizioni di vulnerabilità che caratterizzano ciascuna di esse (Garrott, et al., 2007; Mattioli et al., 2011).

Nel caso particolare rappresentato da questo studio, la specie che risulta utilizzata in maniera preferenziale da parte del lupo, in entrambe le aree di studio, è il capriolo. Quest'ultimo è un cervide di piccole dimensioni, che abita aree caratterizzate da presenza di boschi e foreste sparse, vivendo in gruppi di piccole dimensioni (San José et al., 1997). E' una specie caratterizzata da una grande diffusione su tutta la penisola ed è, in passato, stata oggetto di reintroduzioni, anche a scopo venatorio. Grazie a questa pratica, la sua presenza nel Parco Naturale delle Alpi Marittime è andata aumentando negli anni e, attualmente, si stima nell'ordine di circa 900 capi, secondo i dati dell'Atlante del patrimonio naturale e culturale Mercantour-Marittime (2006). Questa specie presenta, quindi, una densità relativamente più bassa rispetto a quella del camoscio, molto comune nel territorio del Parco e nelle aree limitrofe, caratteristica che, insieme all'alta frequenza del capriolo nella dieta del lupo nelle stagioni analizzate, fa ipotizzare che sia in corso un vero e proprio fenomeno di selezione di questo erbivoro da parte del predatore. Ad ulteriore supporto di tale ipotesi, è da notare che tale preponderanza del capriolo nella dieta dei branchi di lupo considerati è in continuità con il precedente studio condotto in quest'area da Regine (2008), che riportava una frequenza di questo ungulato nella dieta del branco della bassa Valle Stura in costante aumento a partire già dall'inverno 2004-05, nelle Alpi Marittime. Nel medesimo studio, veniva evidenziata come la dieta del branco Gesso, nell'inverno 2006-07, fosse dominata dalla presenza di resti di camoscio: confrontando tali dati con quelli ottenuti in questo studio, è ipotizzabile che anche i lupi componenti questo branco abbiano modificato le proprie preferenze alimentari nel corso degli anni trascorsi. Per i branchi Maira e Grana, invece, non è possibile valutare se e come la dieta si sia modificata rispetto al passato: questi branchi, formati durante l'inverno 2007-08, non erano ancora presenti quando lo studio di Regine (2008) è stato realizzato.

Questo elevato uso del capriolo come principale fonte di cibo da parte del lupo è stato anche riscontrato in altre aree d'Europa, in particolare nella Sassonia Nord-Orientale (Ansorge et al., 2006; Wagner et al., 2012), nella Spagna Nord-Occidentale (Barja, 2009). Si pone tuttavia in contrasto con quanto riportato per altre popolazioni di lupo, ad esempio quelle studiate nella

Foresta di Białowieża in Polonia (Jędrzejewski et al., 2000; Jędrzejewski et al., 2002), o nello Yellowstone National Park nel Wyoming (Metz et al., 2012), che sembrano preferire prede di maggiori dimensioni, quali cervi o cinghiali.

Seconda specie in ordine di frequenza è il camoscio, sia nella dieta del branco dell'area Valle Gesso sia in quella dei branchi stanziati nell'area Valle Stura-Maira. Questo bovide presenta un'elevata densità nel territorio del Parco Naturale delle Alpi Marittime e nelle aree limitrofe, superando complessivamente i 9000 capi. Questa numerosità lo ha reso, in anni passati, la preda più rappresentata nella dieta del branco Bassa Valle Stura (inverno 2004-05) e del branco Gesso (inverno 2006-07), il cui territorio si estende anche all'interno dell'area protetta, nonostante gli habitat preferenzialmente utilizzati da queste due specie siano, normalmente, caratterizzati da altitudini differenti (Regine, 2008). Una graduale diminuzione dell'utilizzo del camoscio, affiancata da un aumento di quella del capriolo, era già stata evidenziata per il branco della bassa valle Stura a partire dall'inverno del 2005-2006, stagione in cui questo branco ha ampliato il proprio territorio fino a includere l'intera valle, ed è poi proseguita nel 2006-2007 (Regine, 2008). I dati presentati in questo studio sono quindi congruenti con le precedenti osservazioni, confermando come, durante gli anni trascorsi, il capriolo abbia assunto sempre più un ruolo di primo piano nell'alimentazione dei branchi dell'area Valle Stura-Maira due dei quali, il branco Stura e il branco Grana, sono imparentati in quanto, nell'inverno 2006-07, l'individuo maschio M67, nato nel branco Stura nell'estate 2003, ha dato vita al branco Grana insieme ad una femmina precedentemente non identificata (Marucco et al., 2010).

Un'analoga situazione, per quanto riguarda le diverse frequenze di capriolo e camoscio nell'ecologia alimentare, si può osservare anche per il branco Gesso, il quale era stato campionato, in precedenza, solo durante l'inverno 2006-07. Dall'analisi condotta sui dati di quella stagione, risultava una dieta predominata dal camoscio (Regine, 2008). Oggi, invece, anche questo branco presenta una dieta predominata da un'elevata frequenza di capriolo, mentre l'utilizzo del camoscio ha subito una forte contrazione in termini di frequenza d'occorrenza, passando dal 72,5% dell'inverno 2006-07 al 18,5% dell'inverno 2010-11.

E' possibile che questo forte cambiamento di preferenza alimentare da parte del lupo, che oggi utilizza maggiormente la specie meno numerosa fra queste due, sia dovuto ad una modificazione del rapporto fra preda e predatore. In particolare, è probabile che il camoscio, oggetto di un forte utilizzo nell'area del Parco delle Alpi Marittime nei primi anni successivi

al ritorno del lupo in queste zone, abbia acquisito e poi sviluppato dei comportamenti atti a ridurre la possibilità di finire vittima del predatore. Sarà, questo, l'oggetto della seconda parte di questa discussione, al fine di individuare se e come si sia modificato il comportamento del camoscio, ora che il suo habitat è caratterizzato dalla presenza stabile di un grande predatore e, inoltre, se tale comportamento risenta delle differenze di utilizzo del territorio da parte del lupo.

Se capriolo e camoscio sono le specie più frequentemente utilizzate dal lupo, nella composizione della dieta figurano anche evidenze d'uso, localmente consistente, di altre prede. Interessante, in questo senso, è la presenza nella dieta di occorrenze di stambecco, un ungulato che presenta, di norma, una sovrapposizione d'habitat con il lupo ancora minore rispetto a quella del camoscio, ed il cui uso veniva in precedenza classificato come "sporadico" (Regine, 2008). Questo bovide presenta diffusione molto localizzata, in particolare nell'area protetta transfrontaliera delle Marittime-Mercantour, dove è oggi stimata la presenza di circa 1500 esemplari. Questa elevata presenza di stambecco nella zona, assieme all'ormai stabile presenza di un branco di lupi nel medesimo territorio, può aver favorito l'incontro fra le due specie, spiegando così la frequenza con cui si riscontra nella dieta, che varia fra l'8% ed il 10% in quella del solo branco Gesso, a seconda della stagione presenza in considerazione.

Presente nelle diete di entrambe le aree è anche il cinghiale, mammifero dall'ampia distribuzione Euro-Asiatica, che sta vivendo, da qualche decennio, un periodo di forte espansione. La sua presenza nella dieta analizzata in questo studio è simile, per dimensioni, a quella dello stambecco sopra riportata. L'area Valle Gesso è caratterizzata da una crescita costante della frequenza d'occorrenza di questo suino nella dieta, passando dal 5% della dieta nell'Inverno del 2009-2010, al quasi 8% dell'Estate dello stesso anno, per arrivare al 15% della dieta nella stagione invernale del 2010-2011. I dati sono meno costanti per l'area Valle Stura-Maira ma mostrano comunque una tendenza a un aumento di tale specie nella dieta, passando da una frequenza del 2% ad una del 9%, fra i due inverni considerati. Tali dati non sorprendono, considerando che queste due specie utilizzano il medesimo habitat di bosco e, quindi, le occasioni d'incontro fra le due specie sono certo superiori rispetto a quelle che si possono avere, ad esempio, con lo stambecco. Il motivo di questa presenza minore del cinghiale nella dieta del lupo in queste aree, rispetto a altre zone italiane (Mattioli et al, 2011; Milanesi et al., 2012), è forse legata ad una sua minore presenza sul territorio: da circa

quindici anni è noto che tale suino sta espandendo il proprio range territoriale, arrivando anche in zone in cui non era mai stato documentato prima, ma mancano ancora stime e dati ufficiali sulle dimensioni della sua popolazione nelle Alpi Marittime.

Poco rappresentato nella dieta dei lupi dell'area Valle Gesso del Piemonte è il cervo, la cui comparsa si registra solo per l'inverno 2010-11 e si attesta attorno all'1%, mentre per la dieta dell'area Valle Stura-Maira la sua frequenza è maggiore e si mantiene costante attorno al 6% per entrambi gli inverni analizzati. Questo utilizzo secondario di tale specie da parte del lupo si pone in contrasto con dati provenienti da altri studi svolti nella medesima regione (Gazzola et al., 2007), o in altre zone del continente (Barja, 2009), in cui l'uso di questo ungulato da parte del lupo appare elevato e costante. Per quel che riguarda l'area Valle Gesso, il dato può forse essere legato alla scarsa presenza del cervo all'interno dell'area del Parco delle Alpi Marittime, che è principalmente legata a casi di spostamento verso questa zona dalle circostanti aree di Valle Stura e del Mercantour. Qui, infatti, il cervo è piuttosto numeroso, con una presenza stimata in circa 700 capi e 200 capi rispettivamente, secondo i dati dell'Atlante del patrimonio naturale e culturale Mercantour-Marittime (2006). Questo ridotto utilizzo da parte del lupo può essere collegato alla scarsa numerosità di questo ungulato all'interno dell'area protetta e della valle Gesso in generale: in provincia di Cuneo, questo ungulato si ritrova infatti in nuclei isolati, stanziati soprattutto nel territorio della valle Stura, derivanti da opere di reintroduzione condotte principalmente a scopo venatorio.

L'uso di micro-mammiferi come elemento della dieta del lupo è stato riscontrato nella sola area Valle Gesso: benché presenti in maniera costante nel campione di escrementi, le occorrenze riconducibili a esemplari di questo gruppo sono piuttosto rare e diluite nel corso delle tre stagioni. In ciascuna di queste, la frequenza di queste categorie di prede si situa fra lo 0.5% e il 5%, con le percentuali maggiori che si riscontrano nell'Estate del 2010. Interessati da tale fenomeno sono esemplari appartenenti alle famiglie dei Mustelidi, degli Erinaceidi e dei Roditori. Per i Mustelidi, si ha un caso ciascuno per la donnola e l'ermellino durante l'inverno 2009-10, ed un caso di utilizzo di una martora nell'inverno successivo. Il riccio è l'unico appartenente agli Erinaceidi ad essere utilizzato, con un caso in ognuna delle tre stagioni analizzate. Infine, i Roditori sono rappresentati principalmente da casi di uso del ghio. Il ricorso a tali fonti d'alimentazione è, spesso, occasionale e, in alcuni casi, indice di una penuria delle altre prede abituali del lupo, che si trova quindi a dover sopperire in altro modo ai suoi bisogni energetici (Wagner et al., 2012). La scarsità della loro rappresentazione

nella dieta di queste valli fornisce un'ulteriore conferma della ricchezza delle popolazioni di ungulati selvatici presenti, del valore dell'azione di protezione di queste specie svolta dal Parco Naturale delle Alpi Marittime e della qualità dell'intero ecosistema della regione. La maggior presenza di queste categorie alimentari nella dieta estiva, più che ad una scarsità di prede più vantaggiose in termini energetici pare collegata, in maniera più plausibile, a fenomeni quali la loro scarsa disponibilità invernale, come ad esempio nel caso della marmotta, che entra in letargo all'inizio della stagione invernale. E' anche possibile che tale maggior utilizzo estivo di queste prede sia collegato al fenomeno della riproduzione del lupo e delle conseguenti cure parentali dei cuccioli. Vi sono, infatti, evidenze di come le abituali prede del lupo, laddove quest'ultimo è presente in maniera stabile, operino una sorta di sincronizzazione dei loro movimenti stagionali, sulla base del ciclo riproduttivo del predatore: nello Yellowstone National Park, Mao et al. (2005) hanno ottenuto evidenze di uno spostamento dei cervi ad altitudini più elevate in concomitanza con il periodo in cui il lupo è impegnato nelle cure parentali, riducendo così le probabilità d'incontro e aumentando l'area che il predatore deve coprire ad ogni battuta di caccia (Mao et al., 2005). In simili condizioni, può risultare vantaggioso sfruttare prede anche non abituali, dal minor apporto in termini di nutrimento ma che permettono di abbandonare per minor tempo la cura dei piccoli e, al tempo stesso, di fornire loro nutrimento senza impegnarsi in lunghe battute di caccia e in occasioni più ravvicinate nel tempo.

L'utilizzo, nel presente studio, d'individui giovani (0-6 mesi) da parte del lupo appare come un fenomeno raro e sporadico. Entrambi i campioni di individui giovani sono estremamente ridotti e, quindi, poco rappresentativi. Per la valle Gesso si contano 11 (4,01%) reperti identificati come contenenti resti indigesti di individui giovani: di questi, uno durante il mese di settembre del 2009 ed uno durante il maggio 2010 (2,53% della dieta stagionale) ed i restanti 3 durante l'estate del 2010 (7,89% dei casi stagionali). I sei casi identificati durante l'inverno 2010-2011 (3,82% dei casi stagionali) sono di natura estremamente dubbia, in particolare a causa delle finestre temporali cui datano le fatte che li contengono: due nel novembre 2010, una durante il gennaio 2011, due a febbraio 2011 ed una ad aprile 2011. Poiché gli ungulati giovani vanno incontro alla loro prima muta nell'autunno successivo alla nascita, evento in seguito del quale non è più possibile distinguerli dagli adulti più anziani sulla base delle caratteristiche del pelame, non è possibile escludere che tali dati siano il frutto di artefatti o errori in fase di identificazione. Per la valle Stura, il campione si riduce ad un solo caso identificabile come individuo giovane, un agnello, rinvenuto a fine marzo 2011

(3,03% delle occorrenze stagionali; 1,20% delle occorrenze totali). Lo scarso numero di casi certi che caratterizza la presenza dei giovani ungulati nella dieta inficia la validità di una qualunque interpretazione di tali dati in chiave descrittiva, e impedisce la formulazione di qualsiasi teoria predittiva circa il loro utilizzo da parte del predatore. Considerando i dati relativi agli ungulati selvatici non emerge, da questo studio, una particolare preferenza per gli individui giovani di tali specie, come invece riportato da altri lavori svolti in altre zone d'Italia (Capitani et al., 2004). Questo dato è, tuttavia, in linea con quanto già riportato da Regine (2008), sia per quanto riguarda le specie di ungulati selvatici interessati per l'area delle Alpi Marittime, capriolo e camoscio, sia perché evidenziano come gli individui giovani siano, in queste zone, una categoria alimentare molto secondaria rispetto agli individui adulti di tali specie. Tale situazione potrebbe riflettere una difficoltà d'incontro fra il lupo e le prede più giovani, una loro miglior capacità di sfuggire alle battute di caccia del predatore rispetto ai loro conspecifici più vecchi o un'elevata capacità dei genitori di difendere i propri piccoli. Infine, tale dato potrebbe anche essere un artefatto dovuto all'impossibilità, usando il metodo del riconoscimento tramite i peli, di distinguere gli individui adulti dai giovani appena svezzati a causa della muta autunnale tipica di queste specie d'ungulati.

In studi condotti in altre aree occupate dal lupo in Italia (Capitani et al., 2004), viene evidenziata una sorta di ciclicità nel rapporto fra lupo, ungulati domestici e individui giovani sia selvatici che domestici. Secondo gli autori, tali categorie alimentari presentano momenti di maggior e minore utilizzo da parte del lupo nel corso dell'anno, in concomitanza con particolari condizioni dei branchi o dei singoli lupi. I piccoli dell'anno degli ungulati, durante l'estate, non sono ancora in grado di difendersi per proprio conto, permettendone una più agevole cattura. Durante l'autunno, quando i giovani ungulati selvatici sono ormai capaci a sfuggire al predatore con una certa abilità, gli ungulati domestici, con la loro alta concentrazione e bassa attività anti-predatoria, divengono la preda secondaria maggiormente utilizzata dal predatore. Questo, tuttavia, non sembra essere il caso per le popolazioni di ungulati, domestici e selvatici, e di lupo presenti nell'area delle Alpi Marittime.

La valle Gesso, la valle Stura e le altre vallate delle Alpi Marittime sono state, fin da tempi remoti, interessate dal fenomeno della pastorizia, operata principalmente utilizzando caprini (capra e pecora) e bovini (vacca). L'eradicazione del lupo dall'arco alpino agli inizi del XX sec. ha comportato una modificazione di quelle che erano le tecniche di conduzione del bestiame, con una generale diminuzione delle precauzioni prese per difendere il gregge o la

mandria. Il ritorno del predatore, negli ultimi anni del secolo scorso, ha restaurato una situazione di rischio, personale ed economico, che non si sperimentava in queste valli da molti decenni. Quando presenti in terreno aperto, infatti, gli ungulati domestici sono anch'essi utilizzati dal lupo come fonte di sostentamento, poiché presentano alcune caratteristiche che li rendono prede potenzialmente più vantaggiose rispetto ai selvatici. Tali caratteristiche possono riassumersi a due elementi: l'elevata concentrazione in determinate località delle greggi e delle mandrie e gli ormai molto ridotti istinti e comportamenti di difesa di questi animali. Secondo quanto teorizzato nella cornice del Foraggiamento Ottimale (Stephen & Krebs, 1986), queste due caratteristiche dovrebbero rendere tali animali prede più vantaggiose per un predatore, in un'ottica di compromesso fra costi e benefici della caccia.

Osservando i dati provenienti da questo studio, si nota però come la porzione della dieta che risulta composta da occorrenze d'ungulati domestici sia molto ridotta rispetto a quella composta dai Selvatici: in entrambe le valli la massima frequenza osservata si attesta al 5%. Nell'area Valle Gesso, l'ungulato domestico adulto maggiormente rappresentato è la capra, e così pure si ha per l'area Valle Stura-Maira. In generale, quindi, i caprini sembrano essere la categoria maggiormente sfruttata, considerando anche che si è registrata un'unica occorrenza per quanto riguarda i bovini, una vacca, nella dieta del branco Maira. Le frequenze maggiori sono concentrate in estate, per quanto riguarda l'area Valle Gesso, stagione in cui si ha una maggior esposizione di questi animali al rischio di predazione da parte del lupo. Non è, invece, possibile fare una valutazione analoga per l'area Valle Stura-Maira, date le minime dimensioni del campione estivo, rispetto a quelli invernali di tale zona. Considerando i dati di analisi della dieta disponibili per l'inverno 2006-2007, l'ultimo che sia stato oggetto di un'analoga indagine nel lavoro di Regine (2008), la frequenza di queste categorie alimentari nella dieta del branco Gesso pare essersi dimezzata ma, per confermare tale situazione, sarà necessario condurre ulteriori studi in futuro.

L'uso degli Ungulati domestici presenta, inoltre, una forte riduzione rispetto ai dati riportati in precedenza (Regine, 2008), fenomeno che si può spiegare con diverse interpretazioni: da un lato, l'affinamento delle tecniche di conduzione del bestiame, che oggi includono numerosi accorgimenti e l'utilizzo di diversi strumenti per fronteggiare la nuova fonte di pericolo, ha sicuramente aumentato la prevenzione, e quindi la difficoltà, della predazione sulle greggi; dall'altro, è possibile che, anche in caso di successo, il predatore sia impossibilitato a

consumare la preda uccisa, a causa dell'arrivo del pastore e/o dei cani da guardiania, allertati dall'agitazione che la presenza del lupo provoca nelle prede domestiche.

Appare comunque evidente che la metodologia di alimentazione del lupo in queste zone si caratterizzi per un maggior utilizzo delle specie preda selvatiche rispetto a quelle domestiche. Oltre alla grande varietà e disponibilità di ungulati selvatici che caratterizza queste zone, negli ultimi anni si è assistito a un mutamento nelle abitudini di conduzione del bestiame monticante durante i mesi di svolgimento dell'attività d'alpeggio (Dalmaso & Orlando, 2010), che potrebbero contribuire a rendere meno vantaggioso l'utilizzo di queste specie come fonte di cibo. In particolare, si assiste a un ritorno a un tipo di pastorizia con maggior presenza dei pastori al seguito del proprio bestiame, con perdita della pratica di lasciare l'alpeggio incustodito (Dalmaso & Orlando, 2010). A questa nuova metodologia pastorale si aggiungono gli aiuti forniti da parte delle istituzioni regionali, che forniscono strumenti di difesa attiva e passiva, nella forma di cani da guardiania, appositamente addestrati per fronteggiare il pericolo di un assalto da parte di un branco di lupi, e di reti elettrificate per racchiudere il bestiame durante la notte. L'insieme di questi fattori potrebbe essere alla base della riduzione della presenza di questi animali nella dieta del lupo in queste zone. Un'altra possibile interpretazione è legata al costante fenomeno di abbandono delle montagne da parte delle popolazioni umane locali, dirette verso le città del fondovalle. Se, da un lato, questo ha un effetto benefico per il lupo, poiché amplia i territori disponibili a un suo insediamento, dall'altro comporta una diminuzione delle attività antropiche legate alla pastorizia, che diminuiscono la numerosità delle popolazioni di ungulati domestici che si trovano in alpeggio durante l'estate.

La valle Gesso, inoltre, presenta un fenomeno particolare durante l'inverno 2010-2011. Durante i mesi di Novembre e Gennaio di tale stagione, infatti, si ha negli escrementi collezionati l'occorrenza costante e, in certi casi, maggioritaria o totale di resti non digeriti di frutta, in particolare mele. In tutta l'area delle Alpi Marittime, da quando si è cominciato il lavoro monitoraggio e studio dell'analisi delle fatte di lupo, questo è il primo caso in cui si registra un utilizzo così consistente e costante nel tempo di un alimento che non figura fra quelli più comunemente associati alla dieta del lupo. Mentre per i resti vegetali riscontrati nella dieta, che pure sono consistenti per quanto riguarda il branco Gesso, non è possibile parlare di vera e propria alimentazione, per le motivazioni già addotte nei precedenti capitoli, in questo caso è evidente come l'utilizzo della frutta sia stato operato in maniera preferenziale e continuata per un certo arco di tempo.

Alla mancanza di precedenti per tale comportamento nell'area delle Alpi Marittime, si aggiunge una generale scarsa documentazione sull'utilizzo della frutta come alimento, per quanto riguarda il lupo. Studi condotti in ambienti particolarmente poveri di ungulati selvatici, o pesantemente modificati dall'azione antropica, evidenziano come i lupi presenti o ritornati in tali zone possano sfruttare come alimento svariate altre risorse, oltre a quelle più comunemente associate all'ordine dei Carnivora, passando dagli uccelli alla frutta ai rifiuti domestici, pur di soddisfare il proprio fabbisogno energetico (Fritts & Mech, 1981; Meriggi & Lovari, 1996).

La localizzazione di questi escrementi, che sono concentrati nell'area limitrofa al vallone di Desertetto (**Fig. 10**), una valle sospesa al limite settentrionale della valle Gesso, porta a supporre una locale e temporanea diminuzione della presenza di ungulati abitualmente predati dal lupo o, anche, a un periodo caratterizzato da scarso movimento di questi lupi, durante il quale cui hanno fatto fronte alla ridotta possibilità d'incontro con prede più abituali consumando tale alimento. Le percentuali variabili di volume occupato all'interno degli escrementi analizzati e l'alta concentrazione spazio-temporale che caratterizzato tale fenomeno fanno pensare a un uso eccezionale di questa risorsa, che occorre solo in alcuni casi particolari, cui è sempre affiancata la presenza di resti di ungulati selvatici e altre prede più comuni per questo mammifero.

A differenza della frutta sopracitata, la vegetazione è un elemento spesso presente nella dieta del lupo, di cui è documentato l'uso quale mezzo per purgarsi (Mech, 1970). Pertanto, i resti indigesti vegetali rinvenuti durante la fase di separazione delle componenti macroscopiche contenute nelle fatte, sono stati in seguito identificati, catalogati e si è tenuto conto delle loro frequenze di occorrenza e percentuali in volume all'interno del reperto di origine. Nel caso del branco Gesso, l'analisi della dieta fa osservare dati di frequenza, per le diverse categorie vegetali considerate, insolitamente abbondanti (i.e. le Graminacee, variabili fra il 40-60%) e si è quindi ritenuto di riportarli in questa relazione, unicamente a scopo descrittivo. Questo perché è molto difficile discriminare i casi in cui il lupo ha attivamente fatto uso di vegetazione per purgarsi (Mech, 1970) dai casi, invece, in cui l'assunzione di questi elementi è collaterale all'alimentazione su di una carcassa o alla raccolta del reperto da parte dell'operatore, specialmente in ambienti caratterizzati da substrati ricchi di coperture erbacee e arboree.

Durante il lavoro di quantificazione e identificazione delle categorie alimentari rinvenute nelle fatte dei lupi comprese nel campione, infine, si è anche avuto modo di registrare l'occorrenza di materiale definito come "non-alimentare" ("*non-food items*"). Benché si abbiano, a livello mondiale (Zhang et al., 2009) e italiano (Meriggi & Lovari, 1996), evidenze di alimentazione su rifiuti domestici da parte del lupo, questi fenomeni sembrano legati a condizioni di estrema povertà ecologica del territorio abitato dagli animali interessati, che sono quindi spinti a tale comportamento da cause esterne. Non è questo il caso per la giovane popolazione di lupo instauratasi sulle Alpi Sud-Occidentali, come dimostrato dai precedenti studi condotti nell'area (Ciampichini, 2006; Boeri, 2007; Guerriero, 2007; Regine, 2008) e, perciò, i casi ascrivibili a tali categorie alimentari non sono stati, nuovamente, considerati nel corso dell'analisi della dieta.

### *Il comportamento del Camoscio nel Parco Naturale delle Alpi Marittime*

Numerosi studi condotti sugli ungulati selvatici dimostrano come la coesistenza in uno stesso ecosistema con i loro predatori naturali sia un fenomeno complesso, regolato da numerose interazioni che si sviluppano su diversi livelli, modificato costantemente dai rapporti di forza fra i diversi attori e dall'impatto di ciascuno di essi sull'ambiente che li ospita e sulle altre specie presenti, animali e vegetali (Beschta & Ripple, 2010; Beschta & Ripple, 2009; Laundré et al., 2001).

Nei diversi studi che hanno come oggetto l'analisi delle risposte messe in atto dalle prede (Lima & Dill, 1990; Hunter & Skinner, 1998; Altendorf et al., 2001; Benhaiem et al., 2008; Beauchamp, 2010), per far fronte ad un nuovo o aumentato rischio di predazione, elemento comune è l'adozione da parte di queste di un set di comportamenti difensivi, di cui è spesso portata ad esempio la Vigilanza: quest'attività si contraddistingue per una completa sospensione degli altri comportamenti da parte dell'animale, il quale indirizza la sua attenzione e le sue energie alla scansione dell'ambiente circostante tramite i propri organi di senso. Il fine ed il vantaggio ipotizzati per questa condotta è la riduzione del rischio di finire vittima del predatore, tramite individuazione anticipata di quest'ultimo (Underwood, 1982; Dehn, 1990; Burger & Gochfeld 1994; Childress & Lung, 2003).

A seconda della specie e delle condizioni, ambientali e di rischio di predazione, al contorno si assiste spesso a modificazioni nell'intensità di tale comportamento, che aumenta all'aumentare del rischio di predazione e, viceversa, diminuisce al diminuire del medesimo

rischio (Li et al., 2009). Inoltre, diversi fattori sono stati indicati come agenti di variazione che influenzano questa variazione del comportamento di vigilanza (Frid, 1997; Beauchamp, 2010). Questi, si possono suddividere in diverse categorie, quali: caratteristiche fisiche (età, sesso, salute e nutrizione), sociali (dimensioni del gruppo, sua composizione, posizione occupata dall'individuo al suo interno, status sociale) e demografiche (presenza o meno di piccoli, situazione riproduttiva dell'individuo, presenza di cure parentali nella specie).

I risultati ottenuti nell'analizzare il comportamento di vigilanza dei camosci nelle tre zone prese in considerazione evidenziano come, nonostante il tempo trascorso dalla ricomparsa del lupo sulle Alpi sia relativamente breve, e il fenomeno ancora in atto, sia già possibile evidenziare alcune differenze fra popolazioni che hanno vissuto a stretto contatto con i lupi negli ultimi tredici anni e popolazioni che invece non hanno sperimentato tale condizione.

Il comportamento di Vigilanza operato dai camosci in condizione di alta frequentazione da parte del lupo, nell'area del monte Merqua, risulta avere in generale una maggior intensità rispetto a quello messo in atto dai loro conspecifici nel vallone delle Rovine o nella Riserva Speciale *J. phoenicea*, dove il predatore è, invece, assente. Tale risultato si riscontra nelle analisi di durata degli intervalli di tempo dedicati a questa attività, sia per gli individui facenti parte di un gruppo, sia per gli esemplari che rimangono solitari, senza associarsi ai loro conspecifici. Una maggior occorrenza del comportamento di Vigilanza all'interno dell'insieme delle attività di una specie viene normalmente interpretata come un'evidenza di un aumentata percezione di pericolo (Périquet et al., 2010).

In questo caso, l'area del monte Merqua, sovente utilizzata dai lupi della valle Gesso negli anni intercorsi dall'inizio del fenomeno di ricolonizzazione dell'arco alpino, è quella che appare caratterizzata da maggior rischio di predazione, confermando le attese, rispetto alle aree del vallone delle Rovine e della Riserva Speciale *J. phoenicea*, che invece non sono così frequentemente interessate dalla presenza del predatore. I risultati ottenuti nell'analisi dei dati di frequenza risultano anch'essi congruenti con tale interpretazione, evidenziando come i gruppi campionati nell'area del monte Merqua presentino maggiori valori di frequenza della Vigilanza, rispetto alle aree meno utilizzate dal lupo.

Questa situazione rispecchia quanto già osservato in altri studi, condotti in diverse parti del globo, sulle conseguenze del ritorno dei grandi predatori in aree da cui erano stati, nel corso del decenni passati, eradicati o allontanati (Childress & Lung, 2003; Creel et al., 2005;

Halofsky & Ripple, 2008). E' da notare come questi effetti si osservano a prescindere dalla natura, artificiale o spontanea, del fenomeno di ricolonizzazione.

Discriminando in base al sesso dell'individuo focale, all'interno dell'area Sperimentale del monte Merqua si riscontra una differenza significativa fra i maschi e le femmine: i primi si dedicano all'attività di vigilanza dedicandovi intervalli di tempo più lunghi, mentre le seconde si caratterizzano per *bout* di vigilanza più corti. Questo non si osserva, invece, per quanto riguarda le aree di controllo del Vallone delle Rovine e della Riserva Speciale *J. phoenicea*. Il risultato osservato nella popolazione maggiormente esposta alla presenza del lupo va interpretato alla luce anche dei meccanismi di segregazione sessuale presenti nel camoscio.

In questa specie, come dimostrato da Shank (1985), i maschi adulti più anziani sono solitari per buona parte dell'anno e restano separati dai gruppi di conspecifici, siano essi misti (femmine, giovani, capretti) o unisex (gruppi di maschi giovani, "*bachelor*"). L'eccezione a tale situazione si ha immediatamente prima e durante il periodo degli accoppiamenti (*rut*), in cui entrambi i sessi si portano in zone più basse ed i maschi competono per il controllo dei territori su cui poi si insedieranno di femmine (Shank, 1985; Lovari & Cosentino, 1986; Dalmau et al., 2009). Queste ultime, invece, si trovano molto più difficilmente in condizioni solitarie, in quanto tendono a riunirsi in gruppi di dimensioni variabili che comprendono, inoltre, individui giovani di ambo i sessi ed i capretti, nei mesi estivi seguenti il periodo delle nascite. Tale situazione di forte segregazione sessuale è stata dimostrata, per le popolazioni alpine di questo animale, proprio all'interno del Parco Naturale delle Alpi Marittime, dal lavoro di Unterthiner et al. (2012) su un gruppo di camosci adulti di ambo i sessi, seguiti con radiocollare per la durata di due anni (1997-98, prima del reinsediamento stabile del lupo) al fine di determinarne le differenti strategie di uso dello spazio, e indagare le possibili cause (Unterthiner et al., 2012).

Durante la raccolta dati in campo svolta per questo studio, mentre è stato possibile verificare in prima persona le caratteristiche generali del fenomeno riportato da Unterthiner et al. (2012), si è anche osservata l'occorrenza in taluni casi di femmine solitarie, accompagnate unicamente dal proprio piccolo, in particolare nelle due zone di bassa frequentazione da parte del lupo. E' quindi verosimile che, mentre la strategia di fuga è simile per ambo i sessi e consiste nel raggiungere zone rocciose e scoscese, il comportamento di Vigilanza messo in atto da maschi e femmine al fine di individuare la fonte di pericolo sia influenzato dalle differenti condizioni di socialità in cui vivono. Per il maschio, solitario, privo del vantaggio fornito dalla vita in gruppo, è più utile compiere lunghi *bout* di vigilanza, inframmezzati

all'attività di foraggiamento, poiché coprire un maggior lasso di tempo con l'attività di scansione dell'ambiente circostante aumenta le probabilità di individuare il predatore. Per una femmina, invece, la presenza di conspecifici nelle immediate vicinanze comporta una condivisione del rischio di predazione, che fa calare la probabilità del singolo di finire vittima dell'attacco di un predatore, il cosiddetto "*dilution effect*" (Beauchamp, 2008; Li et al., 2009), ed inoltre consente di ottenere informazioni sulla presenza di eventuali pericoli anche durante l'attività di foraggiamento. Risulta, quindi, più vantaggiosa l'adozione di tempi di vigilanza minori, inframmezzati a più lunghi intervalli di tempo dedicati ad altre attività, che considerati nel contesto dell'intero gruppo danno origine a quello che viene denominato effetto "*many-eyes*", di condivisione della vigilanza e del grado di allerta del gruppo (Krebs & Davies, 2002; Ale & Brown, 2007). Questa interpretazione delle differenze quantitative osservate nei comportamenti di vigilanza operati da maschi e femmine è, inoltre, in accordo con quanto recentemente riportato per la gazzella di Przewalski, nella Cina centro-settentrionale, da Li et al. (2009, 2012). Anche in questi lavori si evidenzia come, quando esposti a rischio di predazione elevato (anche in tale area è presente il lupo), gli individui di sesso diverso sperimentino una differente pressione predatoria, adottando comportamenti e strategie difensive che variano in base all'appartenenza o meno ad un gruppo sociale.

L'analisi delle dimensioni dei gruppi evidenzia come, nell'area del Monte Merqua, siano preferite due categorie di dimensione: i gruppi composti da 2-3 individui e quelli composti da 8-10 individui. Questa situazione pare simile a quella riportata per i cervi del Banff National Park, in Alberta (CA) (Hebblewhite & Pletscher, 2002). In tale lavoro, si evidenzia come questi ungulati fossero soggetti a un minor rischio di predazione da parte dei locali branchi di lupo, quando riuniti in gruppi di dimensioni minori di 5 individui o maggiori di 30: nel primo caso, la taglia ridotta aveva come effetto una diminuzione tasso d'incontro con il predatore e, inoltre, un minor successo di quest'ultimo durante la caccia. Nel secondo caso, si instaura nel gruppo un "effetto diluizione" (Beauchamp, 2008; Li et al., 2009): l'alto numero di animali presenti nel gruppo garantisce a ogni individuo una certa misura di sicurezza, data dalla condivisione della probabilità di finire vittima del predatore.

Rispetto ai gruppi di medesima dimensione osservati nelle aree di controllo, però, i gruppi di 2-3 individui dell'area sperimentale presentano maggiori quantità di tempo dedicate alla vigilanza. Benché non si disponga di dati per valutare la sovrapposizione dei territori utilizzati dai camosci e dai lupi presenti nell'area del monte Merqua e nel limitrofo vallone di

Desertetto, tale condizione di maggior vigilanza potrebbe essere dovuta all'effetto della vicinanza spaziale dei branchi di lupo, una situazione che è stata già riscontrata in Nord America per il cervo (Liley & Creel, 2007). Un'altra interpretazione possibile di questo risultato prende in considerazione la distanza temporale fra i due animali: come dimostrato da Valeix et al. (2009) per gli ungulati africani predati dal leone (*Panthera leo*) nello Hwange National Park (Zimbabwe), l'utilizzo di un territorio in precedenza già interessato dalla presenza del predatore genera una condizione di maggiore allerta, che porta ad un aumento della quantità di tempo dedicata alla vigilanza nella specie-preda. In entrambi gli studi citati, questa situazione si verifica indipendentemente dalle dimensioni dei gruppi delle specie-preda, fornendo così una cornice interpretativa utile per spiegare il dato osservato per i camosci che utilizzano l'area compresa tra il monte Merqua e l'agglomerato di Desertetto.

Nell'analisi dei dati di *scan sampling* dell'area del monte Merqua, posti a confronto con quelli derivanti dalle aree di controllo, si riscontra anche una maggior frequenza di Vigilanza operata dai gruppi di 4-5 individui. Tale dato è di più difficile interpretazione: innanzitutto, perché dall'analisi delle frequenze di gruppi di diverse dimensioni, risulta che, per l'area del monte Merqua, questi gruppi sono poco comuni. Inoltre, non si osserva alcuna differenza, fra le tre aree, nelle frequenze della Vigilanza per gruppi di dimensioni superiori a questa. E' possibile che, riunendosi in gruppi di queste dimensioni, gli animali aumentino la frequenza del comportamento di Vigilanza per compensare una maggior vulnerabilità agli attacchi del predatore. La dimensione di tali gruppi pare, infatti, ancora troppo bassa per l'instaurarsi, con successo, di un meccanismo simile all'"effetto diluizione" (Ale & Brown, 2007). Si può ipotizzare, pertanto, che il compromesso tra tempo dedicato al foraggiamento e sicurezza non sia favorevole agli individui per gruppi di queste dimensioni, generando quindi una tendenza ad aggregarsi in gruppi più numerosi o a disperdersi, formando gruppi di pochi individui.

Nell'analisi svolta sull'effetto che la distanza dal terreno di fuga ha sul comportamento di Vigilanza operato dai camosci, l'individuazione della categoria di distanza dal terreno di fuga più frequente all'interno dei campioni delle tre aree di osservazione è un dato indicativo della differente disponibilità dell'habitat roccioso nelle tre zone. In mancanza di precisi dati quantitativi, però, non è possibile fare alcuna considerazione su quelle che possono essere le preferenze dei camosci in termini di habitat utilizzato. Osservando, invece, i risultati ottenuti dall'analisi delle durate e delle frequenze del comportamento di Vigilanza, emergono ulteriori dettagli riguardo la possibile strategia difensiva del camoscio in presenza del lupo. In particolare, i camosci del monte Merqua risultano dedicare maggiori quantità di tempo alla

vigilanza nel suo insieme, e ad operare inoltre questo comportamento con maggiore frequenza rispetto ai loro conspecifici. A questo, si aggiunga che, all'interno del sotto-campione di camosci del gruppo Sperimentale, quelli posizionati a distanza maggiore dal terreno di fuga dedicano molto meno tempo alla Vigilanza seduta, rispetto a quelli che si posizionano nelle sue vicinanze. Appare quindi evidente come non solo la presenza del predatore determini un effetto del fattore "distanza" sulle caratteristiche della Vigilanza degli animali che abitano la zona di maggior frequentazione, ma anche come questo comportamento si differenzi anche fra questi stessi animali. All'aumentare della distanza del terreno di fuga diviene vantaggioso aumentare la durata e la frequenza dei *bout* di Vigilanza poiché aumenta le possibilità di individuare il predatore e di sfuggirgli con successo: i camosci esposti ad una minor frequentazione da parte del predatore, invece, possono mantenere livelli più bassi di Vigilanza anche a elevate distanze dal terreno di fuga. Tale situazione è simile a quanto riportato per lo stambecco della Nubia (*C. nubiana*) specie che, come il camoscio, un animale scalatore più che corridore, preferendo i terreni scoscesi e rocciosi agli ampi plateau dei deserti che abita. Anche in questa specie è stato osservato un aumento della vigilanza, corrispondente ad un aumento della distanza dai terreni di fuga (Hochman & Kotler, 2006). Il dato riguardante la Vigilanza seduta, meno utilizzata dai camosci del monte Merqua più distanti dal terreno di fuga può essere spiegata considerando che il lupo è un inseguitore (Lung & Childress, 2006), per cui nel difendersi da esso appare importante l'aver una reazione di fuga rapida verso i terreni rocciosi su cui il lupo è in difficoltà, cosa che è probabilmente più difficile per un animale in posizione prona. Per questa medesima area, le interazioni fra la durata e la frequenza del comportamento di Vigilanza, la loro distanza dal terreno di fuga e le dimensioni dei gruppi viene, inoltre, rafforzata dai risultati ottenuti nell'analisi di correlazione fra le variabili di Vigilanza e questi due fattori.

Infatti, mentre non si evidenziano interazioni per quanto riguarda la durata e la frequenza della Vigilanza in piedi, si hanno evidenze di interazioni fra la durata e la frequenza della Vigilanza seduta con la distanza dal terreno di fuga e la dimensione del gruppo, rispettivamente. Nel primo caso, la durata dei *bout* di Vigilanza seduta diminuisce in maniera significativa man mano che la distanza dal terreno di fuga aumenta; nel secondo si ha che la frequenza di tali *bout* aumenta significativamente all'aumentare del numero di individui facenti parte del gruppo. Sebbene quest'ultimo dato appaia in contrasto con il precedente, si può interpretare come un prodotto dell'inquietudine associata all'allontanarsi dalla relativa sicurezza dei terreni di fuga, anche facendo parte di gruppi di dimensioni medio-grandi come quelli osservati nell'area del monte Merqua.

Una possibile interpretazione di quest'ultimo dato si può ricavare da un recente lavoro svolto sulla Zebra comune (*Equus quagga*) da Périquet et al. (2012), in cui si evidenzia come, anche in assenza di pericolo immediato, l'animale presenta un maggior grado di allerta, o inquietudine, in quelle zone del territorio utilizzato che sono state, in precedenza, frequentate dal predatore. In tale studio, viene individuata nella specificità che interessa la relazione preda-predatore fra leone e zebra la principale causa delle modificazioni nella frequenza ma non nella durata della vigilanza, in quanto questo ungulato viene predato in maniera esclusiva dal leone. Tale fattore genera, probabilmente, una miglior capacità d'individuazione del pericolo, che permette alla zebra di fondare la propria strategia difensiva sulle informazioni raccolte in brevi momenti di vigilanza inframmezzati alle altre attività. La presenza, nelle Alpi Marittime, di un unico grande predatore terrestre che minaccia la sopravvivenza del camoscio potrebbe aver innescato un meccanismo analogo, in cui l'allontanarsi dalle zone di fuga e l'aumentare delle dimensioni del gruppo interagiscono provocando un aumento della frequenza con cui i diversi animali operano *bouts* di vigilanza, permettendo un uso maggiore della posizione seduta in gruppi di maggiori dimensioni che presentano migliori probabilità d'individuare per tempo il predatore impegnato attivamente nella caccia.

Solo nell'area Sperimentale si osserva, poi, una correlazione significativa e positiva fra la dimensione dei gruppi osservati e la distanza dal terreno di fuga. L'aumentare della distanza dalle zone rocciose coincide, quindi, con l'aumentare delle dimensioni dei gruppi di camoscio osservati. Questa relazione diretta fra questi due elementi è stata osservata in diversi studi condotti su specie appartenenti a Classi differenti, quali ad esempio il bighorn (*Ovis canadensis*, Risenhoover & Bailey, 1985) ed il piro-piro semipalmato (*Calidris pusilla*, Beauchamp, 2010). Si hanno, però, anche evidenze di situazioni opposte, in cui le dimensioni dei gruppi diminuiscono all'aumentare della distanza dal terreno di fuga (*Ovis canadensis sierrae*, Schroeder et al., 2010), rendendo quindi necessari ulteriori studi per approfondire le conoscenze su questo aspetto della vita di gruppo degli ungulati.

Tra le aree di controllo, è interessante notare come i camosci del Vallone delle Rovine, non esposti all'alta frequentazione da parte del lupo come i loro conspecifici del monte Merqua, presentino tuttavia differenze nell'uso dei due tipi di Vigilanza: in particolare, i camosci più distanti dal terreno di fuga presentano maggiori frequenze della Vigilanza in piedi e, viceversa, quelli più vicini sono caratterizzati da maggiori frequenze della Vigilanza seduta. Tali risultati sono, inoltre, confermati anche dall'analisi di correlazione svolta sui dati di

quest'area, tramite cui si osserva che la Vigilanza in piedi e la distanza dai terreni di fuga sono correlate in maniera positiva, al crescere dell'una cresce anche l'altra; al contrario, invece, si osserva che la frequenza di Vigilanza seduta cresce significativamente con la diminuzione della distanza dal terreno di fuga, dando ulteriori indizi di un maggior beneficio connesso di questa attività quando svolta nelle vicinanze delle zone rocciose. Queste differenze nei due comportamenti potrebbero essere influenzate dalla maggior presenza antropica che si registra in questa valle, dovuta sia ad attività produttive, sia turistiche. Qui, infatti, si trova il rifugio Genova, che accoglie ogni anno numerosi alpinisti ed escursionisti, generando e promuovendo un notevole flusso turistico sul versante meridionale dell'Argentera. Inoltre, la presenza della diga del Chiotas, a 1978 m. s.l.m., e della rete stradale che la collega alla centrale idroelettrica "Luigi Einaudi" di Entracque produce una presenza costante dell'uomo e dei suoi macchinari. Altro elemento che potrebbe determinare questa maggior frequenza è la presenza dell'aquila reale (*A. chrysaetos*) in tutta la porzione dell'area protetta che va dal Colle del Sabbione al Piano del Valasco, in cui è pienamente compreso il versante meridionale del massiccio dell'Argentera su cui sono state effettuate le osservazioni di questi camosci, che fa contare 14 coppie riproduttive situato all'interno e nella zona d'influenza del Parco e che costituisce un pericolo principalmente per i capretti e gli individui giovani dell'anno.

L'aggregarsi in gruppi comporta, anche, l'instaurarsi di un gradiente di sicurezza, legato alla posizione all'interno dei gruppi stessi: individui ai margini del gruppo e individui vicini al centro dello stesso sperimentano pressioni predatorie differenti, che si riflettono sui loro comportamenti (Hunter & Skinner 1998; Krebs & Davies 2002). Le osservazioni effettuate in questo studio sembrano allinearsi, almeno in parte, a tale teoria: per quanto riguarda i camosci del monte Merqua, infatti, gli individui in posizione esterna nei gruppi presentano valori di durata del comportamento di Vigilanza, quando svolta in piedi, maggiori rispetto a quelli degli individui interni ai gruppi. E' importante notare come questa maggiore durata dei *bout* di Vigilanza in piedi operati dagli individui Esterni rispetto agli Interni non viene riscontrata nell'area di controllo del Vallone delle Rovine, a ulteriore supporto di un effetto della presenza, numerosa e costante nel tempo, del lupo nell'area Sperimentale. Si ottiene, inoltre, anche l'evidenza di una maggiore durata della frequenza dei camosci in posizione esterna dell'area Sperimentale rispetto ai loro conspecifici, nella medesima posizione esterna, campionati nell'area di bassa frequentazione da parte del lupo.

Il trovarsi sui bordi del gruppo, senza poter contare sullo “schermo” degli altri conspecifici come misura di difesa, è ipotizzata essere una situazione individuale senz’altro meno vantaggiosa rispetto al trovarsi al centro del gruppo (Hamilton 1971). I dati collezionati in questo lavoro risultano in accordo con le aspettative di tale linea di pensiero e, come riportato in altri studi (Blanchard et al., 2008; Roberts, 1996; Burger et al., 2000), evidenziano come il *trade-off* fra vigilanza e foraggiamento sia meno favorevole all’individuo Esterno, che dovrà fronteggiare una maggior esposizione al predatore, e quindi un maggior rischio di essere predato, rispetto all’individuo che gode della relativa sicurezza di essere Interno al gruppo.

Il trovarsi in una posizione Esterna rispetto al gruppo rappresenta uno degli svantaggi classici individuali nella vita di gruppo, nei confronti del quale gli animali sembrano aver sviluppato numerose contromisure: queste vanno dall’egoistica ricerca dell’opportunità per portarsi verso il centro del gruppo, (Hamilton 1971), all’organizzazione dei ruoli che si riscontra, ad esempio, nelle mandrie dei grandi mammiferi ed ungulati africani, nei quali la posizione viene definita o in base allo status sociale all’interno del gruppo, o in base all’età ed alla situazione riproduttiva, concentrando i giovani ancora inermi al centro, protetti da uno schermo di individui adulti, già in grado di difendersi (Simpson et al. 2012).

### *Conclusioni*

Da questo studio sulla dieta del lupo e sul comportamento anti-predatorio del camoscio, svolto nella regione sud-occidentale dell’arco alpino si possono trarre alcune conclusioni.

In primo luogo, l’ecologia alimentare del lupo appare caratterizzata da un elevato utilizzo delle specie di Ungulati selvatici presenti in loco. In entrambe le aree considerate in questo studio la specie maggiormente utilizzata è il capriolo. Le altre specie di ungulati selvatici, invece, risultano secondarie e il loro utilizzo varia con carattere stagionale.

Si osserva, inoltre, come le due specie più rappresentate nella dieta del lupo non siano cambiate nel corso degli anni rispetto a studi precedenti, in quanto il capriolo ed il camoscio risultano ancora avere le più alte frequenze d’occorrenza, rispettivamente e per ogni stagione presa in considerazione, nonostante la frequenza del camoscio sia fortemente diminuita rispetto agli anni precedenti. A questi due ungulati si affiancano, localmente, altri esemplari di prede selvatiche, in particolare lo stambecco, nel territorio del branco dell’area Valle Gesso, ed il cinghiale, nella dieta dei branchi dell’area Valle Stura-Maira.

La riduzione, osservata, dell'utilizzo del camoscio nell'alimentazione del lupo si può in parte spiegare ipotizzando un aumento di efficacia della strategia difensiva del camoscio, come documentato nelle aree di alta frequentazione da parte del lupo. Infatti, in quelle zone in cui il lupo è attivamente presente in maniera costante nel tempo, come è quella del monte Merqua, i camosci risultano avere ormai acquisito una serie di comportamenti ed abitudini anti-predatorie. Tale affermazione è supportata dalle differenze riscontrate in questo studio, tra la popolazione di camosci del monte Merqua e le due popolazioni di controllo scelte, che sperimentano ancora i livelli di basso rischio predatorio che caratterizzavano quest'area nei decenni di assenza del lupo e legati principalmente alla presenza dell'aquila reale. A livello comportamentale, la strategia difensiva messa in atto dai camosci, per far fronte alla presenza del predatore, pare poggiare su due elementi principali: un utilizzo cospicuo del comportamento di vigilanza e la formazione di gruppi di dimensioni piccole (2-3 individui) o grandi (8-10 individui), evitando dimensioni intermedie. A questa coppia di fattori, si vanno ad aggiungere le interazioni, dal carattere positivo, osservate fra la Vigilanza stessa, le dimensioni dei gruppi e le distanze dai terreni di fuga che caratterizzano, in particolare, l'area a maggior frequentazione da parte del lupo del monte Merqua. E' altrettanto possibile, però, che tale calo di utilizzo del camoscio nella dieta del lupo sia legato anche ad altre ragioni, visto il carattere opportunistico della predazione messa in atto dal lupo e la sua nota abitudine a cacciare le diverse specie-preda presenti in un sistema multi-preda, come è quello delle Alpi Occidentali, in relazione alla disponibilità di ciascuna di esse. La natura complessa e competitiva del rapporto preda-predatore, e le numerose interconnessioni e relazioni trofiche presenti in un dato ecosistema, però, non permettono di effettuare alcuna conclusione di carattere predittivo sul futuro evolversi di questo rapporto preda-predatore.

Dai dati di questo studio risulta, inoltre, come l'utilizzo di un approccio misto, che integra i dati provenienti da diversi ambiti in uno stesso disegno di ricerca, permetta di ottenere un'immagine più dettagliata, benché probabilmente incompleta, delle diverse relazioni che intercorrono in uno stesso ambiente.

L'aumento delle conoscenze concernenti il fenomeno di ricolonizzazione naturale da parte di specie estinte come il lupo è una ricchezza dal punto di vista scientifico e, al tempo stesso, un vantaggio ed una risorsa preziosa nello sviluppare strategie e meccanismi di gestione, monitoraggio e studio delle specie e degli ecosistemi coinvolti, al fine di promuovere e migliorare le condizioni di vita, umane e animali, in un'ottica di conservazione della natura e di coesistenza con le altre forme di vita con cui condividiamo questo pianeta.

## BIBLIOGRAFIA

- **AA.VV.** 2006. Atlante del patrimonio naturale e culturale MERCANTOUR-MARITTIME;
- **Ale, S. & Brown, J. S.** 2007. The contingencies of group size and vigilance. *Evolutionary Ecology Research*, **9**, 1263–1276;
- **Altendorf, K. B., Laundré, J. W., González, C. A. L., Brown, J. S.** 2001. Assessing Effects of Predation Risk on Foraging Behavior of Mule Deer. *Journal of Mammalogy*, **82**, 430-439;
- **Altmann, J.** 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, **49**, 227–267;
- **Ansorge, H., Kluth, G. & Hahne, S.** 2006. Feeding ecology of wolves *Canis lupus* returning to Germany. *Acta Theriologica*, **51**, 99–106;
- **Barja, I.** 2009. Prey and prey-age preference by the Iberian wolf *Canis Lupus Signatus* in a multiple-prey ecosystem. *Wildlife Biology*, **15**, 147–154;
- **Bassi, E., Donaggio, E., Marcon, A., Scandura, M. & Apollonio, M.** 2012. Trophic niche overlap and wild ungulate consumption by red fox and wolf in a mountain area in Italy. *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde*, **77**, 369–376;
- **Beauchamp, G.** 2008. What is the magnitude of the group-size effect on vigilance? *Behavioral Ecology*, 1361–1368;
- **Beauchamp, G.** 2010. Relationship between distance to cover, vigilance and group size in staging flocks of semipalmated sandpipers. *Ethology*, 645–652;
- **Beschta, R. L. & Ripple, W. J.** 2009. Large predators and trophic cascades in terrestrial ecosystems of the western United States. *Biological Conservation*, **142**, 2401–2414;
- **Benhaim, S., Delon, M., Lourtet, B., Cargnelutti, B., Aulagnier, S., Mark Hewison, A. J., Morellet, N., Verheyden, H.** 2008. Hunting increases vigilance levels in roe deer and modifies feeding site selection. *Animal Behaviour*, **76**, 611-618;
- **Beschta, R. L. & Ripple, W. J.** 2010. Mexican wolves, elk, and aspen in Arizona: Is there a trophic cascade? *Forest Ecology and Management*, **260**, 915–922;
- **Blanchard, P., Sabatier, R. & Fritz, H.** 2008. Within-group spatial position and vigilance: a role also for competition? The case of impalas (*Aepyceros melampus*) with a controlled food supply. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **62**, 1863–1868;
- **Boeri, M.** 2007. Comportamento di marcatura del lupo sulle Alpi Sud - Occidentali. *Tesi di Laurea*. Università degli Studi di Padova;
- **Boitani, L.** 1992. Wolf research and conservation in Italy. *Biological Conservation*, **61**, 125–132;
- **Boyd, D. & Pletscher, D. H.** 1999. Characteristics of dispersal in a colonizing wolf population in the central Rocky Mountains. *The Journal of wildlife management*, **63**, 1094–1108;
- **Burger, J. & Gochfeld, M.** 1994. Vigilance in African Mammals: Differences among Mothers, Other Females, and Males. *Behaviour*, **131**, 153-169;

- **Burger, J., Safina, C. & Gochfeld, M.** 2000. Factors affecting vigilance in springbok: importance of vegetative cover, location in herd, and herd size. *Acta ethologica*, **2**, 97–104;
- **Capitani, C., Bertelli, I., Varuzza, P., Scandura, M. & Apollonio, M.** 2004. A comparative analysis of wolf (*Canis lupus*) diet in three different Italian ecosystems. *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde*, **69**, 1–10;
- **Childress, M. J. & Lung, M. A.** 2003. Predation risk, gender and the group size effect: does elk vigilance depend upon the behaviour of conspecifics? *Animal Behaviour*, **66**, 389–398;
- **Ciampichini, C.** 2006. Ecologia alimentare del lupo sulle Alpi Liguri e Marittime. *Tesi di Laurea*. Università degli studi di Roma “La Sapienza.”;
- **Ciucci, P., Boitani, L., Pelliccioni, E. & Roco, M.** 1996. A comparison of scat-analysis methods to assess the diet of the wolf *Canis lupus*. *Wildlife Biology*, **2**, 37–48;
- **Creel, S., Winnie Jr, J., Maxwell, B., Hamlin, K., Creel, M.** 2005. Elk alter habitat selection as an antipredator response to Wolves. *Ecology*, **86**, 3387–3397;
- **Crosmary, W.-G., Makumbe, P., Côté, S. D. & Fritz, H.** 2012. Vulnerability to predation and water constraints limit behavioural adjustments of ungulates in response to hunting risk. *Animal Behaviour*, **83**, 1367–1376;
- **Dalmau, A., Ferret, A. & Manteca, X.** 2009. Vigilance behavior of Pyrenean chamois *Rupicapra pyrenaica pyrenaica*: Effect of sex and position in the herd. *Current Zoology*, **56**, 232–237;
- **Dalmaso, S., Orlando, L.** 2010. Il monitoraggio e la prevenzione dei danni da canide sul bestiame domestico in Regione Piemonte. in *Rapporto 1999-2010 - Progetto Lupo Regione Piemonte*. Torino;
- **De Biaggi, E., Boitani, L., Marucco, F., Avanzinelli, E., Gazzola, A., Tropini, A., Dalmaso, S., Passalacqua, C. & Ricci, S.** 2005. Report 2005 - *Progetto Lupo Regione Piemonte*. Torino;
- **Debrot, S., Fivaz, G., Mermod, C. & Weber, J.-M.** 1982. *Atlas des poils de mammifères d'Europe*. Institut de Zoologie de l'Université de Neuchâtel;
- **Dehn, M. M.** 1990. Vigilance for predators: detection and dilution effects. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **26**, 337–342;
- **Fabbri, E., Miquel, C., Lucchini, V., Santini, A., Caniglia, R., Duchamp, C., Weber, J.-M., Lequette, B., Marucco, F., Boitani, L., Fumagalli, L., Taberlet, P. & Randi, E.** 2007. From the Apennines to the Alps: colonization genetics of the naturally expanding Italian wolf (*Canis lupus*) population. *Molecular ecology*, **16**, 1661–71;
- **Floyd, T. J., Mech, L. D., Jordan, P. A.** 1978. Relating wolf scat content to prey consumed. *Journal of Wildlife Management*, **43**, 528–532;
- **Frid, A.** 1997. Vigilance by female Dall's sheep : interactions between predation risk factors. *Animal Behaviour*, **53**, 799–808;
- **Fritts, S. & Mech, L. D.** 1981. Dynamics, movements, and feeding ecology of a newly protected wolf population in northwestern Minnesota. *Wildlife Monographs*, 3–79;
- **Garrott, R. a, Bruggeman, J. E., Becker, M. S., Kalinowski, S. T. & White, P. J.** 2007. Evaluating prey switching in wolf-ungulate systems. *Ecological applications : a publication of the Ecological Society of America*, **17**, 1588–97;

- **Gazzola, a., Avanzinelli, E., Bertelli, I., Tolosano, a., Bertotto, P., Musso, R. & Apollonio, M.** 2007. The role of the wolf in shaping a multi-species ungulate community in the Italian western Alps. *Italian Journal of Zoology*, **74**, 297–307;
- **Guerrero, M.** 2007. Ecologia alimentare del lupo (*Canis lupus*) nelle Alpi sud-occidentali. *Tesi di Laurea*. Università degli studi di Torino;
- **Halofsky, J. S. & Ripple, W. J.** 2008. Fine-scale predation risk on elk after wolf reintroduction in Yellowstone National Park, USA. *Oecologia*, **155**, 869–77;
- **Hamilton, W.** 1971. Geometry for the selfish herd. *Journal of theoretical Biology*, **31**, 295–311;
- **Hebblewhite, M. & Pletscher, D. H.** 2002. Effects of elk group size on predation by wolves. *Canadian Journal of Zoology*, **80**, 800–809;
- **Hochman, V. & Kotler, B. P.** 2006. Patch use, apprehension, and vigilance behavior of Nubian Ibex under perceived risk of predation. *Behavioral Ecology*, **18**, 368–374;
- **Hunter, L. T. B. & Skinner, J. D.** 1998. Vigilance Behaviour in African Ungulates : The Role of Predation Pressure. *Behaviour*, **135**, 195–211;
- **Jędrzejewski, W., Jędrzejewska, B., Okarma, H., Schimdt, K., Zub, K. & Musiani, M.** 2000. Prey Selection and Predation by Wolves in Białowieża Primeval Forest, Poland. *Journal of Mammalogy*, **81**, 197–212;
- **Jędrzejewski, W., Schmidt, K., Theuerkauf, J., Jędrzejewska, B., Selva, N., Zub, K., Szymura, L.** 2002. Kill rates and predation by wolves on ungulate populations in Białowieża Primeval Forest (Poland). *Ecology*, **83**, 1341-1356.
- **Krebs, J. & Davies, N.** 2002. *Ecologia e Comportamento Animale*. 2° edizione. Bollati Boringhieri Editore. Torino;
- **Kumaraguru, A., Saravanamuthu, R., Brinda, K. & Asokan, S.** 2010. Prey preference of large carnivores in Anamalai Tiger Reserve, India. *European Journal of Wildlife Research*, **57**, 627–637;
- **Lanszki, J., Márkus, M., Ujváry, D., Szabó, A. & Szemethy, L.** 2012. Diet of wolves *Canis lupus* returning to Hungary. *Acta theriologica*, **57**, 189–193;
- **Laundré, J. W., Hernández, L. & Altendorf, K. B.** 2001. Wolves, elk, and bison: reestablishing the “landscape of fear” in Yellowstone National Park, U.S.A. *Canadian Journal of Zoology*, **79**, 1401–1409;
- **Li, Z., Jiang, Z. & Beauchamp, G.** 2009. Vigilance in Przewalski’s gazelle: effects of sex, predation risk and group size. *Journal of Zoology*, **277**, 302–308;
- **Li, C., Jiang, Z., Li, L., Li, Z., Fang, H., Li, C. & Beauchamp, G.** 2012. Effects of reproductive status, social rank, sex and group size on vigilance patterns in Przewalski’s gazelle. *PloS one*, **7**, e32607;
- **Liley, S. & Creel, S.** 2007. What best explains vigilance in elk: characteristics of prey, predators, or the environment? *Behavioral Ecology*, **19**, 245–254;
- **Lima, S. L. & Dill, L. M.** 1990. Behavioral decisions made under the risk of predation: a review and prospectus. *Canadian Journal of Zoology*, **68**, 619–640;
- **Lovari, S. & Cosentino, R.** 1986. Seasonal habitat selection and group size of the Abruzzo chamois (*Rupicapra pyrenaica ornata*). *Italian Journal of Zoology*, **53**, 73-78;

- **Lung, M. & Childress, M.** 2006. The influence of conspecifics and predation risk on the vigilance of elk (*Cervus elaphus*) in Yellowstone National Park. *Behavioral Ecology*, **18**, 12-20;
- **Manly, B. F. J.** 1998. *Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in Biology*. 2nd edition. Chapman & Hall. London;
- **Mao, J. S., Boyce, M. S., Smith, D. W., Singer, F. J., Vales, D. J., Vore, J. M. & Merrill, E. H.** 2005. Habitat Selection by Elk before and after Wolf Reintroduction in Yellowstone National Park. *The Journal of wildlife management*, **69**, 1691–1707.
- **Marucco, F. & Avanzinelli, E.** 2011. Stato, distribuzione, e dimensione della popolazione di lupo in Regione Piemonte. Torino.;
- **Marucco, F., Pletscher, D. & Boitani, L.** 2008. Accuracy of scat sampling for carnivore diet analysis: wolves in the Alps as a case study. *Journal of Mammalogy*, **89**, 665–673;
- **Marucco, F., Boitani, L., Avanzinelli, E., Dalmasso, S. & Orlando, L.** 2010. *Rapporto 1999-2010 - Progetto Lupo Regione Piemonte*. Torino;
- **Mattioli, L., Capitani, C., Gazzola, A., Scandura, M. & Apollonio, M.** 2011. Prey selection and dietary response by wolves in a high-density multi-species ungulate community. *European Journal of Wildlife Research*, **57**, 909–922;
- **Mech, L.** 1970. *The wolf: the ecology and behavior of an endangered species*. 1st edition, Natural History Press (Doubleday Publishing Co., N.Y.). Garden City;
- **Mech, L., Smith, D., Murphy, K. & MacNulty, D. R.** 2001. Winter severity and wolf predation on a formerly wolf-free elk herd. *The Journal of wildlife management*, **65**, 998–1003;
- **Meriggi, A. & Lovari, S.** 1996. A review in southern of wolf predation Europe : does the wolf prefer wild prey to livestock ? *Journal of Applied Ecology*, **33**, 1561–1571;
- **Merrill, S. & Mech, L. D.** 2000. Details of extensive movements by Minnesota wolves (*Canis lupus*). *The American Midland Naturalist*, **144**, 428–433;
- **Metz, M. C., Smith, D. W., Vucetich, J. a, Stahler, D. R. & Peterson, R. O.** 2012. Seasonal patterns of predation for gray wolves in the multi-prey system of Yellowstone National Park. *The Journal of animal ecology*, 553–563;
- **Milanesi, P., Meriggi, A. & Merli, E.** 2012. Selection of wild ungulates by wolves *Canis lupus* (L. 1758) in an area of the Northern Apennines (North Italy). *Ethology Ecology & Evolution*, **24**, 81–96;
- **Nowak, S., Mysławek, R. W., Kłosińska, A. & Gabryś, G.** 2011. Diet and prey selection of wolves (*Canis lupus*) recolonising Western and Central Poland. *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde*, **76**, 709–715;
- **Pouille, M.-L., Carle, L. & Lequette, B.** 1997. Significance of ungulates in the diet of recently settled wolves in the Mercantour mountains (southeastern France). *Revue d'écologie*, **52**, 357–368;
- **Périquet, S., Valeix, M., Loveridge, A. J., Madzikanda, H., Macdonald, D. W. & Fritz, H.** 2010. Individual vigilance of African herbivores while drinking: the role of immediate predation risk and context. *Animal Behaviour*, **79**, 665–671;
- **Périquet, S., Todd-Jones, L., Valeix, M., Stapelkamp, B., Elliot, N., Wijers, M., Pays, O., Fortin, D., Madzikanda, H., Fritz, H., Macdonald, D. W. & Loveridge, a. J.** 2012. Influence of immediate predation risk by lions on the vigilance of prey of different body size. *Behavioral Ecology*, **23**, 970-976;

- **Regine, D.** 2008. Ecologia alimentare del lupo in sistemi multi-preda : tre anni di studio sulle Alpi Occidentali. *Tesi di Laurea*. Università degli Studi di Roma “La Sapienza”;
- **Reynolds, J. C. & Aebischer, N. J.** 1991. Comparison and quantification of carnivore diet by faecal analysis: a critique, with recommendations, based on a study of the Fox *Vulpes vulpes*. *Mammal Review*, **21**, 97–122;
- **Ripple, W., Larsen, E., Renkin, R. & Smith, D. W.** 2001. Trophic cascades among wolves, elk and aspen on Yellowstone National Park’s northern range. *Biological Conservation*, **102**, 227–234;
- **Risenhoover, K. & Bailey, J.** 1985. Foraging Ecology of Mountain Sheep : Implications for Habitat Management. *The Journal of wildlife management*, **49**, 797–804;
- **Roberts, G.** 1996. Why individual vigilance declines as group size increases. *Animal Behaviour*, **51**, 1077–1086;
- **Ruckstuhl, K. & Neuhaus, P.** 2002. Sexual segregation in ungulates: a comparative test of three hypotheses. *Biological Reviews*, **77**, 77–96;
- **San José, C., Lovari, S., Ferrari, N.** 1997. Grouping in roe deer: an effect of habitat openness or cover distribution? *Acta Theriologica*, **42**, 235-239;
- **Shank, C. C.** 1985. Inter- and intra-sexual segregation of chamois (*Rupicapra rupicapra*) by altitude and habitat during summer. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, **50**, 117-125;
- **Schroeder, C. A., Bowyer, R. T., Bleich, V. C. & Stephenson, T. R.** 2010. Sexual Segregation in Sierra Nevada Bighorn Sheep, *Ovis canadensis sierrae*: Ramifications for Conservation. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, **42**, 476–489;
- **Shorrocks, B. & Cokayne, A.** 2005. Vigilance and group size in impala (*Aepyceros melampus* Lichtenstein): a study in Nairobi National Park, Kenya. *African Journal of Ecology*, **43**, 91–96;
- **Sidorovich, V., Tikhomirova, L. & Jedrzejewska, B.** 2003. Wolf *Canis lupus* numbers, diet and damage to livestock in relation to hunting and ungulate abundance in northeastern Belarus during 1990-2000. *Wildlife Biology*, **2**, 103–111;
- **Simpson, H. I., Rands, S. A. & Nicol, C. J.** 2012. Social Structure, Vigilance and Behaviour of Plains Zebra (*Equus burchellii*): a Five-Year Case Study of Individuals Living on a Managed Wildlife Reserve. *Acta Theriologica*, **57**, 111–120;
- **Sokal, R. R. & Rohlf, F. J.** 1995. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. 3rd edition. W. H. Freeman & Co. New York;
- **Stahler, D. & Smith, D.** 2006. Foraging and Feeding Ecology of the Gray Wolf (*Canis lupus*): Lessons from Yellowstone National Park, Wyoming, USA. *The Journal of nutrition*, **135**, 1923–1926;
- **Stephenson, D. W. & Krebs, J. R.** 1986. *Foraging Theory*. Princeton University Press, Princeton.
- **Teerink, B. J.** 1991. *Hair of west-european mammals*. Cambridge University Press;
- **Tosoni, E.** 2002. Il lupo nel Parco Nazionale del Pollino: ecologia, metodi di quantificazione e strategia di campionamento della dieta. *Tesi di Laurea*. Università degli studi di Roma "La Sapienza";
- **Underwood, R.** 1982. Vigilance behaviour in grazing African antelopes. *Behaviour*, **79**, 81-107;
- **Unterthiner, S., Ferretti, F., Rossi, L., Lovari, S.** 2012. Sexual and seasonal differences of space use in Alpine chamois. *Ethology Ecology & Evolution*, **24**, 257-274;

- **Valeix, M., Loveridge, A., Chamaillé-Jammes, S., Davidson, Z. D., Murindagomo, F. M., Ritz, H. F. & Macdonald, D. W.** 2009. Behavioral adjustments of African herbivores to predation risk by lions: spatiotemporal variations influence habitat use. *Ecology*, **90**, 23–30;
- **Wagner, C., Holzapfel, M., Kluth, G., Reinhardt, I. & Ansorge, H.** 2012. Wolf (*Canis lupus*) feeding habits during the first eight years of its occurrence in Germany. *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde*, **77**, 196–203;
- **XU, F., MA, M. & WU, Y.** 2010. Group size and sex effects on vigilance: evidence from Asiatic ibex, *Capra sibirica* in Tianshan Mountains, China. *Folia Zoologica*, **59**, 308–312;
- **Zhang, H.-H., Liu, X.-P., Dou, H.-S., Zhang, C.-D. & Ren, Y.** 2009. Food composition and food niche overlap of three kinds of canidae. *Acta Ecologica Sinica*, **29**, 347–350;
- **Weaver, J. L.** 1993. Refining the equation for interpreting prey occurrence in gray wolf scats. *Journal of Wildlife Management*, **57**, 534-538.